

Evaluación de los Materiales Instruccionales de Ciencias de los Modelos Educativos Flexibles en Zonas Rurales

Reporte Técnico Presentado al Ministerio de Educación de Colombia

Maria Araceli Ruiz-Primo
University of Colorado Denver

Con

Maria Heller

Melina Furman

Guillermo Solano-Flores

Enero 19, 2014

Contenido

	Página
I. Resumen Ejecutivo	9
II. Evaluación de los Materiales Instruccionales de Ciencias de los Modelos Educativos Flexibles en Zonas Rurales: Introducción	24
III. Materiales Evaluados	25
IV. Evaluación de los Materiales por Expertos	26
Evaluación de la consistencia ente los expertos	26
Caracterización de los materiales	26
Caracterización de los Contenidos	26
Caracterización de las Actividades Instruccionales	43
Caracterización del Rol del Docente en los Materiales	71
Caracterización del Rol del Estudiante en los Materiales	73
Alineamiento de los Materiales y los Estándares: Acciones de Pensamiento y Producción y Competencias	76
Conexiones de Conceptos Intra-Grado e Inter-Grado	85
V. Análisis de los Materiales por Docentes Rurales	98
Taller 1: Septiembre, 2013	98
Resultados del Análisis de los Docentes en el Taller 1	104
Taller 2: Noviembre, 2013	119
Resultados del Análisis de los Docentes en el Taller 2	129
VI. Conclusiones	139
VII. Referencias	149
VIII. Apéndices	
Apéndice A	152
Apéndice B	171

Tablas

	Página
Tabla 1. <i>Unidades Evaluadas: Número de Unidades Analizadas por Expertos y Docentes por Grado</i>	25
Tabla 2. <i>Conceptos Identificados en los Materiales por Unidad/Módulo y Grado</i>	27
Tabla 3. <i>Nivel de Profundidad en el Tratamiento de los Conceptos: Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	32
Tabla 4. <i>Adecuación del Tratamiento de los Conceptos: Frecuencias y Porcentajes por Categoría de Error y Grado</i>	34
Tabla 5. <i>Uso de Indicadores Gráficos para la Identificación de los Conceptos Críticos: Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	34
Tabla 6. <i>Habilidades Prácticas de Proceso Científico: Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	36
Tabla 7. <i>Habilidades Sociales: Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	42
Tabla 8. <i>Actividades Identificadas en los Materiales para Mediar el Aprendizaje de los Estudiantes: Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	44
Tabla 9. <i>Habilidades Prácticas de Proceso Científico, Habilidades Sociales y Actividades Instruccionales Usadas en Los Materiales de Tercer Grado: Frecuencias por Concepto</i>	50
Tabla 10. <i>Habilidades Práctica de Proceso Científico, Habilidades Sociales y Actividades Instruccionales Usadas en Los Materiales de Quinto Grado: Frecuencias por Concepto</i>	51
Tabla 11. <i>Habilidades Prácticas de Proceso Científico, Habilidades Sociales y Actividades Instruccionales Usadas en Los Materiales de Séptimo Grado: Frecuencias por Concepto</i>	52
Tabla 12. <i>Habilidades Prácticas, Habilidades Sociales y Actividades Instruccionales Usadas en Los Materiales de Décimo Grado: Frecuencias por Concepto</i>	53
Tabla 13. <i>Juicios Emitidos acerca de las Demandas Cognitivas Impuestas a los Estudiantes en las Actividades Instruccionales : Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	55
Tabla 14. <i>Juicios Emitidos acerca de la Adecuación de las Actividades Instruccionales para Mediar el Aprendizaje: Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	58

Tabla 15. <i>Juicios Emitidos acerca de la Adecuación de las Actividades Instruccionales para Mediar el Aprendizaje de las Habilidades Prácticas: Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	61
Tabla 16. <i>Juicios Emitidos acerca de la Adecuación de las Ilustraciones como Apoyo al Aprendizaje de Contenido: Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	70
Tabla 17. <i>Funciones del Docente Identificadas: Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	72
Tabla 18. <i>Funciones del Docente Identificadas: Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	74
Tabla 19. <i>Funciones del Estudiante Identificadas: Frecuencias y Porcentajes por Grado</i>	74
Tabla 20. <i>Nivel de Tratamiento de las Acciones de Pensamiento y Producción por Concepto: Frecuencias y Porcentajes y por Grado</i>	78
Tabla 21. <i>Acciones de Pensamiento y Producción No Tratadas o Tratadas Superficialmente en Tercer Grado</i>	80
Tabla 22. <i>Acciones de Pensamiento y Producción No Tratadas o Tratadas Superficialmente en Quinto Grado</i>	81
Tabla 23. <i>Acciones de Pensamiento y Producción No Tratadas o Tratadas Superficialmente en Séptimo Grado</i>	82
Tabla 24. <i>Competencias No Tratados en Décimo Grado</i>	84
Tabla 25. <i>Conexiones de los Conceptos Intra-Grado para Tercer Grado</i>	85
Tabla 26. <i>Conexiones de los Conceptos Intra-Grado para Quinto Grado</i>	88
Tabla 27. <i>Conexiones de los Conceptos Intra-Grado para Séptimo Grado</i>	90
Tabla 28. <i>Conexiones de los Conceptos Intra-Grado para Décimo Grado</i>	92
Tabla 29. <i>Conceptos Identificados por Grado Relacionados al Tópico, Relaciones entre Seres Vivos</i>	93
Tabla 30. <i>Habilidades Prácticas Identificadas en los Conceptos Inter-Grado: Frecuencia por Grado</i>	94
Tabla 31. <i>Tratamiento de las Habilidades, Observar y Clasificar/Comparar en Cuatro Grados</i>	95
Tabla 32. <i>Nivel de Profundidad en el Tratamiento de los Conceptos: Frecuencia por Grado</i>	95
Tabla 33. <i>Tipos de Conexiones Entre Grados: Frecuencia por Grado</i>	96

Tabla 34. <i>Descripción de los Participantes del Taller 1 por Región, Número de Participantes y Promedio de Años de Experiencia</i>	98
Tabla 35. <i>Experiencia de los Participantes del Taller 1 Enseñado los Diferentes Grados: Frecuencia</i>	99
Tabla 36. <i>Organización de los Materiales Analizados en el Taller 1 por Tópico y Grupo</i>	100
Tabla 37. <i>Tipos de Conocimiento Promovidos y Evaluados por Grado: Número de Actividades</i>	106
Tabla 38. <i>Tipos de Conocimiento Promovidos y Evaluados por Grado: Porcentaje de Actividades</i>	107
Tabla 39. <i>Aspectos Positivos Identificados en los Materiales por los Docentes por Categoría</i>	108
Tabla 40. <i>Aspectos Problemáticos Identificados en los Materiales por los Docentes por Categoría</i>	109
Tabla 41. <i>Observaciones de Aspectos Positivos y Problemáticos por Tópico: Frecuencias</i>	111
Tabla 42. <i>Observaciones de Aspectos Positivos y Problemáticos por Grado: Frecuencias</i>	111
Tabla 43. <i>Número de Guías en las que se Identificaron Aspectos Positivos por Tópico, Grado y Categoría</i>	113
Tabla 44. <i>Número de Guías en las que se Identificaron Aspectos Problemáticos por Tópico, Grado y Categoría</i>	114
Tabla 45. <i>Opiniones Positivas por Aspecto y Categoría: Frecuencia</i>	115
Tabla 46. <i>Opiniones Desfavorables por Aspecto y Categoría: Frecuencia</i>	116
Tabla 47. <i>Descripción de los Participantes por Región, Número de Participantes y Promedio de Años de Experiencia del Taller 2</i>	120
Tabla 48. <i>Experiencia de los Participantes Enseñado los Diferentes Grados: Frecuencia</i>	121
Tabla 49. <i>Organización de los Materiales Analizados en el Taller 2 por Tópico y Grupo</i>	122
Tabla 50. <i>Tipos de Actividades y Habilidades Identificadas por los Docentes con Ejemplos de Descripciones</i>	
Tabla 51. <i>Tipos de Habilidades Promovidas en las Guías: Porcentajes por Grado</i>	131
Tabla 52. <i>Confluencia de Habilidades de Interacción Social y Habilidades/Actividades Genéricas y Científicas: Porcentaje de Guías, Todos los Grados Combinados</i>	133

Tabla 53. <i>Adecuación de las Actividades para Promover el Aprendizaje de los Conceptos Tratados en las Unidades: Porcentaje por Grado</i>	134
Tabla 54. <i>Razones por las que las Actividades son Adecuadas para Promover el Aprendizaje de los Conceptos Incluidos en las Unidades: Categorías por Grado</i>	136
Tabla 55. <i>Razones por las que la Actividades no son Adecuadas para Promover el Aprendizaje de los Conceptos Incluidos en las Unidades: Categorías por Grado</i>	137
Tabla 56. <i>Tipo de Conocimiento Promovido por las Actividades Incluidas en las Unidades: Porcentaje por Grado</i>	138

Figuras

	Página
<i>Figura 1.</i> Ejemplo del tratamiento de un concepto con bajo nivel de profundidad. Concepto <i>energía eléctrica</i> en la Unidad 1, Guía 7, Tercer Grado (p.60).	30
<i>Figura 2.</i> Ejemplo de ilustración inadecuada presentada en la Guía 1, Unidad 1 de los Materiales de Tercer Grado (p.11).	39
<i>Figura 3.</i> Ejemplo de ilustración inadecuada presentada al principio de la Guía 4, Unidad 2 de los Materiales de Tercer Grado (p. 38).	56
<i>Figura 4.</i> Ejemplo de una actividad práctica inadecuada presentada en la Guía 2, Unidad 1 de los Materiales de Séptimo Grado (p. 23).	59
<i>Figura 5.</i> Ejemplo de una ilustración decorativa presentada en la Guía 15, Unidad 6, Tercer Grado (p. 50).	62
<i>Figure 6.</i> Ejemplo de una ilustración integrada explícitamente (Momento Uno, Décimo Grado, pp. 31 y 32).	63
<i>Figure 7.</i> Ejemplo de una ilustración integrada explícitamente (Módulo 1, Guía 2, Séptimo Grado, p. 26).	64
<i>Figura 8.</i> Ejemplo de una ilustración inadecuada presentada en la Guía 1, Unidad 1, Quinto Grado (p.10).	65
<i>Figura 9.</i> Ejemplo de ilustraciones inadecuadas en la Guía 1, Unidad 1, Quinto Grado (pp.12 y 14).	65
<i>Figura 10.</i> Ejemplo de una ilustración con inexactitudes en las proporciones en la Guía 13, Unidad 6, Tercer Grado (p.38).	66
<i>Figura 11.</i> Ejemplos de ilustraciones con animismo. Ilustración (a) se presenta en la Unidad 6, Guía 14, Tercer Grado (p.48). Ilustración (b) se presenta en la Unidad 1, Guía 2, Segundo Grado (p.17).	67
<i>Figura 12.</i> Ejemplos de ilustraciones con contextos ajenos al rural. Ilustración (a) se encuentra además con animismo en la Guía 22, Unidad 9, Tercer Grado (p.70). Ilustración (b) en la Guía 3, Módulo 1, Séptimo Grado (p.35).	68

<i>Figura 13.</i> Ejemplos de ilustraciones con etiquetas equivocadas presentadas en la Guía 8, Módulo 2, Séptimo Grado (p.89).	69
<i>Figura 14.</i> Ejemplo de ejercicio de autoevaluación informal en Décimo Grado que se presenta al final de cada uno de los cuatro momentos (pp. 92, 170, 223 y 266).	76
<i>Figura 15.</i> Ejemplo de los tipos de conexiones entre conceptos y entre grados.	97
<i>Figura 16.</i> Herramienta para la documentación del Análisis de lo Deseado	102
<i>Figura 17.</i> Agenda del primer día del Taller 1.	102
<i>Figura 18.</i> Tabla revisada para la documentación del análisis de lo deseado y lo implementado en Taller 1.	103
<i>Figura 19.</i> Ejemplo proporcionado para la identificación de habilidades prácticas científicas y las habilidades sociales después de haber identificado los conceptos, explicaciones y principios.	124
<i>Figura 20.</i> Agenda del segundo día, Taller 2.	124
<i>Figura 21.</i> Porcentajes de los tipos de habilidad/actividad identificados en las guías. Todos los grados combinados. Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad próxima.	132

Resumen Ejecutivo

Es innegable que una meta crítica en educación es la posibilidad de que los estudiantes transfieran lo que han aprendido en los contextos escolares a otros contextos. El valor de lo que aprendemos tiene sentido en la medida en la que podemos aplicarlo a situaciones y contextos que están fuera de la escuela.

Cuando se estudia la transferencia del aprendizaje es importante comprender las experiencias de aprendizaje que llevan a esa transferencia (Bransford, Brown, & Cocking, 1999). Se puede argumentar fácilmente que estas experiencias de aprendizaje son una función de los materiales curriculares y de su implementación (Ruiz-Primo, Li, Giamellaro, Wills, Mason, Lan, & Wang, 2012), lo que se ha descrito como, *currículo planeado* y *currículo implementado*. Es la combinación de estos dos tipos de currículos lo que determina el *currículo aprendido* (Schmidt et al, 1996).

El currículo planeado es una estructura formal de las experiencias de aprendizaje organizadas de acuerdo con objetivos, metas y contenidos que se organizan no sólo con base en la disciplina, sino también de una manera que, idealmente, debiera ayudar al estudiante a construir una estructura coherente y cohesiva de información que le facilite la aplicación de ese conocimiento en contextos diferentes. Los materiales curriculares involucran una serie de experiencias de aprendizaje que pueden favorecer la memorización de información, y por lo tanto, inducir a una transferencia de aprendizaje pobre; o bien pueden favorecer experiencias de aprendizaje que ayuden a un procesamiento de información más profundo, y por tanto, incrementen la probabilidad de que la transferencia de aprendizaje tenga lugar.

El currículo implementado usualmente difiere del planeado por diversas razones. Entre tales razones destacan la falta de recursos materiales y humanos, limitaciones de tiempo o espacio, la disposición de los estudiantes, diferencias en estilos pedagógicos y, por supuesto, la falta de claridad en los materiales curriculares a ser implementados. La falta de claridad acerca de cómo los estudiantes y el docente pueden alcanzar las metas de aprendizaje propicia una implementación disfuncional de los materiales curriculares (Ruiz-Primo, 2005).

El currículo aprendido tiene un efecto crítico cuando se habla de evaluación. Diferentes experiencias de aprendizaje pueden ser equivalentes cuando, por ejemplo, lo que evalúa una prueba estatal o nacional se enfoca únicamente en la memorización. Sin embargo, cuando las pruebas se enfocan en cómo los estudiantes aplican (transfirieren) lo que aprendieron, las diferencias en las experiencias de aprendizaje son, sin duda, críticas.

El desarrollo de materiales curriculares es un arte, así como lo es su implementación. Es claro que en el desarrollo curricular es extremadamente importante entender las características de la población objetivo y tener una visión clara de los posibles contextos de su implementación. La *robustez* de un currículo depende de qué tanto éste puede producir resultados de aprendizaje similares cuando se le implementa con docentes con diferentes características e involucra diferentes tipos de estudiantes y diferentes contextos. Tal robustez es más fácil de alcanzar cuando las características de la población objetivo están bien establecidas (e.g., cuando se sabe que los salones en que se le implementa son

salones multigrado). En un currículo de este tipo es razonable esperar que existan lineamientos claros de su implementación para los docentes y los estudiantes y que sus metas de aprendizaje estén claramente especificadas.

En este contexto, la **Evaluación de los Materiales Instruccionales de Ciencias de los Modelos Educativos Flexibles en Zonas Rurales** se llevó a cabo considerando como, parte central del proceso, el esclarecer las características de los materiales instruccionales en relación con las experiencias de aprendizaje ofrecidas para alcanzar las metas que se persiguen en la enseñanza de la ciencia y considerando el rol del docente y de los estudiantes en el proceso de implementación propuesto en dichos materiales.

La evaluación pretendió dar respuesta a las siguientes preguntas: (1) *¿Cuáles son los conceptos, explicaciones o principios, las habilidades prácticas, y las habilidades sociales a los que tienen que prestar atención los docentes y los estudiantes como metas de aprendizaje?* (2) *¿Cuáles son las actividades instruccionales propuestas en los materiales para alcanzar las metas de aprendizaje?* (3) *¿Qué tan adecuadas son las actividades instruccionales propuestas para alcanzar las metas de aprendizaje?* (4) *¿En qué medida están alineadas las metas de aprendizaje y las actividades instruccionales con los Estándares Básicos de Competencias de Ciencias Naturales Colombianos descritos en los materiales como acciones de pensamiento y producción y competencias?* (5) *¿Qué tan adecuadamente apoyan los materiales a los estudiantes para que desarrollen un pensamiento científico sofisticado (es decir, de alta complejidad cognitiva) intra- e inter-gradados en áreas o tópicos específicos?*

La evaluación se llevó a cabo con un equipo de expertos en contenido de ciencias (Dra. Maria Heller y Dra. Melina Furman), enseñanza de la ciencia (Dra. Maria Araceli Ruiz-Primo, Dra. Maria Heller, Dra. Melina Furman, y Dr. Guillermo Solano-Flores), evaluación de la ciencia (Dra. Maria Araceli Ruiz-Primo y Dr. Guillermo Solano-Flores), y aspectos culturales de la enseñanza de la ciencia (Dr. Guillermo Solano-Flores, Dra. Maria Heller y Dra. Melina Furman). En conjunto, el equipo de evaluación cubrió diferentes áreas de experticia, todas ellas necesarias para la evaluación de los materiales.

La evaluación se llevó a cabo utilizando dos estrategias y dos tipos de análisis de contenidos conceptuales. Las dos estrategias de evaluación fueron: *Evaluación de los materiales por expertos* en ciencias, y *Evaluación de los materiales por docentes rurales*. Los dos tipos de análisis conceptual fueron: *evaluación horizontal* (intra-grado) y *evaluación vertical* (inter-grado).

En las dos estrategias se utilizaron, como fuente de información, los materiales instruccionales impresos. Entre las dos estrategias se cubrieron todos los grados, aunque no todas las unidades (denominadas *unidades, módulos, momentos, o proyectos* según el grado) en cada grado. En total se evaluó el 56% (39 unidades) de las unidades identificadas en todos los grados.

En la **evaluación por expertos** se utilizó un sistema de codificación de los materiales. En total se evaluaron 33 aspectos (121 variables) que se organizaron en cuatro categorías: (1) Caracterización de los Materiales por contenidos y por actividades instruccionales, (2) Caracterización del Rol del Docente; (3) Caracterización del Rol del Estudiante; y (4) Alineamiento de los Materiales con los Estándares de Desempeño Colombianos. Para el análisis intra-grado se evaluaron todas las unidades de cuatro grados:

Tercero, Quinto, Séptimo, y Décimo. Para la evaluación inter-grado se evaluaron ocho unidades en cuatro grados consecutivos: Segundo, Tercero, Cuarto, y Quinto. La estrategia de evaluación se basó en la identificación de conceptos críticos en las guías. Estos conceptos fueron la unidad de análisis. Es decir, por cada concepto en la guía se codificaron los 33 aspectos (e.g., ¿Qué habilidades prácticas se identifican en el tratamiento del concepto? ¿Qué actividad o actividades instruccionales se le proponen al estudiante como mediadoras del aprendizaje del concepto?). Los expertos produjeron matrices en Excel como resultado de la codificación de los materiales. Estas matrices fueron el producto analizado.

En la **evaluación por docentes** participaron 52 docentes de 17 zonas rurales del país; 24 en el primer taller de evaluación (representando ocho zonas rurales) y 28 en el segundo taller de evaluación (representando diez zonas rurales). En el primer taller se evaluaron 17 unidades en diez grados consecutivos, del Segundo Grado al Undécimo Grado. En el segundo taller se evaluaron 12 unidades, seis de ellas en seis grados consecutivos del Segundo Grado al Séptimo Grado, y otras seis unidades en diferentes grados: una en Décimo Grado, otra en Undécimo, y cuatro proyectos en Aceleración. En los dos talleres se utilizaron estrategias diferentes de evaluación. En el primero se le pidió a los docentes que identificaran las actividades instruccionales en cada guía de unidades selectas y que determinaran su alineamiento con los desempeños colombianos, el nivel de demanda cognitiva impuesta en las actividades, y las características positivas y las características problemáticas de dichas actividades. En el segundo taller, se le pidió a los docentes que en cada unidad identificaran los conceptos, las explicaciones y los principios tratados, las habilidades prácticas de proceso científico, y las habilidades sociales asociadas con la ciencia. En ambos talleres se produjeron tablas que sintetizaron este trabajo analítico.

La aproximación de la enseñanza de la ciencia utilizada como marco de referencia en la evaluación consideró tres dominios muy cercanos a los propuestos por Duschl (2003). El primer dominio es el de las **estructuras conceptuales**, que son las estructuras que el estudiante debiera comprender con respecto a los conceptos científicos, pero no como conceptos aislados sino como esquemas que le permitan comprender el mundo natural que lo rodea.

El segundo dominio es el de las **habilidades prácticas de proceso científico**, que involucran todas las prácticas y todos los procesos que forman parte de la naturaleza del proceso científico. Estas habilidades son consideradas como fundamentales en la indagación científica (National Research Council, 2001). Entre muchas otras, ellas incluyen: la generación y evaluación de evidencia científica y de explicaciones, el diseño y la conducción de investigaciones, el uso apropiado de técnicas y herramientas para medir y manipular variables, y el desarrollo de explicaciones con base en evidencia. El inter-juego entre esquemas conceptuales y habilidades prácticas es crítico, van de la mano y no pueden separarse cuando se trata de enseñar ciencia.

El tercer dominio es el de las **habilidades de procesos sociales** que se enfocan en cómo se comunica, representa y argumenta el conocimiento científico. Se refiere básicamente a la participación productiva en prácticas científicas y de discurso científico. Las habilidades sociales van más allá de trabajar en grupos pequeños e intercambiar información. En el contexto de la enseñanza de la ciencia, estas habilidades involucran la oportunidad de discutir y argumentar la comprensión que tienen los

estudiantes acerca de los fenómenos naturales con base en evidencias. Es a través de discusiones que la comprensión que tienen los estudiantes se puede hacer evidente, se puede argumentar y construir socialmente un mejor entendimiento a la luz de las contribuciones de otros estudiantes y/o el docente.

De manera conjunta, los tres dominios ayudan a un mejor entendimiento de esquemas epistémicos, fundamentales para entender *la naturaleza de la ciencia* que nos permiten desarrollar y evaluar el conocimiento científico.

Con este marco de referencia, la evaluación se enfocó en identificar los esquemas conceptuales, las habilidades prácticas, y las habilidades sociales tratadas en los materiales instruccionales. La aproximación general fue identificar los conceptos científicos tratados y las habilidades prácticas y sociales asociadas al concepto, así como las experiencias de aprendizaje (actividades instruccionales) utilizadas para mediar el aprendizaje de conceptos, habilidades prácticas y habilidades sociales. Las conexiones conceptuales inter- e intra-grado se usaron como evidencia de la construcción de los esquemas conceptuales tan buscados en la enseñanza de la ciencia.

Resultados Generales de la Evaluación

En este resumen los resultados se presentan de forma general y enfocándose únicamente en los resultados que responden de forma directa a las preguntas de evaluación. El reporte presenta información más detallada.

¿Cuáles son los conceptos, explicaciones o principios, las habilidades prácticas, y las habilidades sociales a los que tienen que prestar atención los docentes y los estudiantes como metas de aprendizaje?

Para responder a esta pregunta se utilizó la información colectada por los expertos por dos motivos: Primero, la revisión de los expertos se hizo de manera consistente de unidad a unidad y de grado a grado. En segundo lugar, solamente en el segundo taller se le pidió a los docentes que identificaran los conceptos, explicaciones o principios. Las discusiones en el taller indicaron que los docentes tenían diferentes niveles de entendimiento acerca de estos términos.

En los cuatro grados evaluados por los expertos se identificaron 38 tópicos y 91 conceptos que se consideró se desarrollaban en los materiales con cierta profundidad. Aquellos conceptos que sólo se mencionaban o definían sin un tratamiento adicional no fueron considerados en el análisis. En Tercer Grado se identificaron 11 tópicos y 25 conceptos. En Quinto Grado se identificaron siete tópicos y 22 conceptos. En Séptimo Grado se identificaron 12 tópicos y 25 conceptos. Finalmente, en Décimo Grado, se identificaron ocho tópicos y 18 conceptos. El análisis reveló que la cobertura de los tópicos y del conocimiento conceptual en los materiales es mayormente superficial. En promedio entre todos los grados, en 30% de los conceptos se encontró al menos algún error en los conceptos. El error más común fue por *simplificación* (16%, 40%, y 56% respectivamente para los grados Tercero, Séptimo y Décimo). Este error consiste en que se proporciona información insuficiente que permita al estudiante entender adecuadamente un concepto.

Aunque todas las habilidades prácticas de proceso científico que se codificaron se encontraron en uno u otro grado, las que en promedio entre los cuatro grados se identificaron con mayor frecuencia fueron: *observación* (49.75%), *llevar a cabo experimentos* (33.75%), *colectar datos* (29.75%), *construir conclusiones* (26.50%), y *encuestar a personas de la comunidad* (24.75%). Aunque, a primera vista, los resultados parecen alentadores, el análisis de estas habilidades reveló la falta de un marco de referencia con respecto a las prácticas científicas y la falta de un entendimiento profundo de la naturaleza de las habilidades prácticas de procesos científicos. Por ejemplo, hay un uso indebido en prácticamente todos los grados de la palabra *experimento* cuando los estudiantes no manipulan ninguna variable. También se observó un tratamiento exageradamente superficial de lo que es “observar”. “Observa con detalle la ilustración” u “Observa la primera ilustración” u “Observen con atención los dibujos...” son instrucciones comunes para el estudiante en todos los materiales. Las diferencias entre mirar, observar, e inferir, se omiten. Peor pero aún, se promueve una concepción errónea de lo que significa observar en el contexto de la ciencia. *Construir conclusiones* en realidad se puede traducir como “describe qué viste o qué observaste” sin que se le dé relevancia alguna a la evidencia que sustente tales explicaciones y al proceso de razonamiento que condujo a dicha explicación. Por ejemplo, ¿se puede concluir algo cuando lo observado es una muestra de $n=1$? ¿Cómo se puede cualificar una explicación cuando la evidencia es limitada?

Debido a la falta de información en los materiales, se consideraron únicamente dos procesos sociales muy generales: compartir información con los compañeros y/o el docente, y comparar/contrastar/argumentar con los compañeros y/o el docente. En Décimo Grado no se identificó ninguna habilidad social que fuera promovida por los materiales. En Tercero, Quinto, y Séptimo Grado la habilidad social observada con mayor frecuencia fue “Compartir información con los compañeros y/o el docente” (72%, 87%, y 100% respectivamente). Sin embargo, compartir información con los compañeros es vista únicamente como una actividad que promueve el intercambio de información. Lo que esta actividad, tan frecuentemente empleada en los materiales, no incluye, son las condiciones requeridas para que el intercambio resulte más productivo, sea benéfico para los estudiantes, y promueva el tipo de habilidades sociales relevante para la enseñanza de las ciencias, la comunicación de información bajo ciertas reglas disciplinarias y la argumentación. Aunque se identificó la habilidad social de comparar/contrastar/y argumentar (44.25% en promedio en tres de los cuatro grados), el resultado es sesgado. Un análisis más profundo indicó que compartir/contrastar, pero no argumentar, es lo que en realidad se promueve más claramente en los materiales. La necesidad de clarificar con mayor precisión el concepto de argumentación en otras evaluaciones es evidente.

¿Cuáles son las actividades instruccionales propuestas en los materiales para alcanzar las metas de aprendizaje?

Se identificaron 23 actividades instruccionales (e.g., copiar texto, completar cuadros comparativos, resolver ejercicios de palabras). En general, de acuerdo con los expertos, no se consideró que las actividades instruccionales identificadas en los materiales proporcionen a los estudiantes las oportunidades necesarias para entender los tópicos científicos con profundidad o para adquirir las habilidades prácticas de proceso científico y sociales en contextos significativos. La actividad instruccional que se identificó con mayor frecuencia en todos los grados fue *Responder a preguntas dadas por el*

docente o la guía (88.50% en promedio entre los cuatro grados). Este porcentaje no incluye otras actividades instruccionales que involucran contestar preguntas (e.g., Responder preguntas sobre un texto informativo). Este resultado contrasta de forma importante con una actividad que no se encontró en ningún grado: *Generar preguntas* (0% en todos los grados). Es importante mencionar no sólo la falta de oportunidades para que los estudiantes generen preguntas, sino que las preguntas identificadas en casi todos los grados se consideraron de bajo nivel cognitivo. Las preguntas que se enfocan únicamente en definir conceptos o identificar hechos factuales ayudan menos a la elaboración de esquemas conceptuales que las preguntas que le permiten al estudiante conectar piezas de información. Por ejemplo, preguntar acerca de las partes de las plantas (conocimiento factual) es diferente a preguntar cómo esas partes de la planta funcionan e interactúan para el mantenimiento, crecimiento y reproducción de la planta (conocimiento esquemático).

La evaluación de los docentes en el Taller 1 indicó que en promedio, considerando todos los grados evaluados (de Segundo Grado a Undécimo Grado), las guías tenían 12 actividades por guía. Esta evaluación arrojó un dato interesante: el número de actividades disminuye considerablemente de educación básica a post-primaria (de 17 actividades en promedio en Segunda Grado, a 6 en Noveno Grado), pero el número de actividades aumenta nuevamente para los grados Décimo y Undécimo (16 y 11 respectivamente). No se encuentra una explicación clara de estas diferencias.

¿Qué tan adecuadas son las actividades instruccionales propuestas para alcanzar las metas de aprendizaje?

Para contestar esta pregunta se consideraron diversos aspectos de las actividades instruccionales: calidad de las instrucciones que se le proporcionan al estudiante para llevar a cabo la actividad, demandas cognitivas, y adecuación de las actividades como mediadores del aprendizaje de los conceptos y las habilidades prácticas de procesos científicos. Además, por concepto identificado se hizo un mapeo de las habilidades prácticas, sociales e instruccionales asociadas a dichos conceptos para identificar las diferencias en el tratamiento de los mismos.

La evaluación de los expertos se enfocó en dos aspectos acerca de las instrucciones: *adecuación de las instrucciones para realizar la tarea y especificación del propósito de la tarea a realizar*. En general, se encontró que en los Grados Tercero, Quinto, y Séptimo no se identificaron actividades con instrucciones inadecuadas en ningún concepto. Sin embargo, en el Décimo Grado, en 78% de los conceptos tratados se encontraron actividades con instrucciones inadecuadas.

Con respecto al propósito de las tareas a realizar, en los Grados Tercero y Décimo, en ninguna de las actividades se le menciona al estudiante el propósito de llevarlas a cabo (por ejemplo, cómo la actividad le ayuda al estudiante a alcanzar las metas de aprendizaje o a aprender acerca del tópico o concepto, o cómo le ayuda a entender ciertas relaciones entre conceptos). En Quinto Grado y Séptimo Grado la situación no es muy diferente. En el 96% y el 88% de los conceptos, respectivamente, se encontraron actividades en las que no se le indica al estudiante la relevancia de las tareas que tiene que realizar. La importancia de comunicar a los estudiantes las metas de aprendizaje y de comunicar cómo una tarea contribuye a alcanzar las metas de aprendizaje es crítica para que el estudiante entienda la relevancia

que tiene la tarea para su aprendizaje. La importancia de entender qué es lo que uno tiene que hacer y por qué se ha demostrado en varios estudios y se le ha reconocido aún más en virtud de la atención que recientemente ha recibido la evaluación formativa.

Debido a la importancia que tienen las demandas cognitivas impuestas al estudiante, los expertos identificaron, de manera global, el nivel de demanda cognitiva impuesta a los estudiantes por concepto. Se identificaron tres niveles de demanda: (1) Baja— actividades, que en el general, dependen del recuerdo y el reconocimiento de información previamente aprendida; (2) Moderada— actividades que involucran un pensamiento más flexible, con más alternativas para elegir; y (3) Alta – actividades que involucran razonamiento, planificación, análisis, emitir juicios, y pensamiento creativo. De acuerdo con la evaluación de los expertos se encontró que en el 59.75% de los conceptos tratados, la actividades propuestas para mediar su aprendizaje tenían un nivel bajo de demanda cognitiva. Solamente en Séptimo Grado se identificaron actividades con un nivel de demanda cognitiva considerado como alto. La desproporción de actividades con una alta demanda cognitiva es de alguna manera inesperada en el Tercer Grado y desalentador en el Décimo. Es importante considerar que cuando la tarea requiere que el estudiante únicamente agregue nueva información a su memoria, el proceso cognitivo primordialmente asociado es el recuerdo. Cuando las tareas requieren que el estudiante ponga atención a la información, identifique aquella que es relevante, y organice e integre esa información con lo que ya tiene en la memoria, la demanda cognitiva es más alta y con ello se hace más probable una mayor retención de la información y una mejor transferencia de aprendizaje.

La adecuación de las actividades instruccionales para apoyar el aprendizaje de los conceptos consideró dos aspectos: *actividad poco guiada* (difícil para el estudiante interpretar lo que hace y por qué lo hace) y *abordaje inadecuado* (superficial o demasiado elevado) del concepto de la actividad de acuerdo con la edad de los estudiantes. El porcentaje de los juicios emitidos por los expertos acerca de la inadecuación de las actividades para aprender los conceptos es alta, 52.5% en promedio en los cuatro grados, con uno o los dos tipos de problemas. Esto indica que, en general, se identificaron más conceptos con actividades inadecuadas, que conceptos con actividades adecuadas. Este resultado de la evaluación de los materiales es alarmante. Una situación similar se encontró con respecto a las actividades propuestas para el aprendizaje de habilidades prácticas. En promedio en los cuatro grados, en más del 50% de los conceptos tratados se identificaron actividades con algún problema. Décimo Grado presenta el número mayor de conceptos con actividades inadecuadas (83%), seguido por Tercer Grado (68%) y Quinto Grado (43%). Séptimo Grado presenta el mayor número de conceptos (72%) con actividades consideradas como adecuadas.

Estos resultados indican que las actividades tienden a ser *poco guiadas* y, por lo tanto, reflejan la falta de claridad para los estudiantes, no sólo acerca de los propósitos de las actividades, sino también acerca de los aspectos en que debe ponerse atención para poder interpretar y elaborar información que ayude a un entendimiento del concepto en cuestión. El estudiante realiza la actividad y la discute con sus compañeros. Sin embargo, de acuerdo con los expertos, es difícil que el estudiante pueda entender con claridad la idea o los conceptos que se pretende que el estudiante aprenda al realizar la actividad. También se observó en las actividades instruccionales la ausencia de un desarrollo profundo de los conceptos. Los conceptos se tratan a nivel declarativo (básicamente definiciones) y mencionando ideas

relacionadas que, dada la superficialidad con la que se les trata, en vez de contribuir al entendimiento de conceptos clave, lo dificultan. Se concluye que las actividades instruccionales propuestas en los materiales son, en general, poco adecuadas para el aprendizaje de los conceptos, habilidades prácticas, y habilidades sociales.

Es importante mencionar que se hizo un análisis del tipo de ilustraciones como recurso para el apoyo al aprendizaje del contenido. Por ilustración se consideraron dibujos, fotos, gráficas y representaciones visuales principalmente no textuales. Tres aspectos guiaron la evaluación del uso de las ilustraciones: *la integración de las ilustraciones con la narrativa relacionada al concepto crítico, lo apropiado de las ilustraciones (exactitud y corrección), y la sensibilidad al contexto rural*. En prácticamente todos los conceptos tratados se usan ilustraciones (95.75% en promedio en todos los grados). Se encontraron ilustraciones inapropiadas y/o incorrectas en todos los materiales revisados. En 34.5% de los conceptos hay ilustraciones que están integradas de manera implícita (35.5%; e.g., “ve la Figura”, sin que se diga qué de la figura hay que ver) y en 34.5% de los conceptos se integran explícitamente y se explican en relación al concepto tratado. En 14% de los conceptos tratados se encontraron ilustraciones inapropiadas (e.g., ilustraciones con animismo, como es el caso de un piedra sonriendo), o una representación inadecuada de la información (e.g., ilustraciones con rótulos incorrectas). En el contexto de la enseñanza de la ciencia, estos errores en los materiales instruccionales no debieran ocurrir.

Finalmente, el mapeo de las habilidades prácticas de proceso y de las habilidades sociales por concepto tratado, indicaron que los conceptos en cada grado reciben un tratamiento muy diferente. No se encuentra una razón clara de esa inconsistencia. En algunos conceptos se tratan hasta 10 habilidades prácticas mientras que en otros ninguna. O bien, algunos conceptos están mediados por hasta 10 actividades instruccionales mientras que otros por ninguna. Entre grados se observa también una diferencia. Séptimo es el grado en el que identificó, en promedio por concepto, el mayor número de habilidades prácticas (cuatro), habilidades sociales (dos), y actividades instruccionales (siete).

Desde luego, es importante tener claridad de que más no es necesariamente mejor. Algunas actividades propuestas son claramente inadecuadas y no promueven el tipo de conocimiento y las habilidades que se debieran perseguir en la enseñanza de las ciencias. Aunque no debe esperarse que todos los conceptos sean tratados de la misma manera en cualquier material, es razonable esperar que ciertos conceptos críticos reflejen un tratamiento más profundo con diversas oportunidades que medien su aprendizaje. No fue claro, de acuerdo con los resultados de la evaluación, cómo se determinó el tipo de atención prestada a los conceptos.

Es claro que el rol del docente y el rol del estudiante están poco elaborados, especialmente si se considera que los materiales se utilizan en contextos con ciertas características (e.g., grupos multigrado). En promedio, se encontró que en el 42% de los conceptos tratados, el docente no tiene ninguna función, no tiene que hacer nada, de acuerdo con los materiales. Un resultado que debe resaltarse es la falta de funciones del docente en Décimo Grado; simplemente, no menciona. El porcentaje más alto, en promedio (53%) de alguna función, se encontró en “revisar trabajo de los estudiantes”. Cabe mencionar que los materiales no proporcionan ninguna guía al docente para evaluar (e.g., criterios de evaluación o rúbricas) o para ayudar a los estudiantes cuando éstos tienen algún problema. Solamente en 5% de los

conceptos (en promedio entre los cuatro grados) se encontró que se le sugería al docente proponer formas de evaluación.

Los resultados no son muy diferentes para el estudiante. En el 50% de los conceptos (en promedio), no se le ofrece al estudiante oportunidad alguna para auto-evaluarse, aunque algunas tareas podrían ser utilizadas con ese propósito. Este porcentaje es sesgado si se considera que en Décimo Grado, por las características del material, se consideró que todos los conceptos ofrecían esta oportunidad debido a una tabla que se presenta al final de cada momento. Sin embargo, la tabla, aunque es de autoevaluación, se enfoca en el trabajo en grupo (e.g., “escuché a mis compañeros”) y no propiamente en lo aprendido por el estudiante. Es clara también la carencia de recursos para que el estudiante sepa qué hacer cuando no entiende algún concepto. En promedio, en 18.5% de los conceptos se encontraron ejercicios de revisión, que en general, no eran de autoevaluación. Solamente en 3% de los conceptos (en promedio en los cuatro grados) se encontraron oportunidades de re-examinar lo hecho, pero sin una guía que permitiera determinar qué está bien o qué está mal. Estos resultados son similares a los encontrados en el análisis de los docentes en el Taller 2, que sugieren que los materiales instruccionales no propician las condiciones para que los estudiantes alcancen un nivel de participación como actores en las disciplinas científicas.

La evaluación de los docentes en el Taller 1 muestra resultados similares en cuanto a las demandas cognitivas de las actividades. De acuerdo con los docentes, la frecuencia con que el conocimiento declarativo se promueve en las guías es abrumadoramente más alta que para los otros dos tipos de conocimiento. Muchas de las actividades en cada guía, de acuerdo con los docentes, promueven exclusivamente conocimiento declarativo. Especialmente notorios fueron los casos de Cuarto Grado y Octavo Grado. En promedio, se encontró que el conocimiento declarativo es promovido en 77% de las actividades, mientras que el conocimiento procedural y esquemático es promovido respectivamente, en 21% y 6% de las actividades.

El análisis de los docentes en este taller revela que se identificó en las guías una mayor variedad de aspectos problemáticos que de aspectos favorables. Los comentarios problemáticos acerca de los materiales por parte de los docentes fueron similares a los encontrados por los expertos: “Las actividades son pobres o insuficientes o no promueven que el estudiante desarrolle sus propias ideas o entienda a fondo los conceptos objetivo”, “Información para el estudiante insuficiente o poco clara”, o “Falta de oportunidades para recibir retroalimentación o falta información para que el estudiante pueda autoevaluarse”. De los comentarios favorables, el de mayor frecuencia (11) fue la “Conexión de actividades o lecturas con el contexto del estudiante”.

La evaluación de los docentes del Taller 2 muestra resultados similares. Los análisis por grado y los análisis combinando todos los grados revelaron consistentemente que los materiales instruccionales tienden a hacer más énfasis en los aspectos generales y operativos comunes a la enseñanza de cualquier contenido que en las habilidades científicas. Los análisis también revelan que, dentro de las habilidades científicas promovidas por los materiales, las de mayor demanda cognitiva son las que menos frecuentemente reciben atención. Los materiales instruccionales tienden a enfocarse en las habilidades científicas más fundamentales y prestan solamente una atención limitada al pensamiento crítico. Estos

docentes, al igual que los expertos encontraron, en promedio a través de todos los grados, que el 46.14% de las actividades identificadas apoyan el aprendizaje de los conceptos identificados. Muchas de las deficiencias identificadas por los docentes pueden ser consideradas como muy serias y son consistentes con aquéllas identificadas por los expertos. Entre muchas otras, estas limitaciones incluyen aquéllas que se refieren a la falta de claridad de las instrucciones, las limitaciones del contenido, la falta de claridad de las ilustraciones, o lo superficial del tratamiento de algunos conceptos.

¿En qué medida están alineadas las metas de aprendizaje y las actividades instruccionales con los Estándares Básicos de Competencias de Ciencias Naturales Colombianos descritos en los materiales como acciones de pensamiento y producción y competencias?

Dos aspectos se consideraron para contestar esta pregunta: *nivel con el que se tratan las acciones de pensamiento y producción y competencias en los materiales, e identificación de aquellas acciones de pensamiento y producción y competencias que no se tratan o se tratan superficialmente en los materiales.* Los expertos emitieron su juicio por cada concepto considerando todas las *acciones de pensamiento y producción* mencionadas en la guía en la que el concepto recibe tratamiento.

Se consideraron seis posibilidades de alineamiento: (1) Conceptos en los que ninguna de las acciones o competencias se trataron; (2) Conceptos en los que todas acciones o competencias se trataron, pero superficialmente; (3) Conceptos en los que todas las acciones o competencias se trataron adecuadamente; (4) Conceptos en los que algunas acciones o competencias no se trataron y otras se trataron superficialmente; (5) Conceptos en los que algunas acciones o competencias no se trataron y otras que se trataron adecuadamente; y (6) Conceptos en los que algunas acciones o competencias se trataron superficialmente y otras se trataron adecuadamente.

En promedio, considerando todos los conceptos en todos los grados y su alineamiento con las acciones y competencias, se observó que el porcentaje más alto (48%) se dio en la categoría, *algunas acciones y competencias no se tratan y otras se tratan adecuadamente*. Esto significa que en casi la mitad de los conceptos tratados en los cinco grados, las acciones de pensamiento y prácticas y las competencias perseguidas están alineadas parcialmente con las actividades instruccionales que se proponen para mediar el aprendizaje de los conceptos, de las habilidades prácticas de proceso científico, y de las habilidades sociales. Este porcentaje es seguido por la categoría, *todas las acciones y competencias se trataron adecuadamente* (22.75%). Con porcentajes similares (11.5% y 12%) se identificaron dos categorías en los conceptos identificados: (1) *todas las acciones y competencias son tratadas superficialmente* y (2) *algunas acciones y competencias no son tratadas y algunas acciones son tratadas superficialmente*.

¿Qué tan adecuadamente apoyan los materiales a los estudiantes para que desarrollen un pensamiento científico más sofisticado (es decir, de alta complejidad cognitiva) intra- e inter-grados en áreas o tópicos específicos?

Para contestar esta pregunta, por cada concepto identificado en los materiales se hizo la siguiente pregunta, *¿Hay conexiones entre el concepto correspondiente con otro(s) concepto(s) en esta o en otras unidades?* Si se identificaba una conexión, los expertos tenían que identificar el concepto con el que se

conectaba. Cada concepto recibió un código que lo identificó por grado, unidad/módulo/momento, y guía. Esta estrategia permitió hacer el seguimiento por concepto a través de los tópicos dentro de un mismo grado y entre grados.

De manera consistente, se observó la falta de conexiones ente conceptos y tópicos. Un resultado importante es la falta de conexiones explícitas en los materiales. La mayor parte de las conexiones fueron identificadas por los expertos con base en su conocimiento, no porque los materiales ayudaran de manera explícita a establecer dichas conexiones. En la evolución de los tópicos dentro de una unidad y de una unidad a otra se pierden muchas oportunidades de revisar los conceptos anteriores y reforzar el aprendizaje.

La falta de conexiones entre conceptos y tópicos refleja la ausencia de una concepción coherente y alineada a metas de aprendizaje que reflejen ideas centrales, más que estándares y competencias discretos. El diseño y desarrollo de materiales instruccionales debiera comenzar con una claridad de las metas de aprendizaje y no con un contenido a cubrir. ¿Qué es lo que los estudiantes tienen que aprender como resultado de las experiencias de aprendizaje a corto y a largo plazo?

La evaluación de los materiales inter- grado hizo evidentes tres características de los materiales. En primer lugar, falta coherencia entre los tópicos tratados de grado a grado. Para los expertos fue difícil encontrar tópicos tratados de forma espiral en la cual los conceptos se elaboren y desarrollen más profundamente de unidad a unidad y de grado a grado. En segundo lugar, falta una *idea central* que unifique los conceptos presentados de grado a grado. Por ejemplo, los conceptos podrían ser tratados de manera más efectiva considerando ideas centrales tales como *estructura y función* o *sistema*. En Tercer lugar, faltan conexiones explícitas entre conceptos tratados de grado a grado e intra-grado. Es poco probable que los estudiantes puedan hacer conexiones entre conceptos tratados en otros grados si no se les proporcionan las oportunidades para que ello suceda.

Es importante notar que las *acciones de pensamiento y producción y competencias* que en las guías y en los momentos pretenden abordar los estándares tampoco reflejan una concepción basada en ideas centrales (o lo que se ha llamado “grandes ideas”) que ayuden a los estudiantes a generar esquemas o modelos de conocimiento, más que a enfocarse en piezas pequeñas de información que no están relacionadas. Este tipo de diseño de materiales promueve inconexiones más que una organización coherente del conocimiento. Ello disminuye la probabilidad de que la información aprendida se transfiera. Es claro que no se dan las oportunidades para aprender ningún concepto de manera profunda y conectada. Esta evaluación ha proporcionado consistentemente evidencia de este problema.

Recomendaciones

En esta sección se proporcionan algunas recomendaciones con base en los resultados encontrados y con base en dos suposiciones acerca de los materiales: los materiales (1) son esencialmente de autoaprendizaje, y (2) se les utiliza principalmente en salones multigrado en los que la atención del docente está dividida entre estudiantes con distintas necesidades.

- **Definir un marco de referencia que defina qué significa aprender ciencias.** Sin un marco de referencia en apoyo de los autores de los materiales, los docentes, y los estudiantes, no queda claro que ser competente en ciencia es una competencia multifacética y, por tanto, requiere de un amplio rango de experiencias que puedan apoyar el aprendizaje. Un marco de referencia ayudaría a entender claramente las deficiencias de los materiales y a proponer estrategias para resolverlas.
- **Definir un marco de referencia que defina qué características debe tener un material de autoestudio.** ¿Qué características son necesarias para que un material sea efectivo como material de autoestudio? ¿Qué características deben tener las experiencias de aprendizaje para motivar al estudiante a controlar su actividad cognitiva en la tarea, para auto-regularse? ¿Qué componentes son indispensables en un material de instrucción para autodidactas? ¿Cuál es el rol del docente en estos contextos? El papel de la autoevaluación, la retroalimentación, las acciones a seguir si algo no se entiende o no se ha aprendido deben definirse con claridad. Clarificar estos componentes ayudaría a mejorar el diseño de las experiencias de una manera más efectiva.
- **Adoptar un marco de referencia que ayude a identificar con claridad ideas disciplinarias centrales y prácticas a través de los grados.** Es claro que el propósito de la enseñanza de la ciencia no es el aprendizaje de una lista de conceptos y hechos (como se presenta en los materiales), sino el desarrollo en el estudiante de esquemas conceptuales que tengan un poder explicativo de aspectos importantes del mundo natural. El diseño curricular alrededor de estas grandes ideas o ideas centrales es crítico para ayudar a los estudiantes a construir dichos esquemas. La adopción de un marco de referencia para la enseñanza de las habilidades prácticas ayudaría a establecer una estrategia que permitiría enfocarse en prácticas fundamentales que se desarrollaran a los largo de los grados. Es importante que los contenidos reflejen la importancia que tiene para los estudiantes entender la naturaleza y el desarrollo del conocimiento científico. Es importante presentar a la ciencia no como un cuerpo de conocimientos que refleja lo que se entiende actualmente acerca del mundo, sino también como una serie de prácticas que se usan para establecer, extender, y refinar ese conocimiento (National Research Council, 2012).
- **Diseñar un currículo y materiales instruccionales más enfocados.** El tratamiento de muchos conceptos de manera superficial e inconexa no ayuda a la formación de esquemas conceptuales. Pocos conceptos conectados alrededor de ideas centrales, pero tratados con mayor profundidad, pueden promover el aprendizaje de esquemas conceptuales más efectivamente y, con ello, se incrementa la probabilidad de que la transferencia del aprendizaje tenga lugar. El estudio de los currículos en países con un alto rendimiento en pruebas internacionales (e.g., TIMSS) indica que el número de conceptos que se espera que los estudiantes aprendan en un grado determinado es relativamente pequeño (por ejemplo, nueve en promedio en Segundo Grado de primaria) permitiendo que los conceptos se traten con mayor profundidad (Schmidt et

al. 1999). El número de conceptos tratados en cualquiera de los grados en los materiales evaluados es el doble o más del doble.

- **Diseñar experiencias de aprendizaje (actividades instruccionales) con demandas cognitivas más altas.** Para que el aprendizaje y la transferencia de ese aprendizaje tenga lugar, deben diseñarse actividades que contengan demandas cognitivas altas. Las demandas cognitivas pueden ser altas aún en los primeros grados de primaria, como lo reflejan las expectativas de ejecución para los estudiantes de escuela primaria en estándares nacionales de otros países.
- **Diseñar experiencias de aprendizaje (actividades instruccionales) que involucren a los estudiantes en prácticas de proceso científico de manera significativa.** Las experiencias de aprendizaje debieran requerir que los estudiantes se involucren en construir, aplicar, refinar y aplicar el conocimiento. Más allá de enseñarle al alumno algoritmos o procedimientos rutinarios, es necesario establecer prácticas que estén relacionadas con las prácticas científicas.
- **Diseñar las experiencias de aprendizaje con base en un modelo de autoaprendizaje que tenga como punto central la metacognición.** Las experiencias deben de estar organizadas alrededor de un proceso de *auto-regulación* que permita a los estudiantes definir metas de aprendizaje y desarrollar estrategias de auto-monitoreo de su aprendizaje y de auto-control y auto-reflexión. Las experiencias de aprendizaje tienen que diseñarse de una manera que permita a los estudiantes monitorear, controlar y regular sus acciones cognitivas (Pintrich, 2000, 2004; Zimmerman, 2001). El diseño de estas habilidades metacognitivas tiene que desarrollarse de una manera coherente que les ayude a construir, paso a paso, dichas habilidades mediante actividades guiadas como la de modelar estrategias.
- **Proporcionar desarrollo profesional al docente rural.** Las experiencias con los docentes en los dos talleres hizo evidente la necesidad de proveerlos de un desarrollo profesional orientado a promover una mejor comprensión de los dominios involucrados en la enseñanza de la ciencia, más que simplemente implementar los materiales. Este desarrollo profesional también debiera promover entre los docentes habilidades que les permitan saber si los estudiantes están aprendiendo y qué hacer cuando dicho aprendizaje no está ocurriendo. Es importante que el docente entienda las metas de aprendizaje perseguidas, conozca más profundamente los materiales, y que tenga conocimiento disciplinario y conocimiento de la pedagogía de la disciplina para poder ayudar a los estudiantes a alcanzar las metas de aprendizaje.
- **Revisar cuidadosamente las acciones de pensamiento y prácticas y las competencias alineadas con los desempeños de los estándares colombianos.** El alineamiento parcial de los desempeños con los materiales instruccionales es un problema que se podría considerar de menor importancia comparado con la calidad de las acciones y competencias propuestas. El análisis de las acciones propuestas en las guías indica la falta de coherencia de los desempeños. Los mismos desempeños se repiten de unidad a unidad y de grado a grado sin que se note de

manera muy clara una transición entre desempeños de lo simple a lo complejo. Es claro que aquellos desempeños directamente relacionados con el contenido se hacen más complejos de acuerdo con el nivel, pero se presentan más como objetivos instruccionales que como competencias. La concepción de lo que es una competencia en los materiales parece ser incongruente con la concepción de competencia propuesta por la Organización para Cooperación Económica y del Desarrollo (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD, 2005). Es importante hacer notar que las competencias, como se les entiende en el contexto de las “Competencias para el Siglo 21” están pensadas en relación con la transferencia de aprendizaje. Claramente, los materiales evaluados no promueven esa transferencia.

- **Clarificar el papel de los materiales.** Se debe dejar claro al docente y al estudiante que los materiales son básicamente de auto-estudio, y que se pretende que sean utilizados en situaciones escolares formales en las que el estudiante juega un rol autodidacta. La falta de claridad del papel que juegan los materiales se refleja en la falta de una organización que le proporcione al estudiante las oportunidades necesarias para que se autoevalúe y sepa qué hacer si no entiende algo, y para que haya un proceso de retroalimentación (e.g., mediante rúbricas). Clarificar el papel de los materiales también ayudaría a esclarecer el rol del docente.
- **Desarrollar una guía de implementación para el docente.** En relación con la recomendación anterior, es claro que los docentes necesitan tener una guía que les ayude a implementar eficiente y efectivamente los materiales. En Grado Séptimo hay una guía para el docente pero esta guía es demasiado superficial e imprecisa (con errores).
- **Revisar cuidadosamente el diseño gráfico de los materiales.** Las características que deben tener las ilustraciones científicas que se usan en los materiales instruccionales de ciencias deben ser tomadas con mucha más seriedad. El uso de múltiples modos semióticos (e.g, visual y textual) de acuerdo con sistemas complejos de convenciones es una característica definitoria de la comunicación científica (Lemke, 1998). Las ilustraciones científicas son un tipo de comunicación visual en ciencias (Wood, 1994) que requiere que el ilustrador, antes que nada, tenga un conocimiento profundo de la disciplina para evitar errores (Wood, 1994) o que trabaje bajo la supervisión directa de los expertos en contenido. El ilustrador debe crear las ilustraciones de acuerdo con el nivel de conocimiento del usuario. Para que ello sea posible, el contenido de las ilustraciones en relación con el texto debe determinarse minuciosamente. Este es un trabajo que requiere la colaboración de los expertos en el contenido, los educadores que desarrollan los materiales instruccionales, y el ilustrador (Solano-Flores & Wang, 2011).
- **Desarrollar un marco de referencia para el diseño las ilustraciones incluidas en los materiales.** Desafortunadamente, muchas de las ilustraciones incluidas los materiales evaluados contienen errores que pueden engañar y confundir al estudiante y cuyas características (e.g., la caricaturización, el animismo) son cuestionables en el contexto de la enseñanza de la ciencia. A fin de optimizar el aprendizaje, las ilustraciones deben diseñarse siguiendo con una concepción

que guíe el uso de los distintos recursos gráficos. El uso del color (o blanco y negro o tonalidades en gris), el tamaño de la ilustración, el tipo de línea y sombra (e.g., sólida o punteada), la proyección tridimensional, el uso de rótulos y flechas, y la referencia explícita a la ilustración en el texto, el uso de leyendas (y su estilo y extensión), entre muchos otros aspectos, no deben dejarse a la elección del ilustrador. Por el contrario, su uso debe decidirse con base en el tipo de contenido científico, la función pedagógica que se pretende tenga la ilustración, y las características del texto. Un diseño sistemático de ilustraciones produce consistencia en el material gráfico y contribuye a que el estudiante interprete mejor las ideas que se pretende transmitir usando el texto y la imagen en combinación.

- **Promover en los materiales instruccionales lineamientos claros de implementación para los docentes y los estudiantes y con metas de aprendizaje claramente especificadas.** Para que haya una mayor probabilidad de alcanzar exitosamente las metas de aprendizaje, se deben especificar claramente las condiciones bajo las cuales los materiales tienen que implementarse. Como están diseñados actualmente, los materiales no ayudan a una implementación con fidelidad de sitio a sitio. En cada aula, cada escuela y cada docente pueden implementarlos de muy diferentes maneras, lo cual afecta su efectividad. Es importante que en su implementación se identifiquen diferentes situaciones (e.g., unigrados, multigrados, número de estudiantes en el grado) y se establezcan los requerimientos necesarios para que los materiales funcionen adecuadamente. Esto es una cuestión de fidelidad de implementación que no está considerada en el diseño de los materiales (Ruiz-Primo, 2005). Es importante notar que estos materiales tienen, sin duda, un contexto más delimitado de implementación que otros materiales curriculares y por tanto, debiera sacarse provecho de esta característica.

Evaluación de los Materiales Instruccionales de Ciencias de los Modelos Educativos Flexibles en Zonas Rurales: Introducción

El propósito de este documento es proveer información acerca de la evaluación de la calidad de los materiales instruccionales de los modelos educativos flexibles de ciencia dirigidos a zonas rurales de Colombia.

Este trabajo consistió en dos tipos de evaluación: (1) evaluación de los materiales por expertos en ciencias y (2) evaluación de los materiales por los docentes rurales que los han utilizado. La evaluación de los expertos se hizo con base en los materiales de cuatro grados: Tercero, Quinto, Séptimo, y Décimo. La evaluación de los docentes rurales se hizo en dos talleres con docentes rurales. En el primero, realizado en Septiembre del 2013, se analizaron muestras de los materiales de los Grados Segundo al Undécimo. En el segundo taller, realizado en Noviembre del mismo año, se analizaron muestras de los materiales de los Grados Segundo al Séptimo, Décimo, Undécimo y Aceleración.

Se formularon cinco preguntas de evaluación:

¿Cuáles son los conceptos, explicaciones o principios, las habilidades prácticas, y las habilidades sociales a los que tienen que prestar atención los docentes y los estudiantes como metas de aprendizaje?

¿Cuáles son las actividades instruccionales propuestas en los materiales para alcanzar las metas de aprendizaje?

¿Qué tan adecuadas son las actividades instruccionales propuestas para alcanzar las metas de aprendizaje?

¿En qué medida están alineadas las metas de aprendizaje y las actividades instruccionales con los Estándares Básicos de Competencias de Ciencias Naturales Colombianos descritos en los materiales como acciones de pensamiento y producción y competencias?

¿Qué tan adecuadamente apoyan los materiales a los estudiantes para que desarrollen un pensamiento científico más sofisticado (es decir, de alta complejidad cognitiva) intra-grado e inter-grados en tópicos o áreas específicas?

Evaluación de los Materiales por Expertos. Esta evaluación utilizó como fuente de información los materiales instruccionales (unidades en las cuartillas). Los documentos fueron analizados utilizando un sistema de codificación que permitió coleccionar y organizar información por unidad. La evaluación de los materiales por expertos se centró en cuatro aspectos: (1) identificación y caracterización de los contenidos y de las actividades instruccionales, (2) rol del docente, (3) rol del estudiante, y (4) alineamiento del contenido con los Estándares Básicos de Competencias de Ciencias Naturales Colombianos. Un segundo análisis se llevó a cabo para determinar las conexiones conceptuales inter-grado.

Evaluación de los Materiales por Docentes Rurales. Al igual que la evaluación por expertos, esta evaluación utilizó como fuente de información los materiales instruccionales, pero el análisis fue realizado por los docentes que utilizan o han utilizado habitualmente en sus clases dichos materiales. Al igual que la evaluación de los materiales por expertos, esta evaluación se basó en el análisis del contenido, las actividades instruccionales, y los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Materiales Evaluados

La evaluación se efectuó por unidades (denominadas *unidades, módulos, momentos, o proyectos* según el grado). Se identificaron 70 unidades en total entre los Grados Segundo y Undécimo y los seis proyectos de los materiales de Aceleración (Tabla 1). De estas 70 unidades se analizaron un total de 39 a través de todos los grados, lo que constituye un 56% de las unidades identificadas. De estas 39 unidades, 30 fueron evaluadas tanto por los expertos como por los docentes en los Talleres 1 y 2. Adicionalmente, de estas 39 unidades, cinco no fueron evaluadas por los expertos pero analizadas por los docentes en el Taller 1, y cuatro consistieron en proyectos de Aceleración no evaluados por los expertos pero analizados por los docentes en el Taller 2.

Tabla 1. *Unidades Evaluadas: Número de Unidades Analizadas por Expertos y Docentes por Grado*

Grado	Número de Unidades ^a	Evaluación por Expertos ^b	Evaluación por Docentes: Taller 1 ^c	Evaluación por Docentes: Taller 2 ^c
2º	8	2	2	1
3º	9	9	2	1
4º	8	2	2	1
5º	7	7	2	1
6º	6		1	1
7º	6	6	1	1
8º	6		1	
9º	6		1	
10º	4	4	3	1
11º	4		2	1
Aceleración	6			4
Total	70	30	17	12

^a En 6º y 7º grado las unidades se llaman *módulos*; en 10º y 11º se llaman *momentos*, y en Aceleración se llaman *proyectos*.

^b En el grado 10º se analizaron los Momentos "A" – Química y Biología y "C" – Física.

^c En los grados 10º y 11º se analizaron únicamente los Momentos "A" – Química y Biología.

Evaluación de los Materiales por Expertos

La codificación de los materiales se realizó por dos expertas, una bioquímica con doctorado en Inmunología (Dra. Heller) y otra bióloga con doctorado en Educación (Dra. Furman). Ambas expertas tienen experiencia profesional en educación de la ciencia en contextos rurales y en el análisis de materiales didácticos.

La codificación de los materiales (colección de datos) se llevó a cabo utilizando una matriz cuyas columnas fueron las variables a codificar, y los renglones los conceptos identificados en los materiales. Por cada concepto identificado en los materiales, se codificaron 33 variables (en total 121 columnas). Para la codificación se utilizó Excel. Aproximadamente el 50% de las variables involucró emitir un juicio para determinar lo adecuado, pertinente o relevante del aspecto evaluado, el otro 50% de las variables involucró la identificación/descripción del aspecto evaluado usando códigos pre-establecidos.

Evaluación de la Consistencia entre Expertos

La evaluación de la consistencia entre expertos se llevó a cabo en tres iteraciones. La primera iteración involucró la codificación independiente de una muestra de guías que sirvió para afinar los códigos (variables). En la segunda iteración se codificaron independientemente cinco guías de segundo grado y se evaluó la consistencia entre las dos expertas. El porcentaje de acuerdos fue de 69.2% considerando todas las variables. Se identificaron aquellas variables en las cuales la consistencia era baja, se afinaron códigos y se establecieron reglas de decisión. La Tercera iteración involucró la codificación independiente de ocho guías de Tercer Grado. El porcentaje de acuerdos fue de 79.7%. Se determinó que la consistencia era adecuada, especialmente considerando el número de variables involucrado en la codificación. También se determinó que la codificación de los materiales por grado podía hacerse de manera independiente. Aunque las dos expertas leyeron todos los materiales, dos grados fueron asignados a cada experta para su análisis (Tercero y Quinto a la Experta 1, y Séptimo y Décimo a la Experta 2).

En las siguientes secciones se presentan los resultados del análisis de los materiales instruccionales de cuatro grados, Tercero, Quinto, Séptimo, y Décimo realizado por las expertas. La organización de los resultados se presenta en cuatro secciones: (1) Caracterización de los materiales, (2) Rol del docente, (3) Rol del estudiante, y (4) Tratamiento de los estándares.

Caracterización de los Materiales

Caracterización de los Contenidos

En esta sección se da respuesta a la primera pregunta de evaluación: *¿Cuáles son los conceptos, procedimientos, procesos, explicaciones o principios a los que tienen que prestar atención los docentes y los estudiantes como metas de aprendizaje?* La sección presenta información acerca de los conceptos, las habilidades de proceso y las habilidades sociales relacionadas con los conceptos identificados en los materiales analizados.

Conceptos Tratados

La Tabla 2 muestra los conceptos identificados por los expertos en los materiales. Es importante hacer notar que los conceptos considerados en los análisis se refieren únicamente a aquéllos que son elaborados en el material. Aquellos conceptos que únicamente se mencionan pero no se elaboran no fueron identificados como críticos y, por lo tanto, no se consideraron en ninguno de los análisis.

Tabla 2. *Conceptos Identificados en los Materiales por Unidad/Módulo y Grado **

Tercero	Quinto	Séptimo	Décimo
Clasificación de seres vivos	Estructura de los seres vivos	Origen de la materia	Estructura de la materia y sus aplicaciones en el campo
1. Características de plantas y animales	1. Célula	1. Origen de la materia	1. Estructura de la materia
2. Partes de las plantas	2. Célula animal y vegetal	Estructura de la materia	2. Enlaces químicos y formación de compuestos
3. Vertebrados e invertebrados	3. Organismos unicelulares y pluricelulares	2. Modelos atómicos	3. Origen de la vida y evolución biológica
La alimentación de los seres vivos	4. Tejidos animales y vegetales	3. Clasificación de los elementos	4. Principios de la herencia mendeliana
4. Nutrición de plantas	¿Cómo funciona el cuerpo humano?	Propiedades de la materia	La medida y sus aplicaciones en el sector rural
5. Nutrición de animales y tipos de dieta.	5. Digestión	4. Propiedades de la materia	5. Proceso de medición y errores
6. Cadenas alimenticias	6. Respiración	Terremotos y tsunamis- Movimientos de los astros	6. Relación de proporcionalidad entre magnitudes
Electricidad y magnetismo	7. Sistema circulatorio	5. Terremotos y tsunamis- Movimientos de los astros	Rol de la Química y la Biología en la agricultura
7. Energía eléctrica	8. Aparato de reproducción (fertilización in vitro)	Fisiología celular	7. El rol de la Química en la agricultura
8. Magnetismo	9. Desechos, excreción	6. Reproducción celular	8. Conceptos de genética post-mendeliana
Cambios en el ser humano	Los ecosistemas	7. Mecanismos de transporte de sustancias en la célula	9. Los microorganismos y su papel en las actividades humanas
9. Cambios y necesidades con la edad (inicio de herencia)	10. Ecosistema/relaciones entre seres vivos (simbiosis, parasitismo, etc.)	Sistemas y tejidos en los organismos	10. Tipos de energía
10. Movimientos voluntarios e involuntarios	11. Equilibrio ecológico	8. Sistemas y tejidos en los organismos	Cinemática
11. Movimientos-músculos, huesos y tendones	12. Biomas	9. Sistemas de órganos en los distintos seres vivos	11. Tipos de movimiento

Tercero	Quinto	Séptimo	Décimo
Las partes del cuerpo usadas para el movimiento	Energía	10. Funcionamiento de los sistemas de órganos	Reacciones químicas
12. Cuidado de huesos	13. Fuentes de energía	Clasificación de los seres vivos	12. Reacciones químicas
13. Adaptaciones	14. Transformaciones de la energía	11. Clasificación de los seres vivos	13. Soluciones
¿Cómo se adaptan los organismos al ambiente?	15. Energías renovables y no renovables	Sistemas de órganos en los seres vivos	Dinámica y estática de sólidos
14. Efectos de los seres vivos en el ambiente	Conservación de los recursos naturales	12. Concepto de sistema	14. Fuerzas
¿Cómo afectan los seres vivos el ambiente?	16. Recursos naturales	Ecosistemas	Biología
15. Efectos del hombre en el ambiente	17. Desastres naturales/plan de prevención	13. Cambios en los ecosistemas	15. Biología y rol de los microorganismos en las actividades humanas
¿Cómo altera y aprovecha el hombre el entorno?	El universo	14. Dinámica energética en los ecosistemas	Movimiento planetario y conceptos de mecánica
16. Propiedades de la materia	18. Formación del sistema solar	15. Ciclos de la materia en los ecosistemas	16. Movimiento de los planetas
Los cambios de la materia	19. Estrellas y galaxias	16. Fuentes de contaminación	17. Trabajo y potencia
17. Cambios de estado	20. Origen del Universo, constelaciones	Contaminación	18. Mecánica de fluidos
18. Cambios físicos y químicos	21. Exploración del espacio	17. Mezclas y métodos de separación	
El ciclo del agua y la formación del suelo	Metodología Científica	El cuidado de la salud	
19. Ciclo del agua	22. Conocimiento científico, cualitativo y cuantitativo	18. Adicciones	
20. Características de los minerales	23. Método científico	19. Cuidado del cuerpo	


Tercero	Quinto	Séptimo	Décimo
21. Formación del suelo		Energía	
El sistema Sol-Tierra-Luna		20. Recursos energéticos	
22. Las estaciones		21. Energía eléctrica y combustibles fósiles	
23. Fases de la Luna		22. Energía electromagnética	
24. Eclipses		Metodología de la investigación	
25. Calendario		23. Condiciones que afectan la vida de las plantas	
		24. Tipos de cultivos y abonos	
		25. Problemáticas ambientales	

*Los conceptos están organizados por tópicos señalados por la celda sombreada.


En Tercer Grado se identificaron 11 tópicos y 25 conceptos. En Quinto Grado se identificaron 7 tópicos y 22 conceptos. En el Séptimo Grado se identificaron 12 tópicos y 25 conceptos. Finalmente, en Décimo Grado, se identificaron ocho tópicos y 18 conceptos.

Profundidad del tratamiento de los conceptos. Por cada concepto identificado, los expertos definieron el nivel de profundidad con el que cada concepto fue tratado de acuerdo con el grado. Se definieron tres niveles de profundidad: (1) Bajo, cuando el concepto se trató básicamente a nivel de definición o la discusión del concepto fue superficial, (2) Medio, cuando el concepto además de definirse, se ejemplifica, contrasta, explica su relevancia, y (3) Alto, cuando el concepto además de definirse, ejemplificarse, contrastarse, se relaciona con otros conceptos relevantes, se analiza, se evalúa a la luz de la información actual sobre el tema.

Un ejemplo de concepto tratado con bajo nivel de profundidad es el concepto de *energía eléctrica* en Tercer Grado (ver Guía 7, Unidad 3). La Unidad 2, Guía 7, presenta el tópico ¿Qué es la Electricidad? (p. 60). Los recuadros de la páginas 60 (Figura 1) y 63 mencionan una serie de tipos de energía, incluyendo sus fuentes y sus usos, pero no se explica claramente el concepto de energía, un concepto complejo que requiere un desarrollo previo antes de que avanzar hacia la comprensión de que la energía toma distintas formas. El tratamiento del concepto, de acuerdo con la experta, es “confuso”.


Trabaja con tus compañeros

3. Lee el siguiente texto y cópialo en tu cuaderno.





La fuente más importante de energía es el Sol. De él obtenemos **energía luminica**, es decir luz, y **energía calórica**, es decir calor.

La energía del Sol es utilizada para producir azúcar cuando las plantas realizan la fotosíntesis. Cuando un animal se alimenta de la planta obtiene esa energía para realizar sus actividades.

Otras formas de energía son la **energía sonora**, es decir el sonido, la **energía hidráulica**, proveniente del agua, la **energía eólica**, cuya fuente es el viento, y la **energía eléctrica**. Esta última se obtiene del agua en movimiento, de la quema de combustibles, del movimiento del viento, y del Sol, entre otros.

Una forma de energía se puede transformar en otra. Por ejemplo, la energía eléctrica de una lámpara se puede transformar en energía luminica en el bombillo.





Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Figura 1. Ejemplo del tratamiento de un concepto con bajo nivel de profundidad. Concepto *energía eléctrica* en la Unidad 1, Guía 7, Tercer Grado (p.60).

Un ejemplo de concepto tratado con un nivel medio de profundidad es el concepto de *célula* en Quinto Grado (Guía 1 Unidad 1). En este nivel el concepto no sólo se define sino que también se le ejemplifica y se explica su relevancia. De acuerdo con la experta que lo analizó, el concepto se desconstruye utilizando otros conceptos relacionados (e.g., célula nerviosa, células musculares, organelos, membrana celular), lo que contribuye a que los estudiantes contextualicen el concepto de célula de acuerdo con sus distintas funciones en el organismo (a partir de los distintos ejemplos de células) y a que avancen en su conocimiento de la célula considerando algunas de sus partes. Sin embargo, el tratamiento de todos estos otros conceptos se presenta de forma muy resumida, y en varios casos, el término *célula* sólo se menciona en los dibujos, sin abordar, de acuerdo con la experta, sus aspectos críticos. Aunque en el tratamiento del concepto no hay errores, es difícil que los estudiantes logren entender con claridad la mayoría de los conceptos mencionados. De acuerdo con la experta, es posible que los estudiantes “sólo se familiaricen con algunos nombres”. Más aún, es importante notar que existen problemas con las ilustraciones presentadas en este tópico. Este aspecto se trata posteriormente en el reporte.

Un ejemplo de concepto tratado con un alto nivel de profundidad es el de *sistema* en Séptimo Grado (Módulo 3, Guía 12). Se consideró que el concepto se trata con un nivel de profundidad adecuado para la edad de los niños, abordándolo de distintas maneras (a través del análisis de casos, del trabajo con esquemas, del trabajo con textos) y dando la oportunidad, de acuerdo con la experta, de que los estudiantes “resignifiquen lo que aprendieron en guías anteriores”. En tanto, “los estudiantes deben revisar y profundizar el concepto de sistema a partir de aplicarlo en distintos conceptos vistos anteriormente, tales como los de ecosistema, célula y sistemas de órganos del cuerpo. Las actividades instruccionales proponen que los estudiantes analicen los componentes de cada uno de dichos sistemas y el flujo de energía e información entre ellos, contribuyendo a que construyan el concepto de sistema profundizando más allá de los ejemplos particulares.”

La Tabla 3 presenta información acerca de la profundidad con la que se trataron los conceptos en los cuatro grados. Los Tercero Grado y Quinto Grado presentan un patrón similar. El mayor porcentaje de conceptos en ambos grados fue tratado con mediana profundidad (88% y 61% respectivamente). Con un porcentaje menor se identificaron conceptos tratados con un bajo nivel de profundidad (12% para Tercer Grado y 39% para Quinto Grado). En ninguno de los grados se identificaron conceptos tratados con un nivel de profundidad alto. En Décimo Grado, el patrón fue inverso, el mayor porcentaje de conceptos (83%) fue tratado con un bajo nivel de profundidad. Únicamente tres conceptos fueron tratados con un nivel medio de profundidad (17%). El Séptimo fue el único grado en el que se identificaron conceptos tratados con un alto nivel de profundidad; el porcentaje fue medianamente alto (36%), seguido por los conceptos tratados con un bajo nivel de profundidad (36%). El porcentaje más bajo en este grado se observó en conceptos tratados con un nivel medio de profundidad (28%).

Comentario General. El análisis reveló que la cobertura de los tópicos y el conocimiento conceptual en los materiales son, en la mayoría de los casos, superficiales. Como se ha señalado en muchas ocasiones (e.g., Bransford, Brown, & Coking, 2001), para lograr aprendizajes efectivos es importante que la cobertura superficial de tópicos en cualquier disciplina sea substituida por una cobertura menos amplia pero con mayor profundidad.

Tabla 3. Nivel de Profundidad en el Tratamiento de los Conceptos: Frecuencias y Porcentajes por Grado*

Nivel de Profundidad	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Bajo (menciona define)	3	12	9	39	9	36	15	83
Medio (ejemplifica, explica, contrasta/compara, explica relevancia)	22	88	14	61	7	28	3	17
Alto (relaciona, resume, analiza, evalúa conocimiento actual sobre el tema, argumenta)	0	0	0	0	9	36	0	0

* Porcentaje considerando el número de conceptos (n_c) tratados por grado. Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad.

El análisis de los tópicos y de los conceptos presentados en los materiales no muestra la profundidad de información y el nivel de desarrollo didáctico necesarios para que los estudiantes puedan construir esquemas que les permitan desarrollarse de manera competente en ciencias. El seguimiento superficial de un mismo tópico tratado en dos grados (e.g., clasificación de los seres vivos) no cumple con una noción básica del aprendizaje (e.g., Bransford, Brown, & Coking, 2001): propiciar un desarrollo de esquemas conceptuales que facilite la organización de información y, con ello, su recuperación en contextos diferentes.

Los estudios internacionales de evaluación en ciencias y matemáticas han hecho claro que una característica común en los países cuyos estudiantes obtienen los puntajes más altos en las pruebas internacionales es el estudio profundo de los tópicos en las diferentes disciplinas. Es claro que cuando los conceptos son tratados superficialmente es más difícil para los estudiantes entender a fondo y demostrar este entendimiento de diferentes formas y, por ende, mejorar su desempeño en pruebas. El tratamiento superficial de los conceptos limita la organización de la información y, con ello, la transferencia de lo que se aprende a nuevos contextos (Schmidt et al., 1996).

Adecuación del tratamiento de los conceptos. Un segundo aspecto evaluado en los conceptos identificados en cada grado fue qué tan correctamente los conceptos son tratados en los materiales. Se identificaron tres tipos de tratamiento incorrecto: (1) error por simplificación, (2) error terminológico, y (3) explicación incorrecta. Por ejemplo, en el tratamiento del concepto *nutrición de animales* en Tercer Grado (Unidad 2, Guía 5), hay un error de simplificación, de acuerdo con la experta. En la Unidad, *La alimentación en los seres vivos*, la Guía 5, *¿Cómo se alimentan los animales?*, se presenta un cuento “Matías, Faustino, y Jonás” (p. 48). El cuento se usa para dar ejemplos de tipos de alimentación. Se presenta al ratón como alguien que come queso únicamente. Se consideró que el tratamiento del tópico de la alimentación era caricaturizado, demasiado infantil, y que ayudaba poco al estudiante a entender el tópico.

El tratamiento del concepto, *sistema circulatorio* en Quinto Grado (Unidad 2 Guía 6), es un ejemplo de error por explicación incorrecta. En la página 63 se presenta la definición de *sangre*. La definición se presenta de forma tal que no es claro que los nutrientes son transportados en el líquido e induce a entender erróneamente que son transportados en las células. Peor aún, en la página 64 se menciona que los glóbulos rojos se producen en el hígado y el bazo, además de la médula ósea. En realidad, esto sólo ocurre en la etapa fetal y en la infancia. En la vida adulta, los glóbulos rojos y blancos se forman únicamente en la médula ósea. De hecho, de acuerdo con la experta, “la producción extra medular (en la vida adulta) se asocia a patologías”.

La Tabla 4 presenta información relacionada con la adecuación del tratamiento de los conceptos en los cuatro grados. Un resultado importante a notar es que no se identificaron conceptos en cuyo tratamiento haya habido errores de tipo terminológico. Los otros dos tipos de errores se identificaron en al menos dos grados. En promedio, el 70% de los conceptos tratados en todos los grados tuvieron un tratamiento adecuado. En el 30% de los conceptos se encontró algún error.

Tabla 4. *Adecuación del Tratamiento de los Conceptos: Frecuencias y Porcentajes por Categoría de Error y Grado**

Adecuación por Categoría	Tercero $n_C = 25$		Quinto $n_C = 23$		Séptimo $n_C = 25$		Décimo $n_C = 18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Adecuado ^a	21	84	22	96	14	56	8	44
Inadecuado ^a	4	16	1	4	11	44	10	56
	$n=4^b$	$n_C=25^c$	$n=1^b$	$n_C=23^c$	$n=11^b$	$n_C=25^c$	$n=10^b$	$n_C=18^c$
Error por simplificación	4	16	0	0	10	40	10	56
Error terminológico	0	0	0	0	0	0	0	0
Explicación incorrecta	0	0	1	4	1	4	0	0

* Todos los porcentajes están redondeados a la unidad más próxima.

^a Porcentaje considerando el número de conceptos (n_C) tratados por grado.

^b Frecuencia de tipo de error a través de todos los conceptos.

^c Porcentajes por renglón calculados con base en el número de conceptos (n_C) en los que se observó el error.

Tabla 5. *Uso de Indicadores Gráficos para la Identificación de los Conceptos Críticos: Frecuencias y Porcentajes por Grado**

Tipo de Error	Tercero $n_C = 25$		Quinto $n_C = 23$		Séptimo $n_C = 25$		Décimo $n_C = 18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
El concepto no tiene ningún identificador	0	0	0	0	13	52	5	28
Indicadores gráficos en el texto (negritas y/o itálicas y/o viñetas)	0	0	2	9	11	44	8	44
Indicadores al margen del texto (recuadros o sangría)	0	0	0	0	1	4	1	6
Dos tipos de indicadores en texto y al margen del texto (e.g., recuadro con conceptos críticos en negritas e itálicas)	25	100	21	91	0	0	4	22

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad. Porcentaje considerando el número de conceptos (n_C) tratados por grado.

El error más común fue por *simplificación* (16%, 40%, y 56% respectivamente para los Grados Tercero, Séptimo y Décimo). Este error por simplificación coincide con lo descrito en el apartado anterior acerca del nivel de profundidad superficial con el que el material trata los conceptos abordados. Tanto en el Grado Quinto como en el Séptimo, se encontró un solo concepto tratado incorrectamente (4% en cada grado).

Indicadores Gráficos. Un tercer aspecto evaluado acerca de los conceptos fue el uso de indicadores gráficos incluidos en los materiales con el fin de facilitar el reconocimiento de los conceptos críticos. La Tabla 5 presenta información acerca de los indicadores gráficos en los cuatro grados.

En Tercer Grado, todos los conceptos identificados como críticos fueron evaluados como fácilmente reconocibles. En todos ellos se utilizaron dos tipos de indicadores gráficos: negritas y/o itálicas y recuadros. En Quinto Grado, la mayoría de los conceptos (91%) utilizaron dos tipos de indicadores gráficos, y el 9% solamente un tipo (negritas, itálicas o viñetas). En Séptimo Grado, el uso de los indicadores gráficos es diferente. En el 52% de los conceptos identificados como críticos no se encontró ningún identificador gráfico, lo cual disminuye la probabilidad de que el estudiante pueda reconocer el concepto fácilmente. En el 44% de los conceptos se usaron indicadores gráficos en el texto como las negritas y/o itálicas y/o viñetas. Solamente en un caso se hizo uso del recuadro para presentar conceptos (capas internas y externas de la tierra). En el Décimo Grado, en la mayoría de los conceptos se utilizaron indicadores gráficos en el texto.

Habilidades Prácticas de Proceso Científico o Competencias Científicas

La Tabla 6 proporciona información de las habilidades de prácticas científicas que fueron identificadas por los expertos en los materiales de Tercero, Quinto, Séptimo, y Décimo Grados. Se identificaron 17 prácticas que debieran ser promovidas en la educación de las ciencias para ayudar a que los estudiantes desarrollen competencias que les permitan conocer, usar, e interpretar explicaciones científicas, así como generar y evaluar, con base en evidencias, dichas explicaciones. Estas prácticas permiten entender más profundamente la naturaleza del conocimiento científico y su desarrollo (Duschl, Schweinbgruber, & Shouse, 2007). Es importante mencionar que los materiales en general no reflejan una visión clara acerca del papel que estas prácticas juegan en la enseñanza de la ciencia y en el aprendizaje de los estudiantes. Por lo tanto, en esta evaluación, la identificación de las prácticas consistió más en un listado corto de prácticas discretas (e.g., hacer preguntas) que en un dominio epistémico (esquemas que permiten desarrollar y evaluar el conocimiento científico; Duschl, 2003), un aspecto metodológico (e.g., definir problemas, definir procedimientos; Ruiz-Primo & Furtak, 2007), o una forma de pensamiento científico y crítico (Furman & de Podestá, 2010).

Tabla 6. *Habilidades Prácticas de Proceso Científico: Frecuencias y Porcentajes por Grado**^a

Prácticas Científicas	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Observar	19	76	13	57	15	60	1	6
Clasificar-comparar	9	36	6	26	9	36	0	0
Medir	2	8	5	22	6	24	3	17
Hacer preguntas	0	0	0	0	3	12	0	0
Plantear hipótesis	1	4	1	4	3	12	0	0
Hacer predicciones	1	4	2	9	0	0	1	6
Buscar información científica	1	4	0	0	4	16	0	0
Diseñar/planear experimentos/investigaciones	0	0	0	0	5	20	0	0
Llevar a cabo experimentos ^b	9	36	7	30	13	52	3	17
Colectar datos	9	36	5	22	11	44	3	17
Encuestar a gente de la comunidad ^c	10	40	10	43	4	16	0	0
Organizar datos	2	8	1	4	8	32	3	17
Interpretar datos/gráficas/tablas	1	4	5	22	7	28	3	17
Concluir con evidencias y construir explicaciones	6	24	3	13	13	52	3	17
Diseñar modelos	2	8	0	0	1	4	0	0
Construir modelos	2	8	1	4	6	24	0	0
Evaluar (analizar y criticar)	0	0	0	0	7	28	0	0

* Todos los porcentajes están redondeados a la unidad más cercana.

^a Porcentajes por renglón calculados con base en el número de conceptos (n_c) en los que se identificó la habilidad práctica. Más de una habilidad práctica puede ser identificada en un concepto; por lo tanto, los porcentajes suman más de 100%.

^b Aunque se utilizó el nombre "llevar a cabo experimentos" es importante mencionar que en ningún caso los estudiantes realizan propiamente experimentos (manipulan variables), aunque así se les llame en los materiales. Estas actividades generalmente son de observación.

^c Aunque realizar encuestas es una forma de colectar datos se decidió crear una actividad práctica diferente dada la frecuencia con la que se observó en ciertos grados.

El porcentaje más alto de prácticas promovidas en los materiales de Tercer Grado corresponde a *Observar* (76%), seguido por *Encuestar a gente en la comunidad* (40%), y con el mismo porcentaje (36%), por tres habilidades: clasificar y comparar, llevar a cabo experimentos, y coleccionar datos. Otra habilidad con un porcentaje medianamente alto fue *Concluir con evidencias* (24%). Tres habilidades no se promovieron en ninguno de los conceptos: hacer preguntas, diseñar o planear investigaciones, y evaluar (e.g., analizar información).


Un patrón similar se observó en Quinto Grado. La habilidad práctica de proceso con el porcentaje más alto fue la de *Observar* (59%), seguido por *Encuestar a gente en la comunidad* (43%), *Llevar a cabo experimentos* (32%), *Clasificar-comparar* (27%), y *Medir* (23%), y *Colectar datos* (23%). Al igual que en Tercer Grado, en ninguno de los conceptos se observó *Hacer preguntas*, *Diseñar o planear investigaciones*, o *Evaluar* (e.g., analizar información). Sin embargo, en este grado tampoco se observó una cuarta habilidad, *Buscar información*.

Las prácticas que se identificaron con mayor frecuencia en el material de Séptimo Grado fueron *Observar* (60%), *Llevar a cabo experimentos* (52%), *Construir explicaciones con base en evidencias* (52%) y *Clasificar-comparar* (36%). *Hacer predicciones* fue la única habilidad de proceso que no se identificó en ninguna de las guías. Sería de esperarse que en este grado los estudiantes tuvieran la oportunidad de practicar, con base en lo aprendido, la predicción. Solamente una vez, se identifica la práctica de *Plantear hipótesis* y de *Diseñar modelos*. Al igual que en el Tercer Grado, muchas de las observaciones que se le sugieren al estudiante se llevan a cabo en ilustraciones. En este grado, las instrucciones incluyen más claramente lo que el estudiante tiene que observar. Sin embargo, no es claro cómo se evalúa la precisión y veracidad de las observaciones que hace el estudiante ni tampoco se le proporcionan una orientación adecuada acerca de cómo focalizar su observación para responder a un propósito de aprendizaje determinado.



Seis habilidades se observaron con la misma frecuencia en Décimo Grado (17%): *Medir*, *Llevar a cabo experimentos*, *Colectar datos*, *Organizar datos*, *Interpretar datos*, y *Construir explicaciones*. El siguiente porcentaje más alto (6%) se identificó en *Observar* y en *Hacer predicciones*. Ocho habilidades no fueron tratadas en ninguno de los conceptos: *Clasificar-comparar*, *Hacer preguntas*, *Plantear hipótesis*, *Buscar información científica*, *Diseñar y planear investigaciones*, *Diseñar modelos*, *Construir modelos*, *Evaluar*, *Analizar* y *Criticar información*. El mayor número de habilidades prácticas de proceso científico tratadas se observó en el Séptimo Grado, mientras que el menor número de habilidades prácticas tratadas se observó en el Décimo Grado. Es importante señalar que en este grado los momentos que abordan contenidos de Química y Biología no proponen que los estudiantes desarrollen ninguna habilidad prácticas de proceso científico. Considerando que se trata de estudiantes de escuela media, hay una pérdida de oportunidades fundamentales para la construcción del pensamiento científico. En esta edad se espera que los estudiantes puedan participar en actividades instruccionales que les permitan aprender habilidades prácticas de proceso científico complejas, tales como la evaluación de datos, a la luz de diferentes hipótesis alternativas, la construcción de modelos conceptuales o la planificación de investigaciones asociadas a una cierta pregunta o hipótesis de trabajo.

Comentarios Generales. Cuatro comentarios son importantes con respecto a las habilidades prácticas de proceso científico tratadas en los materiales. Primero, es importante mencionar la carencia de un marco de referencia con respecto a las prácticas científicas en los materiales. Su relevancia en el entendimiento de la naturaleza de la ciencia se omite en todos ellos. Los estudiantes no pueden comprender completamente las prácticas científicas o la naturaleza de la ciencia sin una experiencia directa con dichas prácticas que, además, conlleve una reflexión que ayude a conceptualizar lo realizado. Son éstas prácticas científicas las que cultivan los hábitos mentales que le permiten al estudiante desarrollar la capacidad de involucrarse en la indagación científica (ver National Research Council, 2012; Next Generation Science Standards, 2013). Es interesante señalar que las habilidades prácticas de proceso científico se tratan como un tópico en los materiales (ver último tópico en Quinto Grado y en Séptimo Grado) más que como una dimensión presente en todo conocimiento científico.

Segundo, las habilidades prácticas de proceso científico que se tratan, se hacen de forma superficial y sin el énfasis necesario en los aspectos críticos. Por ejemplo, a pesar de que “*observar*” es la habilidad que se identificó más frecuentemente en todos los grados, el tipo de observación que se le pide al estudiante es poco enfocada y no lo orienta a considerar aspectos relevantes del fenómeno u objeto de estudio. “*Observa con detalle la ilustración*” u “*Observa la primera ilustración*” u “*Observen con atención los dibujos...*” son instrucciones comunes para el estudiante en todos los materiales. En este tipo de instrucciones no es claro que el estudiante deba poner atención, por ejemplo, en el tamaño de ciertas figuras con respecto a otras o el número de patas de los animales representados. ¿Por qué no indicar qué es lo que tiene que observar el estudiante desde la primera instrucción? Más aún, ¿cómo pueden las ilustraciones ayudar al estudiante a observar (como método de coleccionar datos en ciencias) cuando las ilustraciones son incorrectas? Por ejemplo, en la ilustración de la página 10 de la Cuartilla 1 del Tercer Grado, los conejos son más pequeños que algunos hongos, o la mariposa es de tamaño similar al de un caracol, y las ardillas son casi del tamaño de la rama de un árbol grande. Más aún, a pesar de que se le pide al estudiante que identifique el número de patas de los animales en la ilustración, las características de la ilustración no permiten identificar dicha característica (e.g., la ilustración de la mariposa no permite saber cuántas patas tiene; ver Figura 2). Es claro que una actividad crítica en ciencias como “*observar*” requiere de algo más que una caricaturización que represente erróneamente la naturaleza (e.g., una piedra que sonrío; ver página 17 Cuartilla Uno, Segundo Grado). También resulta claro que la observación como práctica científica es mucho más compleja que el mero hecho de “*mirar*” sin objetivo preciso en mente acerca de qué tipo de información se persigue y con qué fin. Este tipo de observación abierta difícilmente puede ayudar a los estudiantes a entender la importancia de esta habilidad en ciencias y, más aún, confunde al estudiante acerca de la importancia que tiene la observación como un método para coleccionar información.

5. Observa los siguientes dibujos y compara las características de estos dos organismos teniendo en cuenta los mismos criterios utilizados en el ejercicio 2.  Trabaja en tu cuaderno

Elabora un cuadro como el siguiente en tu cuaderno y complétalo.

Características	Conejo	Mariposa
Tamaño		
Recubrimiento del cuerpo		
Número de patas		
Cómo se desplaza		
Partes del cuerpo que utiliza para desplazarse		
Sitio en que vive		
Se alimenta de		

Figura 2. Ejemplo de ilustración inadecuada presentada en la Guía 1, Unidad 1 de los Materiales de Tercer Grado (p.11).

Un segundo ejemplo a considerar se refiere al uso de la *encuesta* (preguntar a miembros de la comunidad). Encuestar se puede considerar como una forma de coleccionar datos. Es de hecho, un tipo de investigación que se llama “descriptiva”, investigación no experimental (no se manipulan variables) en la cual las encuestas o cuestionarios son instrumentos comunes para coleccionar datos de tipo demográfico, prácticas comunes, preferencias, actitudes, u opiniones. Aunque en los materiales se le pide frecuentemente al estudiante que coleccionar información con miembros de su comunidad. Nunca se le pide al estudiante que haga nada formal con la información coleccionada o que busque, con dichos datos, poner a prueba una cierta hipótesis o responder una pregunta de investigación. En algunos casos se le pide al estudiante “compartir la información con los compañeros o el docente”. Sin embargo, no se le guía al estudiante acerca de cómo analizar la información coleccionada para presentarla, por ejemplo, en frecuencias o porcentajes (ver Guía 7, Unidad 3, Tercer Grado, p. 65), o simplemente la guía es poco clara (ver Guía 13, Módulo 3, Séptimo Grado, p. 161). En otros casos, no se sabe qué hacer con la información una vez que se le colecciona (ver Guía 4, Unidad 2, Quinto Grado, p. 51). No parece haber una razón que justifique el no enseñar al estudiante una manera específica de coleccionar datos y analizarlos, o de aplicar su conocimiento matemático.

Un tercer ejemplo que demuestra la falta de una conceptualización adecuada de las habilidades prácticas de proceso en ciencias es el uso de la palabra *experimento*. Muchas de las actividades que realizan los estudiantes reciben el nombre de experimento, cuando en realidad es una práctica o una forma de aproximar la investigación de algún fenómeno de la naturaleza. *Experimento* debiera reservarse únicamente para aquellos casos en los que los estudiantes tienen que manipular variables. Es decir, debiera haber una convención a lo largo de los materiales de presentar las actividades prácticas que son experimentales y aquellas actividades prácticas que no son experimentales. La idea de *control experimental* se omite (incluso en los grados más avanzados), a pesar de su importancia en las ciencias.

Tercero, no se da oportunidad a los estudiantes para realizar prácticas críticas como *diseñar o planear investigaciones, organizar e interpretar datos y construir explicaciones con base en los datos colectados*. Si bien los estudiantes tienen algunas oportunidades de realizar trabajo experimental, este trabajo no tiene un correlato previo de planeación de los modos de coleccionar información o de manipular variables con el propósito de responder a una pregunta de investigación o poner a prueba una hipótesis. Más aún, las explicaciones que se les piden a los estudiantes no son explicaciones que les ayuden a construir esquemas conceptuales. Son explicaciones que, aunque a veces son construidas con base en datos colectados, son inapropiadas o insuficientes para responder los interrogantes iniciales. Los datos a partir de los cuales se construyen las explicaciones son probablemente muy poco precisos, y no hay oportunidad de analizar esos datos de manera más sistemática a la luz del objetivo inicial de la actividad práctica, o de contrastar y evaluar la veracidad y precisión de los dibujos o de las explicaciones. Por ejemplo, después de observar un trozo delgado y transversal de un tallo de apio, se le pide al estudiante que dibuje lo que observa y que, con base en este dibujo, escriba su conclusión: “¿Cuál es tu conclusión después de realizar este experimento? Escríbela en tu cuaderno de ciencias” (Ciencias Naturales y Educación Ambiental-Tercer Grado Primera Cuartilla, 2010, p. 23). Las siguientes preguntas surgen cuando se piensa en este episodio de aprendizaje: ¿Cómo se puede saber que el dibujo de lo observado representa de manera precisa y adecuada lo que se observa y que muestra elementos relevantes para la pregunta que se desea responder acerca del transporte de fluidos al interior del tallo? ¿Cómo se puede saber que el dibujo de los compañeros es adecuado y preciso? ¿Cómo puede el estudiante elaborar una conclusión acerca del papel que juegan los tubos conductores del tallo de las plantas a partir de un dibujo? ¿Cómo pueden el estudiante y sus compañeros saber que la conclusión que escriben es correcta? ¿Por qué se le llama *experimento* a esta experiencia práctica? En muchos casos no se especifica el papel que debiera tener el docente más allá de proporcionar ayuda en tareas logísticas de preparación de los materiales (e.g., como cortar los tallos de apio en la experiencia anteriormente descrita).

Cuarto, al menos en Tercero y Quinto Grados, se observa una inconsistencia entre las habilidades prácticas observadas por los expertos y aquellas propuestas (llamadas “acciones procedimentales”, ver Sugerencias para el Profesor) en la unidad. En estos grados, no se encuentra evidencia de que las habilidades prácticas de proceso científico promuevan el conocimiento de la naturaleza de la ciencia, como se afirma en las *Sugerencias para el Profesor* de dichos grados. Las oportunidades proporcionadas al estudiante para entender la naturaleza de la ciencia son extremadamente limitadas. A lo largo del documento se presenta evidencia de estas limitaciones que son comunes en los cuatro grados.

Habilidades Sociales en el Contexto de la Enseñanza de la Ciencia

Estas habilidades involucran procesos sociales mediante los cuales el conocimiento se representa, se argumenta y se debate con otros. El reto es desarrollar en los estudiantes habilidades que les permitan comunicar y representar *qué saben, cómo lo saben y cómo llegaron a saberlo* (Duschl, 2003).

Debido a la falta de información en los materiales, se consideraron dos procesos sociales muy generales: (1) Compartir información con los compañeros y/o el docente, y (2) Comparar/contrastar/argumentar con los compañeros y/o docente. La Tabla 7 presenta información acerca de la identificación de estas habilidades en los cuatro grados. Al igual que con las prácticas científicas, se consideró la frecuencia con la que las habilidades sociales fueron tratadas en cada concepto identificado.

Es importante notar que en los materiales de Décimo Grado no se identificó ninguna habilidad social que se promoviera en los materiales. En Tercero, Quinto, y Séptimo Grados la habilidad social observada con mayor frecuencia fue *Compartir información con los compañeros y/o docente* (72%, 87%, y 100% respectivamente). El siguiente porcentaje más alto en Tercer Grado se observó en la habilidad de *Comparar/contrastar/argumentar con los compañeros* (64%). En Séptimo Grado, esta habilidad se observó en el 100% de los conceptos. Esta habilidad se identificó con menor frecuencia en los materiales de Quinto Grado.

Comentarios Generales. Dos comentarios son importantes en relación con las habilidades sociales. Primero, el compartir información con los compañeros es visto únicamente como una actividad que promueve el intercambio de información. Lo que esta actividad, tan frecuentemente empleada en los materiales, no incluye, son las condiciones requeridas para que el intercambio resulte más productivo, sea benéfico para los estudiantes y promueva el tipo de habilidad social que se busca en la enseñanza de las ciencias. Para producir el aprendizaje deseado, no es suficiente compartir información; esta información debe compartirse de acuerdo con ciertas convenciones que se siguen en las ciencias: qué tipo de información es necesario compartir para poder responder las preguntas iniciales o lo que se quiso aprender, qué cuenta como evidencia y cómo esta evidencia justifica las explicaciones y apoya las conclusiones.

Segundo, una evaluación general de la segunda habilidad social considerada en el análisis revela la necesidad de clarificar con mayor precisión el concepto de argumentación en este documento para comprender mejor las implicaciones de su tratamiento en los materiales analizados. La argumentación es una actividad científica central. Es importante que los estudiantes aprendan tanto el lenguaje como las normas que se siguen para argumentar (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007). En ciencias, un argumento se refiere a una afirmación que se sustenta con datos que se presentan como evidencia; la conexión entre la evidencia y la afirmación se realiza por medio de razonamientos que justifican cómo los datos colectados cuentan como evidencia para sustentar la afirmación. *Argumentación* se refiere al proceso de armar todos estos componentes (Simon et al., 2006). Es claro que el proceso de argumentación es crítico en la enseñanza de la ciencia. Sin embargo, el análisis de los materiales muestra que en la mayor parte de los grados analizados raramente se le pide al estudiante que argumente con sus compañeros.

Tabla 7. *Habilidades Sociales: Frecuencias y Porcentajes por Grado**^a

Habilidades Sociales	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Compartir información con sus compañeros y/o docente	18	72	20	87	25	100	0	0
Comparar/contrastar/argumentar con los compañeros y/o docente	16	64	3	13	25	100	0	0

* Todos los porcentajes están redondeados a la unidad más cercana.

^a Porcentajes por renglón calculados con base en el número de conceptos (n_c) en los que se identificó la habilidad social. Más de una habilidad social puede ser identificada en un concepto; por lo tanto, los porcentajes suman más de 100%.

Caracterización de las Actividades Instruccionales

En esta sección se da respuesta a la segunda y la tercera preguntas de evaluación: *¿Cuáles son las actividades instruccionales propuestas en los materiales para alcanzar las metas de aprendizaje?* y *¿Qué tan adecuadas son las actividades instruccionales propuestas para alcanzar las metas de aprendizaje?* La sección presenta información acerca del tipo de actividades que se utilizan para mediar el aprendizaje de los conceptos y de las habilidades de proceso. Se presenta un análisis del tratamiento de los conceptos considerando las demandas cognitivas impuestas al estudiante, la adecuación de las actividades instruccionales, y la adecuación de las ilustraciones en los materiales.

Tipos de Actividades

Se identificaron 23 tipos de actividades para mediar el aprendizaje de los conceptos y de las habilidades de proceso y las habilidades sociales en los materiales. La Tabla 8 presenta información acerca de los tipos de actividades por grado. Se discuten únicamente aquellas actividades cuya frecuencia fue alta o medianamente alta.

La actividad instruccional que se identificó con mayor frecuencia en los Grados Tercero, Séptimo y Décimo fue *Responder a preguntas dadas por el docente o la guía* (80%, 100%, and 100% respectivamente). Esta actividad instruccional es una de las seis actividades instruccionales relacionadas con *responder preguntas* que se identificaron en los materiales. Otras actividades relacionadas con responder preguntas incluyen: (a) *Observar un dibujo y responder preguntas sobre la observación* (32%, 39%, y 60% respectivamente en los Grados Tercero, Quinto, y Séptimo); (b) *Responder a preguntas sobre un cuento o historia presentadas en el texto* (28%, 13%, y 12% respectivamente en los Grados Tercero, Quinto, y Séptimo); (c) *Responder a preguntas sobre un texto informativo* (8%, 39%, 92%, y 100% respectivamente en los Grados Tercero, Quinto, Séptimo, y Décimo, respectivamente); (d) *Responder preguntas sobre su realidad, familia, o vida cotidiana* (28%, 13%, y 16% respectivamente en los Grados Tercero, Quinto, y Séptimo), y (e) *Responder a preguntas orales* (20% y 17% respectivamente en los Grados Tercero y Quinto). Sin duda, *Responder a preguntas* puede considerarse como la actividad más común en el tratamiento de los conceptos en los cuatro grados evaluados.

Leer un texto informativo fue otra actividad identificada como de frecuencia alta o medianamente alta en todos los grados (32%, 100%, 88%, y 72% respectivamente en los Grados Tercero, Quinto, Séptimo, y Décimo). Este tipo de texto se presenta en general en recuadros. Algunas veces la información es más de tipo contextual (ver como ejemplo Momento 1, Décimo Grado, p. 22), y en otras ocasiones se presentan conceptos (ver Guía 17, Unidad 7, Tercer Grado, p. 19). El tratamiento de los conceptos presentados en estos recuadros es, por lo general, superficial. Se definen los conceptos pero, después de las definiciones, raramente se les trata de nuevo en la guía.

Otra actividad con porcentaje alto o medianamente alto es *Copiar textos* (64% y 43% respectivamente en los Grados Tercero y Quinto). Esta actividad no se identificó en Séptimo Grado o Décimo Grado. El uso de “cuadros comparativos” es alto (64%) en Tercer Grado y medianamente alto en Quinto y Séptimo Grados (39% y 32% respectivamente).

Tabla 8. *Actividades Identificadas en los Materiales para Mediar el Aprendizaje de los Estudiantes: Frecuencias y Porcentajes por Grado*^{*a}

Actividades Instruccionales	Tercero <i>n_c</i> =25		Quinto <i>n_c</i> =23		Séptimo <i>n_c</i> =25		Décimo <i>n_c</i> =18	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1. Copiar texto	16	64	10	43	0	0	0	0
2. Responder preguntas dadas por el docente o la guía.	20	80	17	74	25	100	18	100
3. Responder preguntas sobre un cuento o historia	7	28	3	13	3	12	0	0
4. Responder preguntas sobre un texto informativo	2	8	9	39	23	92	18	100
5. Completar un cuadro comparativo (tabla)	16	64	9	39	8	32	0	0
6. Responder preguntas sobre su realidad, familia, vida cotidiana, etc.	7	28	3	13	4	16	0	0
7. Hacer preguntas y registrar respuestas de adultos de la comunidad	6	24	7	30	4	16	0	0
8. Elaborar un texto individualmente o en grupo.	9	36	6	26	1	4	8	44
9. Responder preguntas orales	5	20	4	17	0	0	0	0
10. Resolver ejercicio de palabras (por ejemplo, sopa de letras).	2	8	0	0	0	0	0	0
11. Buscar información en la biblioteca y otras fuentes	10	40	19	83	15	60	14	78
12. Armar un producto gráfico (que sea más que un dibujo)	3	12	5	22	6	24	0	0
13. Dibujar	8	32	5	22	1	4	0	0
14. Realizar una observación de campo y responder preguntas.	5	20	3	13	7	28	0	0
15. Observar un dibujo y responder preguntas sobre lo observado	8	32	9	39	15	60	0	0
16. Planificar una experiencia	0	0	4	17	6	24	0	0

Actividades Instruccionales	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
17. Llevar a cabo una tarea relacionada con el tema	9	36	9	39	13	52	3	17
18. Registrar los resultados de un experimento	4	16	2	9	9	36	3	17
19. Representar modelos	5	20	5	22	7	28	0	0
20. Generar preguntas	0	0	0	0	0	0	0	0
21. Jugar (si es elaborarlo puede ser producto gráfico)	5	20	2	9	2	8	0	0
22. Leer un texto informativo	8	32	23	100	22	88	13	72
23. Elaborar un diagrama o mapa conceptual	8	32	5	22	6	6	0	0

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad.

^a Porcentajes calculados con base en el número de conceptos (n_c) en los que se observó la actividad. Por lo tanto, los porcentajes no deben suman 100% porque se calculan independientemente.

Otra actividad instruccional utilizada frecuentemente en varios de los conceptos tratados es *Buscar información en la biblioteca u otras fuentes* (40%, 83%, 60%, y 78% respectivamente en los grados Tercero, Quinto, Séptimo y Décimo). Esta actividad fue la actividad más frecuentemente identificada en el Quinto Grado, la segunda en el Décimo Grado, y la tercera en frecuencia en Tercer y Séptimo Grados. Ejemplos del uso de fuentes de información son el uso de diccionarios, textos, la biblioteca y el internet.

Realizar tareas relacionadas con el tema (llamadas *experiencias* en algunos de los materiales) muestra un porcentaje medianamente alto en todos los grados (36%, 39%, 52%, y 17% respectivamente en los grados Tercero, Quinto, Séptimo y Décimo). Esta actividad incluye una variedad de tareas tales como correr un rato alrededor de la escuela y contestar preguntas (e.g., *¿Cómo se llama el líquido que sale por la piel y escurre por la cara y las axilas?*; ver Guía 21, Unidad 8, Tercer Grado, p. 42) o invitar a la promotora de salud de la escuela a dar una charla (Guía 14, Unidad 3, Quinto Grado, p. 96).

Es importante hacer notar que en los cuatro grados nunca se le pide al estudiante que *genere preguntas*. Este es un indicador de que, cognitivamente, el papel asignado al estudiante es más pasivo que activo. Formular preguntas que ayuden a clarificar lo que no entiende o a confirmar lo que entiende o a indagar acerca de aquellos temas que aún no ha aprendido son estrategias que ayudan al estudiante a consolidar y a avanzar en su aprendizaje. Claramente, los materiales no promueven este tipo de participación.

Comentarios Generales. En general, no se consideró que las actividades instruccionales identificadas en los materiales proporcionen las oportunidades necesarias para que los estudiantes entiendan los tópicos científicos con profundidad o para adquirir habilidades prácticas de proceso científico y habilidades sociales en contextos significativos.

Responder a preguntas es sin duda una actividad crítica en el proceso de instrucción y de evaluación. Sin embargo, la calidad de las preguntas y los recursos que se requieren para que sean efectivas requiere más que simplemente plantear oraciones con signos de interrogación. Para que “contestar preguntas” sea un mediador efectivo del aprendizaje para los estudiantes, es importante considerar la calidad de las preguntas que se hacen y las condiciones que se le proporcionan al estudiante para poder contestarlas. Las preguntas que se enfocan únicamente en definir conceptos o identificar hechos factuales ayudan menos a la elaboración de esquemas conceptuales que las preguntas que le permiten al estudiante conectar piezas de información. Por ejemplo, preguntar acerca de las partes de las plantas (conocimiento factual) es diferente de preguntar cómo esas partes de la planta funcionan e interactúan para el mantenimiento, crecimiento y reproducción de la planta (conocimiento esquemático).

En el caso de las condiciones necesarias para que el estudiante pueda contestar preguntas, es importante pensar en aquéllas que apoyan y aquéllas que no sólo no apoyan, sino que además pueden entorpecer el aprendizaje. Por ejemplo, en el material de Tercer Grado se le pide al estudiante que observe una ilustración caricaturizada y que escriba en su cuaderno “características como tamaño, partes, forma y color de las hojas, grosor del tallo, color de las flores, y otras que se te ocurran de: *Árbol*” (sic) (Tercer Grado, Cuartilla Primera, p. 11). Inmediatamente después se le pide que conteste las siguientes preguntas: “¿Qué características observamos en las plantas? ¿Se presentan características

similares entre una planta y otra? ¿Cuáles son? ¿Qué partes de la planta le sirven para diferenciar una de otra?” (Tercer Grado, Cuartilla Primera, p. 11). Las preguntas son acerca de las plantas, mientras que las instrucciones se refieren al árbol en la ilustración. Es muy improbable que el estudiante, a partir de una ilustración, pueda saber de manera precisa la característica del grosor de un tallo o las diferencias entre distingas plantas. Es claro que no hay un buen uso del contexto rural en el que se encuentran los estudiantes.

Un ejemplo similar se puede encontrar en el Séptimo Grado. En la Guía 5 (página 44), se le pide al estudiante que observe una foto de dos osos blancos que están intentando caminar por una masa de hielo aparentemente derretida y se le pide que conteste preguntas tales como “¿Qué pasó en el entorno para que ocurriera esto?” Es muy difícil saber exactamente a qué situación se refiere la ilustración. “Esto” puede ser muy diferente para el estudiante y para el autor de los materiales, especialmente teniendo en cuenta que la fotografía no muestra claramente el fenómeno al que se hace referencia. Para que sean efectivas como mediador del aprendizaje, se requiere que las preguntas: (1) estén guiadas por las metas de aprendizaje perseguidas; (2) hagan explícito lo que el estudiante piensa (para saber si está realmente aprendiendo, para saber cuales son sus necesidades y saber cómo ayudarle); (3) ayuden a que el estudiante desarrolle esquemas conceptuales; (4) promuevan un diálogo que ayude al docente a entender el nivel de logro del estudiante (en qué nivel de comprensión se encuentra); (5) promuevan una socialización entre los estudiantes; y (6) promuevan que los estudiantes hagan sus propias preguntas y justifiquen y evalúen los razonamientos de otros compañeros con base en evidencias (Ruiz-Primo, 2011).

Detectar similitudes y diferencias entre objetos o ideas requiere de una actividad cognitiva más profunda que simplemente identificar. A primera vista, los cuadros comparativos, tan frecuentemente usados en los materiales de Tercero y Quinto Grados son potencialmente adecuados. Sin embargo, los cuadros comparativos en los materiales difícilmente logran el propósito original. En primer lugar, la actividad en muchos casos se limita a “identificar”, sin llegar a la comparación. En esencia, el estudiante llena la tabla pero no compara información. Tampoco hay ocasiones en las que el estudiante construya tablas con criterios propios o grupales de clasificación. En muchos casos, después de llenar la tabla (identificar solamente), no se le pide al estudiante que compare las características identificadas (e.g., cuadro comparativo, Tercer Grado, Primera Cuartilla, página 11). Más aún, repitiendo un error ya mencionado, se le pide al estudiante que identifique características en una ilustración que no muestra esas características. Por ejemplo, en la ilustración de la página 11 de los materiales de Tercer Grado, Primera Cuartilla, se muestra una mariposa a la que no se le pueden ver la patas. Sin embargo, se pide al estudiante que registre en una tabla el número de patas observadas en la mariposa (ver Figura 2). Es difícil saber si el estudiante puede confundir ciertas partes de las alas con las patas de la mariposa. El recurso de la ilustración puede potencialmente confundir, más que ayudar al aprendizaje. En segundo lugar, en la actividad *comparar*, no existe un mecanismo claro que le ayude al estudiante a determinar si su comparación es apropiada o no (por ejemplo, véase el cuadro comparativo en Tercer Grado, Primera Cuartilla, página 23; Séptimo Grado, página 52).

Copiar textos es mejor que no hacer nada con la información que se presenta. Sin embargo, copiar no requiere de una actividad cognitiva profunda y utiliza un tiempo considerable, especialmente en los

primeros grados. Ese tiempo se podría emplear en actividades más productivas. Son preferibles las actividades en las que se requiera de un procesamiento de información más profundo tales como explicar, planear, generar, o producir, por mencionar sólo algunos ejemplos.

Con respecto a la *lectura de textos informativos*, es importante mencionar que el papel y los objetivos de los textos informativos no son claros. En algunas ocasiones los textos vienen acompañados de preguntas y en otras no (ver Unidad 5, Guías 21 y 22 del Séptimo Grado, pp. 255 y 261). En algunos casos, se le dan indicaciones claras al estudiante para leer un texto y en otros no se le proporciona ninguna indicación. No hay una estrategia definida acerca de qué se quiere que el estudiante haga cuando lee este tipo de texto informativo. Los resultados de investigaciones en lectura han sido claros: Los estudiantes necesitan estar interesados y comprometidos con lo que leen para que haya una mejor comprensión. Si se plantean preguntas después de la lectura, las preguntas tienen que ayudarle al estudiante a procesar la información de manera más efectiva (por ejemplo: ¿Cómo se conecta esta información con lo que leí anteriormente?). Preguntas de este tipo invitan al estudiante a considerar el contenido importante y a construir conexiones entre ideas fundamentales (McKeown & Beck, 2009). Esto conlleva a cuestionar el contenido de estos textos informativos: ¿Qué tipo de información se espera que contengan: información crítica o información suplementaria que el estudiante puede dejar de examinar? Más aún, como se mencionó, al estudiante nunca se le pide que genere preguntas, una estrategia metacognitiva crítica que se ha considerado como herramienta fundamental para ayudar a la comprensión (Otero, 2009). Claramente, este importante recurso instruccional es ignorado en los materiales de los cuatro grados.

Calidad de las Instrucciones al Estudiante

La importancia de comunicar a los estudiantes las metas de aprendizaje y de comunicar cómo una tarea contribuye a alcanzar las metas de aprendizaje es crítica para que el estudiante entienda la relevancia que tiene la tarea para su aprendizaje. La importancia de entender qué es lo que uno tiene que hacer y por qué, quedó demostrada desde los años 90's (White & Frederiksen, 1998) y se le ha reconocido aún más en virtud de la atención que recientemente ha recibido la evaluación formativa. Por esta razón, se puso atención a las instrucciones dadas en las actividades propuestas en los materiales. Con respecto a las instrucciones se trataron dos aspectos: (1) adecuación de las instrucciones (i.e., *¿Puede el estudiante entender claramente qué es lo que tiene que hacer?*), y (2) especificación del propósito de las tareas a realizar (i.e., *¿Se le comunica al estudiante el propósito—por qué tiene que hacer lo que tiene que hacer?*).

Mientras que en los Grados Tercero, Quinto, y Séptimo no se identificaron actividades con instrucciones inadecuadas en ningún concepto, en el Décimo Grado, en 78% de los conceptos tratados se encontraron actividades con instrucciones inadecuadas. Por ejemplo, en el Momento 1 de Décimo Grado, después de 12 páginas y media de información, se le da al estudiante la siguiente instrucción “Organiza la lectura realizada hasta el momento” (p. 34) y se le proporciona una tabla con cuatro columnas: Lectura, Ideas Fundamentales, Comentarios, e Interrogantes. Es difícil que, con este tipo de apoyo puedan los estudiantes saber qué se espera de ellos. En la siguiente actividad (que se presenta en la siguiente página) se le da al estudiante la siguiente instrucción, “Con los fundamentos teóricos

estudiados anteriormente y el apoyo de bibliografía específica dará solución a los siguientes tópicos” (p. 35) y se le da un listado de tópicos de realización compleja (e.g., “Analizar los tiquetes de los fertilizantes y hacer un listado de cual (sic) son los compuestos y cuales elementos químicos”; p. 35). ¿Qué significa dar solución a un tópico? ¿Cómo puede el estudiante saber qué tiquetes de qué fertilizantes tiene que analizar? Nunca se le menciona al estudiante si alguien le dará las etiquetas de los fertilizantes o si los estudiantes tienen que conseguirlas como parte de sus actividades.

Con respecto al propósito de las tareas a realizar, en los Grados Tercero y Décimo, en ninguna de las actividades se le menciona al estudiante el propósito de llevarlas a cabo (por ejemplo, cómo la actividad le ayuda a alcanzar las metas de aprendizaje o cómo le ayuda a aprender acerca del tópico o concepto, o cómo le ayuda a entender ciertas relaciones entre conceptos). En Quinto Grado y Séptimo Grado, la situación no cambia mucho. En el 96% y el 88% de los conceptos, respectivamente, se encontraron actividades en las que no se le indica al estudiante la relevancia de las tareas que tiene que realizar.

Tratamiento de los Conceptos y de las Habilidades Prácticas de Proceso Científico

En este apartado se describe cómo se trata a los conceptos en los materiales con base en seis dimensiones que relacionan diferentes aspectos: (1) número de actividades usadas para mediar el aprendizaje de cada concepto identificado, (2) demandas cognitivas de la actividad instruccional, (3) adecuación de la actividad instruccional para el cumplimiento de los objetivos, (4) adecuación de la actividad instruccional para el aprendizaje de las habilidades de proceso, (5) estrategias o recursos proporcionados al estudiante para la autoevaluación de su avance, y (6) adecuación de la actividad instruccional al contexto rural.

Mapeo de Habilidades y Actividades por Concepto. Las Tablas 9, 10, 11, y 12 presentan la frecuencia con las que, para cada concepto, se usaron *diversas* habilidades de proceso, habilidades sociales, y actividades instruccionales respectivamente en los grados Tercero, Quinto, Séptimo, y Décimo. Estas tablas tienen como finalidad proveer información acerca de las diversas oportunidades que se le dan al estudiante para aprender el contenido (e.g., conceptos, principios), en relación con las habilidades prácticas de proceso científico (tales como la observación, la medición, planear experimentos, o construir explicaciones), y las habilidades sociales (tales como la argumentación). Tales habilidades y conocimientos debieran ser parte integral de la enseñanza de los conceptos. Las tablas también proveen información de la *diversidad* de actividades instruccionales que se utilizan para mediar el aprendizaje de los conceptos.

La Tabla 9 presenta información del grado Tercero. En promedio, se tratan tres habilidades prácticas, una habilidad social, y seis actividades instruccionales por concepto. De acuerdo con la información presentada, 16% de los conceptos (e.g., movimientos-músculos, huesos y tendones) no se conectan con ninguna habilidad práctica (e.g., al estudiante no se le pide que observe o haga predicciones o que formule explicaciones), mientras que en 12 % de los conceptos (e.g., propiedades de la materia) se tratan hasta seis habilidades (el número más alto observado en este grado).

Tabla 9. *Habilidades Prácticas de Proceso Científico, Habilidades Sociales y Actividades Instruccionales Usadas en Los Materiales de Tercer Grado: Frecuencias por Concepto*

Conceptos	Habilidades Prácticas	Habilidades Sociales	Actividades Instruccionales
1. Características de plantas y animales	2	2	9
2. Partes de las plantas	4	2	8
3. Vertebrados e invertebrados	3	2	9
4. Nutrición de plantas	4	2	7
5. Nutrición de animales y tipos de dieta	2	1	8
6. Cadenas alimenticias, productores, consumidores, descomponedor	6	2	8
7. Energía eléctrica	3	1	6
8. Magnetismo	3	2	7
9. Cambios y necesidades con la edad (inicio de herencia)	3	2	10
10. Movimientos voluntarios e involuntarios	2	2	5
11. Movimientos-músculos, huesos y tendones	0	1	6
12. Cuidado de huesos	0	1	4
13. Adaptaciones	2	1	5
14. Efectos de los seres vivos en el ambiente	1	1	5
15. Efectos del hombre en el ambiente	1	2	5
16. Propiedades de la materia	6	2	6
17. Cambios de estado	4	1	7
18. Cambios físicos y químicos	4	1	7
19. Ciclo del agua	6	2	7
20. Características de los minerales	1	1	7
21. Formación del suelo	3	1	7
22. Las estaciones	3	1	7
23. Fases de la luna	1	0	3
24. Eclipses	0	1	2
25. Calendario	0	0	4

En la mayoría de los conceptos (24%) se tratan tres habilidades prácticas. Con respecto a las habilidades sociales, en aproximadamente 48% de los conceptos se ejercita una habilidad social, en 44 % las dos habilidades, y en 8% ninguna habilidad social. Finalmente, el número mínimo de actividades instruccionales por concepto fue dos. En 32% de los conceptos, el mayor porcentaje, se identificaron siete actividades, en 16% cinco actividades, y en 4% diez actividades.

La Tabla 10 presenta información acerca de las habilidades prácticas, sociales, y las actividades instruccionales por concepto tratado para el Quinto Grado. En 26% (el porcentaje más alto) de los conceptos tratados, no se identificó que se diera al estudiante la oportunidad de ejercitar alguna habilidad práctica, y en 22% se identificó solamente una habilidad práctica. En contraste, en uno de los conceptos se identificó la oportunidad de ejercitar hasta siete habilidades prácticas (el mayor número de habilidades prácticas observado en este grado), en otro se identificaron hasta seis, y en otro hasta cinco. En la mayoría de los conceptos (91%) se identificó una sola habilidad social (i.e., compartir información con compañeros). Solamente en un concepto (Desastres naturales/Plan de prevención) se identificaron las dos habilidades, y en otro concepto (Origen del universo, Constelaciones) ninguna habilidad. En 30% de los conceptos (el porcentaje más alto) se identificaron ocho actividades, y en 22% de los conceptos seis actividades. En uno de los conceptos (Energías renovables y no renovables) se identificaron 10 actividades.

Tabla 10. *Habilidades Prácticas de Proceso Científico, Habilidades Sociales y Actividades Instruccionales Usadas en Los Materiales de Quinto Grado: Frecuencias por Concepto*

Conceptos	Habilidades Prácticas	Habilidades Sociales	Actividades Instruccionales
1. Célula	2	1	4
2. Célula animal y vegetal	4	1	7
3. Organismos unicelulares y pluricelulares	2	1	6
4. Tejidos, características de tejidos animales y vegetales	3	1	8
5. Digestión	2	1	6
6. Respiración	5	1	6
7. Sistema circulatorio	4	1	8
8. Aparato de reproducción (fertilización in vitro)	1	1	8
9. Desechos, excreción	0	1	7
10. Ecosistema/relaciones entre seres vivos (simbiosis, parasitismo, etc.)	1	1	7
11. Equilibrio ecológico	0	1	4
12. Biomas	0	1	6
13. Fuentes de energía	3	1	8
14. Transformaciones de la energía	1	1	8
15. Energías renovables y no renovables	3	1	10
16. Recursos naturales	3	1	9
17. Desastres naturales/plan de prevención	1	2	8
18. Formación del sistema solar	0	1	6
19. Estrellas y galaxias	0	1	4
20. Origen del Universo	1	0	5
21. Exploración del espacio	0	1	9
22. Conocimiento científico, cualitativo y cuantitativo	6	1	8
23. Método científico	7	1	7

La Tabla 11 presenta la información para el Séptimo Grado. En este grado, las diferencias observadas entre conceptos son más pronunciadas. Por ejemplo, ninguna habilidad práctica se lleva a cabo en el tratamiento de los conceptos “sistemas y tejidos en los organismos” y “recursos energéticos”. En cambio, en cuatro conceptos (16%) (e.g., fuentes de contaminación, tipos de cultivos y abonos) se trataron hasta 10 habilidades. Con igual porcentaje (20%) se identificaron cinco conceptos en los cuales se trató una habilidad práctica y cinco en los cuales se trataron dos. En general, se identificaron más habilidades prácticas de proceso científico en este grado que en Tercero, Quinto, y Décimo Grados. En el caso de las habilidades sociales, éste fue el único grado en el que en todos los conceptos se trataron las dos habilidades sociales. En el caso de las actividades, en cuatro de ellas (16%) se identificaron 10 actividades instruccionales (el máximo número observado en este grado). En igual número de conceptos se identificaron cinco y siete actividades instruccionales. En siete de los conceptos (28%, el mayor porcentaje observado) se identificaron seis actividades.

Tabla 11. *Habilidades Prácticas de Proceso Científico, Habilidades Sociales y Actividades Instruccionales Usadas en Los Materiales de Séptimo Grado: Frecuencias por Concepto*

Conceptos	Habilidades Prácticas	Habilidades Sociales	Actividades Instruccionales
1. Origen de la materia	2	2	6
2. Modelos atómicos	2	2	6
3. Clasificación de los elementos	1	2	4
4. Propiedades de la materia	7	2	6
5. Terremotos y tsunamis- Movimientos de los astros	2	2	6
6. Reproducción celular	1	2	7
7. Mecanismos de transporte de sustancias en la célula	4	2	7
8. Sistemas y tejidos en los organismos	0	2	6
9. Sistemas de órganos en los distintos seres vivos	5	2	9
10. Funcionamiento de los sistemas de órganos	2	2	5
11. Clasificación de los seres vivos	6	2	9
12. Concepto de sistema	1	2	5
13. Cambios en los ecosistemas	6	2	10
14. Dinámica energética en los ecosistemas	9	2	8
15. Ciclos de la materia en los ecosistemas	2	2	8
16. Fuentes de contaminación	10	2	9
17. Mezclas y métodos de separación	8	2	10
18. Adicciones	1	2	7
19. Cuidado del cuerpo	1	2	10
20. Recursos energéticos	0	2	5
21. Energía eléctrica y combustibles fósiles	4	2	6
22. Energía electromagnética	7	2	10
23. Condiciones que afectan la vida de las plantas	10	2	5
24. Tipos de cultivos y abonos	10	2	6
25. Problemáticas ambientales	10	2	7

La Tabla 12 muestra la información acerca de las habilidades prácticas de proceso científico, habilidades sociales, y las actividades para el Décimo Grado. Solamente en tres de los conceptos tratados se da la oportunidad de ejercitar habilidades prácticas. En dos de los conceptos el número de habilidades prácticas y de actividades instruccionales es el mismo: medición, conducir un experimento, coleccionar datos, organizarlos, interpretarlos y construir conclusiones. El tercer concepto incluye, además de estas habilidades prácticas, la de observar y hacer predicciones. Esta última habilidad práctica es tratada únicamente en cuatro ocasiones en los cuatro grados. Es claro que en este grado no hay interés por tratar las habilidades prácticas de proceso científico como parte de la enseñanza de la ciencia. Es aún más evidente la falta de interés por promover las habilidades sociales relacionadas con la ciencia. En este grado, en ninguno de los conceptos se promueven habilidades sociales. En Décimo Grado se identificó, en promedio, el menor número de actividades instruccionales por concepto tratado (cinco actividades), aunque no es muy grande la diferencia con los otros grados: seis para el Tercer Grado y siete actividades para los grados Quinto y Séptimo.

Tabla 12. *Habilidades Prácticas de Proceso Científico, Habilidades Sociales y Actividades Instruccionales Usadas en Los Materiales de Décimo Grado: Frecuencias por Concepto*

Conceptos	Habilidades Prácticas	Habilidades Sociales	Actividades Instruccionales
1. Estructura de la materia	0	0	6
2. Enlaces químicos y formación de compuestos	0	0	6
3. Origen de la vida y evolución biológica	0	0	6
4. Principios de la herencia mendeliana	0	0	6
5. Proceso de medición y errores	6	0	7
6. Relación de proporcionalidad entre magnitudes	6	0	7
7. El rol de la Química en la agricultura	0	0	6
8. Conceptos de genética post-mendeliana	0	0	6
9. Los microorganismos y su papel en las actividades humanas	0	0	6
10. Tipos de energía	0	0	6
11. Cinemática: Tipos de movimiento	8	0	7
12. Reacciones químicas	0	0	5
13. Soluciones	0	0	5
14. Fuerzas	0	0	4
15. Biotecnología y rol de los microorganismos en las actividades humanas	0	0	3
16. Movimiento de los planetas	0	0	3
17. Trabajo y potencia	0	0	3
18. Mecánica de fluidos	0	0	3

Comentarios Generales. Sería poco razonable esperar que todos los conceptos fueran tratados de la misma manera en cualquier material. Pero sí es razonable esperar claridad acerca de los conceptos que son críticos y requieren, por lo tanto, una mayor atención. Más aún, es importante determinar qué tipo de atención se requiere. La evidencia obtenida indica que los conceptos en cada grado reciben un tratamiento muy diferente y no se encuentra una razón clara de esa inconsistencia. Entre grados, se observa también una diferencia. Séptimo es el grado en el que identifiqué, en promedio por concepto, el mayor número de habilidades prácticas (cuatro), habilidades sociales (dos), y actividades instruccionales (siete). Es importante tener claridad de que más no es necesariamente mejor. Como ya se discutió anteriormente, algunas de las actividades propuestas son claramente inadecuadas y no promueven el tipo de conocimiento y las habilidades que se debiera perseguir en la enseñanza de las ciencias. Surge la pregunta de si las habilidades tratadas fueron cuidadosamente planeadas. Como ya se mencionó, es claro, que los materiales no satisfacen la condición básica de enseñar esquemas epistémicos que ayuden a los estudiantes a desarrollar y evaluar el conocimiento científico (Duschl, 2003). Esta es una deficiencia clara en todos los materiales revisados. Es también claro que las habilidades sociales, aunque se implementan de manera más consistente en todos los conceptos, se enfocan más en compartir y comparar que en argumentar (una habilidad de importancia crítica en las ciencias). Es claro que argumentar debió tratarse de manera independiente para proveer evidencia más clara de la falta de atención a esta actividad central de la ciencia.

Demandas Cognitivas Impuestas al Estudiante

Es claro que los estudiantes se involucran cognitivamente de forma diferente de acuerdo con las características de las tareas que se le presentan. Cuando la tarea requiere que el estudiante únicamente agregue nueva información a su memoria, el proceso cognitivo primordialmente asociado es el recuerdo. En contraste, hay tareas en la que se involucra al estudiante de forma tal que lo hacen poner atención a la información, identificar aquélla que es relevante, y organizarla e integrarla con la información que ya tiene en la memoria. Cuando las tareas promueven que el estudiante haga sentido de las experiencias, la demanda cognitiva es más alta y con ello se hace más probable una mayor retención de la información y una mejor transferencia de aprendizaje (Anderson & Krathwhohl, 2001).

Debido a la importancia que tienen las demandas cognitivas impuestas al estudiante, los expertos identificaron, de manera global, el nivel de demanda cognitiva impuesta a los estudiantes por concepto. Se identificaron tres niveles de demanda: (1) Baja— actividades, que en lo general, dependen del recuerdo y el reconocimiento de información previamente aprendida; (2) Moderada— actividades que involucran un pensamiento más flexible, con más alternativas para elegir; y (3) Alta – actividades que involucran razonamiento, planificación, análisis, emitir juicios, y pensamiento creativo. Los expertos determinaron el nivel de demanda cognitiva general considerando todas las actividades propuestas en los materiales asociadas al aprendizaje de cada concepto.

La Tabla 13 muestra los niveles encontrados a través de todos los conceptos por grado. En los materiales del Tercer Grado, se consideró al 84% de las experiencias propuestas por concepto como de bajo nivel cognitivo, en Décimo Grado al 83%, y en Quinto Grado al 48%. Séptimo Grado mostró el porcentaje más bajo (24%). Este grado fue el único con un porcentaje medianamente alto (40%) en la categoría de alta demanda cognitiva. En promedio, en los cuatro grados se encontró que más del 50% de los conceptos fueron tratados con actividades de un nivel cognitivo bajo, 33% con un nivel moderado, y solamente un 15% fueron tratados con un alto nivel. Este 15% corresponde exclusivamente a conceptos en los grados Quinto y Séptimo, ya que en los otros dos grados no se encontró ningún concepto tratado con actividades de alto nivel cognitivo.

Comentario General. En general, las demandas cognitivas impuestas en los diferentes grados tienden a ser bajas, lo cual favorece una baja retención de información y una baja transferibilidad de lo aprendido. Diseñar actividades que requieran de demandas cognitivas altas es indispensable para que el aprendizaje significativo tenga lugar. Es importante considerar que las demandas cognitivas pueden ser altas aún en los primeros grados de primaria (e.g., véanse las expectativas de ejecución para los estudiantes de escuela primaria en estándares nacionales de otros países). Por lo tanto, la desproporción de actividades con una alta demanda cognitiva es de alguna manera inesperada en el Tercer Grado y desalentador en el Décimo Grado.

Tabla 13. *Juicios Emitidos acerca de las Demandas Cognitivas Impuestas a los Estudiantes en las Actividades Instruccionales: Frecuencias y Porcentajes por Grado**

Demandas Cognitivas	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Baja (reconocer, recordar, identificar, ejemplificar, aplicar de forma algorítmica, clasificar usando una tabla, explicar reformulando)	21	84	11	48	6	24	15	83
Moderada (interpretar, desarrollar criterios de clasificación resumir, inferir, comparar, explicar, implementar, aplicar procedimientos, diferenciar)	4	16	11	48	9	36	3	17
Alta (organizar, atribuir, dar puntos de vista, checar/monitorear, criticar, argumentar, generar, planear, producir, diseñar, elaborar explicaciones)	0	0	1	4	10	40	0	0

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad.

Adecuación de las Actividades Instruccionales

Es importante preguntarse qué tan adecuadas son las actividades instruccionales propuestas en los materiales para el aprendizaje de los contenidos conceptuales y las habilidades prácticas. Primero se presentan los resultados relacionados con el aprendizaje de contenidos conceptuales y después los resultados relacionados con el aprendizaje de habilidades prácticas de proceso científico.

Aprendizaje de Conceptos. La clasificación de actividades inadecuadas resultó ser una tarea difícil debido a la diversidad de razones de su inadecuación. Por lo tanto, se generaron categorías muy generales que pudieran representar problemas críticos de las actividades. Al final, únicamente dos categorías generales se utilizaron para identificar problemas: (1) *Abordaje inadecuado* (superficial o demasiado elevado) del concepto para la edad, y (2) *Actividad poco guiada* (difícil para el estudiante interpretar lo que hace).

Un ejemplo del tipo de problemas encontrados en los materiales permite comprender la complejidad de la tarea realizada por los expertos. Se presenta únicamente un ejemplo de Tercer Grado, Unidad 2, Guía 4, página 38, tópico de la guía, ¿Cómo se nutren las plantas? La Figura 3 presenta la ilustración que se utiliza para introducir el tema en la página 38 de la Cuartilla 1.

Esta actividad se clasificó como *inadecuada*, y se identificó la categoría 1, *Abordaje inadecuado*, como razón para su clasificación. Los expertos encontraron más de un problema en esta actividad. Aquí se menciona únicamente uno: la Tercera pregunta de la primera actividad induce a los estudiantes a pensar que las plantas se alimentan de abono. Este es un error conceptual muy común en los niños. Esta idea errónea se refuerza en varias ocasiones; por ejemplo, en el cuento del ciempiés cuando dice que la planta come tierra (p. 42), que las plantas se alimentan de los nutrientes del suelo, etc. Se trata de un concepto complejo para niños de Tercer Grado que no está explicado con la claridad suficiente. Está por demás comentar lo inadecuado de la ilustración (animista y con concepciones erróneas), aunque la primera pregunta haga referencia a la falta de correspondencia con la realidad.



Figura 3. Ejemplo de ilustración inadecuada presentada al principio de la Guía 4, Unidad 2 de los Materiales de Tercer Grado (p. 38).

Con éste tipo de análisis en mente, la Tabla 14 presenta información acerca de la adecuación de las actividades para mediar el aprendizaje de los conceptos en los cuatro grados. Es importante hacer notar que el porcentaje de los juicios emitidos por los expertos acerca de la inadecuación de las actividades para aprender los conceptos es alto; el 52.5% en promedio en los cuatro grados. Esto indica que, en general, se identificaron más conceptos con actividades inadecuadas que conceptos con actividades adecuadas. Este resultado de la evaluación de los materiales es alarmante.

La distribución de las características inadecuadas varía de grado a grado y por característica. Los porcentajes más altos por categoría se observaron en los Grados Tercero, Séptimo y Décimo, mientras que los porcentajes más bajos se observaron en Quinto Grado.

En Tercer Grado, el porcentaje más alto (44%) se observó en la categoría *Actividad poco guiada*. Un porcentaje mucho menor (16%) se observó en la categoría *Abordaje inadecuado del concepto*. En Quinto Grado, las dos categorías muestran un porcentaje medianamente bajo (28% y 17% respectivamente). En Séptimo Grado, ambas categorías muestran un porcentaje medianamente alto (44% y 40% respectivamente). En Décimo Grado, los expertos identificaron *Abordaje inadecuado de conceptos* en más de la mitad de los conceptos (61%), y *Actividad poco guiada* en un porcentaje mayor (83%). Esto significa que aunque los estudiantes lleven a cabo las actividades (e.g., contestar preguntas) estas actividades no sirven como mediadores para entender con profundidad los conceptos abordados.

Comentario General. En promedio, en 46% de los conceptos tratados en los cuatro grados se identificó el problema *Actividad poco guiada (difícil para el estudiante interpretar lo que hace)*. Esta categoría, refleja la falta de claridad para los estudiantes no sólo de los propósitos de las actividades, sino también acerca de los aspectos en que debe ponerse atención para poder interpretar y elaborar información que ayude a un entendimiento del concepto en cuestión. El estudiante realiza la actividad, la discute con sus compañeros, pero la pregunta “¿y qué con esto...?” queda sin ser considerada en varias de las actividades.

En promedio, en 37% de los conceptos tratados en los cuatro grados, el problema no es sólo didáctico, sino también conceptual. En las actividades instruccionales se observó la ausencia de un desarrollo profundo de los conceptos. Los conceptos se tratan a nivel declarativo (básicamente se dan sólo definiciones) y mencionando ideas relacionadas que, dada la superficialidad con la que se les trata, dificultan, en vez de ayudar, el entendimiento de los conceptos claves. Este porcentaje, aunque es más bajo que el de actividades poco guiadas, es revelador de la falta de control de calidad en el desarrollo de los materiales.

Aunque la distribución de los porcentajes entre los grados es diferente, es claro que hay problemas relacionados con la adecuación de las actividades instruccionales propuestas para la comprensión de los conceptos.

Tabla 14. Juicios Emitidos acerca de la Adecuación de las Actividades Instruccionales para Mediar el Aprendizaje: Frecuencias y Porcentajes por Grado*

Adecuación de las Actividades	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Adecuadas ^a	14	56	14	61	14	56	3	17
Inadecuadas ^a	11	44	9	39	11	44	15	83
Descripción de las Características Inadecuadas	$n=15^b$	$n_c=25^c$	$n=11^b$	$n_c=23^c$	$n=21^b$	$n_c=25^c$	$n=26^b$	$n_c=18^c$
Abordaje inadecuado (superficial o demasiado elevado) del concepto para la edad	4	16	7	28	11	44	11	61
Actividad poco guiada (difícil para el estudiante interpretar lo que hace)	11	44	4	17	10	40	15	83

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad.

^a Porcentaje considerando el número de conceptos (n_c) tratados por grado.

^b Frecuencia de tipo de problema a través de todos los conceptos.

^c Porcentajes por renglón calculados con base en el número de conceptos (n_c) en los que se observó el problema. Porcentajes no tienen que sumar 100.

Aprendizaje de Habilidades Prácticas Científicas. Se utilizaron categorías de características inadecuadas similares a las utilizadas en el aprendizaje de los conceptos para identificar problemas en las actividades propuestas en los materiales para el aprendizaje de las habilidades prácticas: (1) *Abordaje poco adecuado*, y (2) *Actividad poco guiada*.

Un ejemplo de una actividad que se identificó como inadecuada es la que aparece en el Módulo 1 del Séptimo Grado. ¿Cómo nos imaginamos la materia en su interior? En las *Acciones de pensamiento*, uno de los puntos que se presentan es: “Describo el desarrollo de modelos que explican la estructura de la materia” (p. 22). En la siguiente página (p. 23), se le pide al estudiante que vea una gráfica y se le dan las instrucciones para que *construya un modelo* (Figura 4).

1. Observa la gráfica presentada en esta hoja. ¿Qué representa?
2. ¿Qué partes tiene el gráfico? ¿Cómo se relaciona el gráfico con los materiales que conforman el Universo?
3. ¿Se puede evidenciar lo que representa el gráfico en la cotidianidad? ¿Cómo?





Aprendamos algo nuevo



Trabajo en grupo

Socializa con tus compañeros y con la ayuda de tu maestro las respuestas a la actividad anterior, elaboren una respuesta para cada una de las preguntas buscando un consenso entre las diferentes posiciones.

Actividad experimental. ¿Cómo vemos la materia?

Materiales: Plastilina, cartón paja, pegante

1. Elaboren un modelo de cómo está conformada la materia en su interior de acuerdo con los conocimientos que poseen.
2. Expongan su modelo a sus compañeros y al maestro, analicen sus fortalezas y aspectos por mejorar.
3. Realicen un consenso de los diferentes modelos para establecer cuál es modelo que mejor explica la estructura de la materia.



23

Figura 4. Ejemplo de una actividad práctica inadecuada presentada en la Guía 2, Unidad 1 de los Materiales de Séptimo Grado (p. 23).

En esta actividad se identificaron dos problemas, *abordaje inadecuado* y *actividad poco guiada*. Es difícil pensar que la actividad pueda conducir a que los estudiantes construyan con éxito un modelo atómico cuando no se les proporciona la información necesaria y sin poseer los conocimientos necesarios sobre la estructura del átomo. Es importante notar que al estudiante no se le indica que le pregunte al docente cómo realizar la actividad ni se menciona ninguna posible intervención del docente para guiarlo a responder las complejas preguntas formuladas. Por ejemplo, “¿se puede evidenciar lo que

presenta el gráfico en la cotidianeidad?”, una pregunta cuya respuesta requiere un profundo conocimiento conceptual acerca de las propiedades y estructura de la materia que los estudiantes no poseen aún). Además, la segunda parte de esta actividad se presenta como una actividad experimental, y no lo es, se trata solamente de una actividad práctica en la que los estudiantes construyen con plastilina, cartón y paja un modelo que representa lo que conocen sobre los átomos. El título de la unidad y el subtítulo de la actividad son igualmente inadecuados: “cómo nos *imaginamos* la materia” y “cómo *vemos* la materia” no representan correctamente el tópico principal (cursivas agregadas). El título de la actividad promueve una confusión sumamente habitual y seria en el estudio de las ciencias naturales: la de equiparar la observación (cómo “vemos”) con la inferencia y la construcción de modelos teóricos (cómo “imaginamos”).

Un ejemplo típico de la categoría 2, Actividad poco guiada, son las instrucciones para “observar”: “*Observa a primera ilustración, ...la segunda ilustración, ...la tercera ilustración...*” (Tercer Grado, Unidad 1, Guía 1, pp. 19-20), “*Vas a observar de cerca los tubos conductores del tallo de las plantas vasculares*” (Tercer Grado, Unidad 1, Guía 1, p. 22) y “*Observa cómo se comporta un imán*” (Tercer Grado, Unidad 3, Guía 8, pp. 66). Observar, como forma de coleccionar datos, es un proceso que requiere de registrar la información coleccionada para un análisis subsecuente. Es importante guiar las observaciones que hacen los estudiantes para que puedan diferenciar entre observación (describir) e inferir – lo que se ha llamado como observación indirecta (lo que se deduce a partir de la observación). Estas son características que no se tratan en los materiales, pero que son fundamentales en el aprendizaje y en la práctica de los procesos científicos. El tratamiento de la “observación” como una habilidad práctica de la ciencia es extremadamente importante y se trivializa en prácticamente todos los materiales. Como ya se mencionó, pedirle a los estudiantes que observen sin propósito o estructura algunos, sin que registren lo que observan, sin pedir que enfoquen su observación en propiedades o características particulares de lo que observan, no sólo minimiza el valor de la observación como práctica científica, sino que también puede contribuir a un entendimiento erróneo de la habilidad y del papel que juega en la ciencia.

La Tabla 15 presenta información acerca de las características de *adecuación de las actividades instruccionales* para mediar el aprendizaje de las habilidades prácticas de proceso en los cuatro grados considerando estas dos características.

En promedio en los cuatro grados, en más del 50% de los conceptos tratados se identificaron actividades con algún problema. Décimo Grado presenta el número mayor de conceptos con actividades inadecuadas (83%), seguido por Tercer Grado (68%) y Quinto Grado (43%). Séptimo Grado presenta el mayor número de conceptos (72%) con actividades consideradas como adecuadas.

En promedio, en un 35% de las actividades se identificaron problemas pertenecientes a la categoría *actividades pocas guiadas*, porcentaje ligeramente más alto que el observado en la categoría *abordaje inadecuado* (34.25%).

Tabla 15. Juicios Emitidos acerca de la Adecuación de las Actividades Instruccionales para Mediar el Aprendizaje de las Habilidades Prácticas: Frecuencias y Porcentajes por Grado*

Adecuación de las Actividades	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Adecuadas ^a	17	32	13	57	18	72	3	17
Inadecuadas ^a	8	68	10	43	7	28	15	83
Descripción de las Características Inadecuadas	$n=9^b$	$n_c=25^c$	$n=9^b$	$n_c=23^c$	$n=9^b$	$n_c=25^c$	$n=30^b$	$n_c=18^c$
Abordaje inadecuado (superficial o demasiado elevado) para el desarrollo de la habilidad)	5	20	5	22	3	12	15	83
Actividad poco guiada (difícil para el estudiante interpretar lo que hace)	4	16	4	17	6	24	15	83

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad

^a Porcentaje considerando el número de conceptos (n_c) tratados por grado.

^b Frecuencia de tipo de problema a través de todos los conceptos.

^c Porcentajes calculados con base en el número de conceptos (n_c) en los que se observó el problema. Porcentajes no tienen que sumar 100.

Comentario General. El trabajo hecho por el Consejo Nacional de Investigación (National Research Council) con respecto a la enseñanza de la ciencias en Estados Unidos (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007) ha recomendado que en un salón de clases de ciencias a los estudiantes se les debiera de ofrecer la oportunidad de enfrentarse a problemas científicos que son significativos y que les permitan vivir la ciencia de una forma práctica y a través de involucrarse en procesos de indagación. La investigación ha arrojado resultados claros de que cuando a los estudiantes se les proporciona esta oportunidad, su comprensión de los fenómenos naturales es mayor, así como la probabilidad de que utilicen este conocimiento en otros contextos. Es claro que la perspectiva de los materiales descarta claramente esta aproximación y adopta una manera de enseñar ciencia considerada como más tradicional y menos indagatoria.

Uso de Ilustraciones como Apoyo del Aprendizaje de Contenido

Otro aspecto evaluado de los materiales didácticos fue el uso de las ilustraciones como apoyo para el aprendizaje de los conceptos críticos. Por ilustración se consideraron, dibujos, fotos, gráficas y representaciones visuales. Tres aspectos guiaron la descripción del uso de las ilustraciones: (1) la *integración de las ilustraciones con la narrativa relacionada al concepto crítico*, (2) *lo apropiado de las ilustraciones (exactitud y corrección)*, y (3) *la sensibilidad al contexto rural*.

Un ejemplo de una ilustración decorativa que no tiene nada que ver con el tópico tratado es el de la Tercer Grado, Unidad 6, Guía 15. La unidad se enfoca en cómo el ser humano altera y aprovecha su entorno. La segunda actividad de la unidad le pide al estudiante que anote en un cuadro el uso que le da el ser humano a seis “elementos”: plantas de papa, piedras, suelo, agua, peces, y árboles. La Figura 5 presenta el cuadro con una estrella de mar, tal como aparece en la página 50 de la Cuartilla 2, Tercer Grado. Este tipo de ilustración se consideró decorativa por al menos dos razones: no representa ninguno de los elementos mencionados en la tabla y la ilustración, por sí sola, no ayuda en la comprensión de cómo el ser humano altera y aprovecha su entorno.

2. Anota en un cuadro como el siguiente el uso que da el ser humano a los diferentes elementos del ambiente que aparecen en la primera columna. Anota algunos otros que se te ocurran.

Elemento	Uso
Plantas de papa	
Piedras	
Suelo	
Agua	
Peces	
Árboles	

Trabaja en tu cuaderno

Presenta tu trabajo al profesor

50 Ciencias Naturales y Educación Ambiental




Figura 5. Ejemplo de una ilustración decorativa presentada en la Guía 15, Unidad 6, Tercer Grado (p. 50).

La Figura 6 muestra un ejemplo de ilustración integrada implícitamente. La ilustración tiene que ver con el concepto tratado pero el texto no hace referencia alguna a la ilustración (en otros casos se hace referencia a la ilustración con una indicación como “Observa” o “Ver Figura” sin que se le explique). La ilustración se presenta en el Momento Uno, Décimo Grado, bajo el tópico ¿Cómo se ordenan los Elementos Químicos? En la página 31 se menciona la tabla periódica de los elementos. La tabla se presenta inmediatamente después del párrafo en la siguiente página. Sin embargo, no se le pide al estudiante que observe la tabla y siga la explicación presentada acerca de la organización de los elementos.

Párrafo final en página 31

Los primeros intentos por organizar los elementos incluyeron las tríadas de elementos descritos por Dobereiner, y la ley de las octavas que describió Newlands, pero el arreglo más exitoso de los elementos fue el que publicó Mendeleev en 1869. Su ley periódica afirmaba que las propiedades físicas y químicas de los elementos varían en forma periódica con la masa atómica creciente, pero el número atómico es el término más apropiado. Actualmente en la tabla periódica de química, los elementos están ordenados con base a su Número Atómico.

Ilustración en página 32

Descripción de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos

Figura 6. Ejemplo de una ilustración integrada explícitamente (Momento Uno, Décimo Grado, pp. 31 y 32).

La Figura 7 es un ejemplo de una ilustración integrada explícitamente. La ilustración se presenta en el Módulo 1, Guía 2, Séptimo Grado (p. 26). Al estudiante no sólo se le remite a que vea la ilustración;

también se explica en el siguiente párrafo cómo debe analizar dicha ilustración y qué aspectos de ella resultan relevantes.

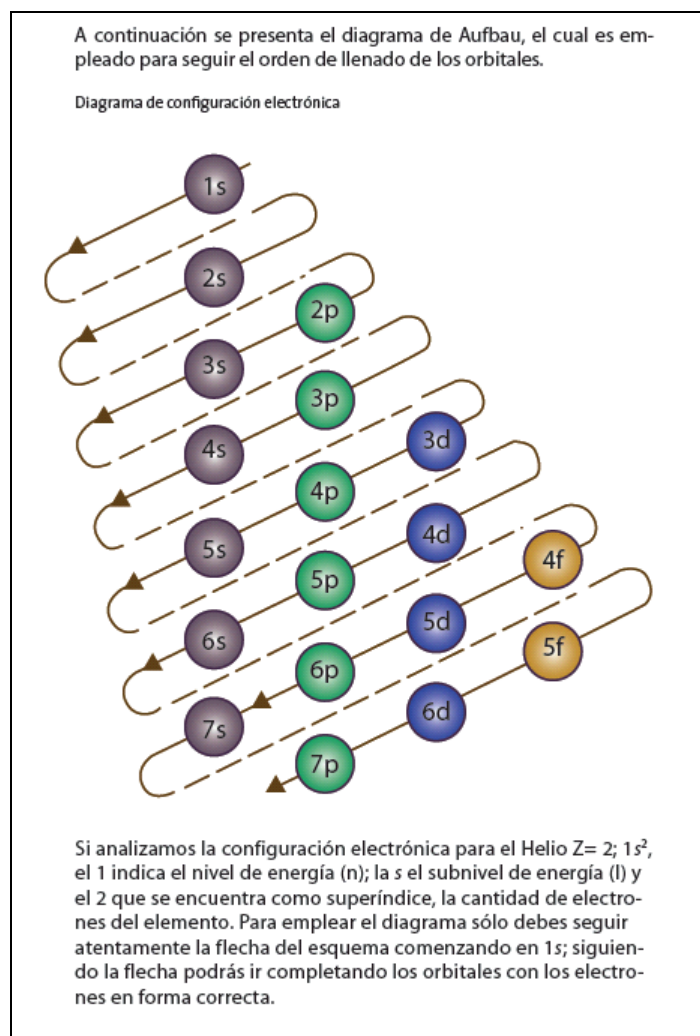


Figura 7. Ejemplo de una ilustración integrada explícitamente (Módulo 1, Guía 2, Séptimo Grado, p. 26).

La adecuación de las ilustraciones, especialmente en los grados de primaria es un problema serio en los materiales. Como se mencionó anteriormente, se identificaron ilustraciones con diversos problemas (ver Figura 2 y 3). Algunos ejemplos de estos problemas se presentan a continuación.

En la Unidad 1, Guía 1, Quinto Grado, se trata el tópico ¿Qué es la célula? En la página 10 de la primera cuartilla del grado se muestra una parte de la mano, de una hoja, de la piel de un ratón con recuadros que parecen intentar mostrar células, y se le pide al estudiante que observe las ilustraciones (Figura 8). Es imposible, de acuerdo con las características de las ilustraciones, interpretar como células lo que aparece en los recuadros.



Figura 8. Ejemplo de una ilustración inadecuada presentada en la Guía 1, Unidad 1, Quinto Grado (p.10).

La Figura 9a presenta una célula animal y la Figura 9b presenta una célula vegetal. Las figuras se presentan en la Unidad 1, Guía 1, Quinto Grado (pp. 12 y 14). En la página 15 se le pide al estudiante que compare la célula vegetal con la célula animal. La célula animal se representa tridimensionalmente, mientras que la célula vegetal se representa bidimensionalmente. Esta diferencia en representación hace que los retículos endoplasmáticos y los núcleos parezcan separados aunque no lo estén, induciendo a una posible confusión o concepción errónea.

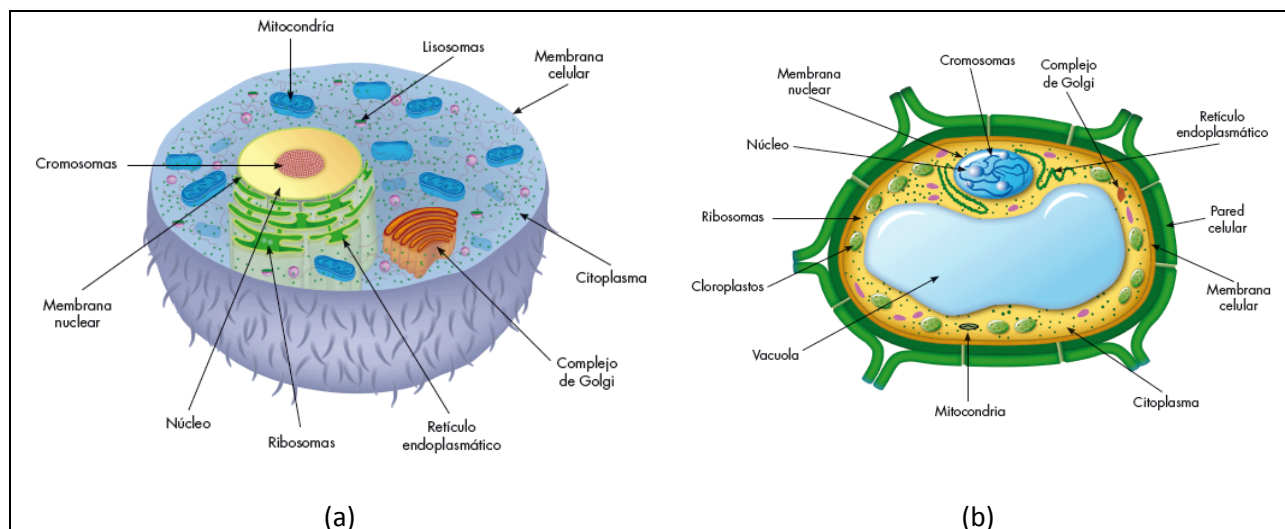


Figura 9. Ejemplo de ilustraciones inadecuadas en la Guía 1, Unidad 1, Quinto Grado (pp.12 y 14).

Es claro que un gran problema de las ilustraciones es la inexactitud de representación de información. Las representaciones son incorrectas en más de una forma. La inexactitud de las proporciones es una de ellas. La Figura 10 presenta la primera página de la Guía 13, Unidad 6, Tercer Grado, página 13. Es importante notar las proporciones de los animales con respecto a las flores y al insecto (caterina, mariquita, coccinela). Otro problema de proporción se puede observar en la Figura 2 de este reporte.



Figura 10. Ejemplo de una ilustración con inexactitudes en las proporciones en la Guía 13, Unidad 6, Tercer Grado (p.38).

La Figura 11 muestra dos ejemplos del animismo encontrados en ilustraciones de los materiales de Tercer Grado y Segundo Grado (materiales que no fueron evaluados por los expertos). Es muy difícil imaginar, en el contexto de la enseñanza de la ciencia, una razón que justifique el empleo de ilustraciones que presentan una idea distorsionada de la realidad.

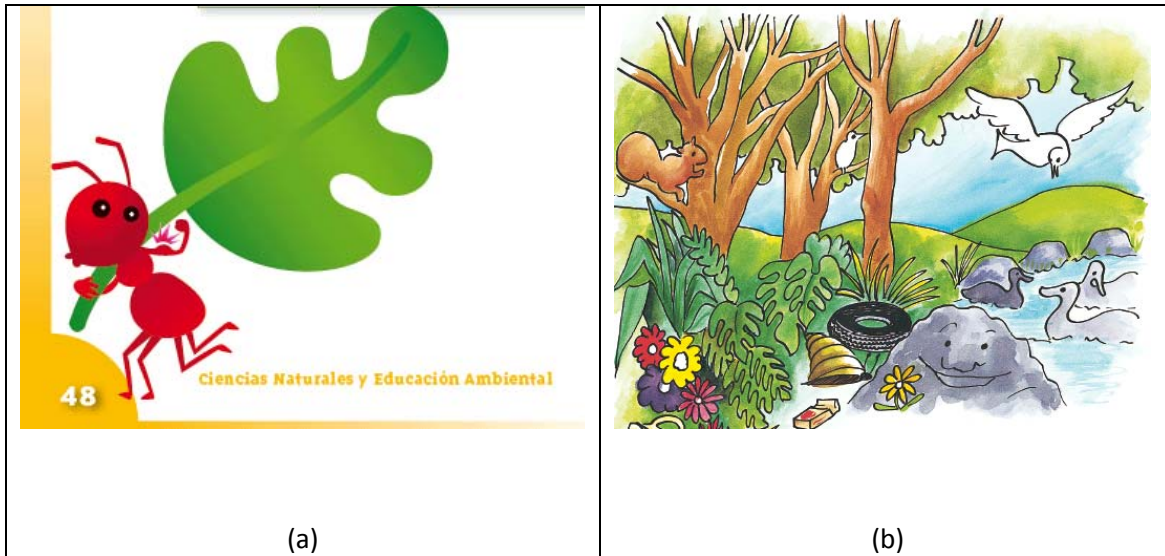


Figura 11. Ejemplos de ilustraciones con animismo. Ilustración (a) se presenta en la Guía 14, Unidad 6, Tercer Grado (p.48). Ilustración (b) se presenta en la Guía 2, Unidad 1, Segundo Grado (p.17).

La Figura 12 presenta un par de ilustraciones que se consideraron ajenas al contexto social de la población objetivo. La ilustración en la Figura 12a aparece en la Guía 22, Unidad 9, Tercer Grado y la ilustración de la Figura 12b aparece en la Guía 3 del Módulo 1, del Séptimo Grado. Dado que los materiales intentan que los estudiantes construyan conocimiento científico mediante actividades en las que interactúan con su entorno y su contexto social, es cuestionable que las ilustraciones representen contextos que no reflejan el contexto social en que viven los estudiantes. El siguiente texto acompaña a la ilustración que se muestra en La Figura 12b: “A partir de la lectura anterior responde en tu cuaderno.” Aparentemente, la ilustración pretende modelar la actividad de leer y responder o motivar al estudiante a realizar tal actividad. Es improbable que la figura cumpla tal función usando personajes con los que es difícil que el estudiante se identifique.

Otros errores se combinan con la representación de contextos ajenos al contexto social del estudiante. Uno es la caricaturización (problema recurrente en los materiales instruccionales). Otro es el animismo (véase el barco jugando a las espadas con el niño en la Figura 12a), ya mencionado anteriormente. Otro es el uso inapropiado de lenguaje visual metafórico en una ilustración científica (los copos de nieve como recurso visual para transmitir la idea de frío; Figura 12a). Otro problema es el uso de elementos visuales innecesarios (véase el uso de un fondo azul en la Figura 12b, que constituye un elemento distractor).

Otros problemas en las ilustraciones que se muestran en la Figura 12 tienen que ver con la organización de sus componentes. En la Figura 12a se presentan dos situaciones que el estudiante tiene que contrastar (un niño surfando en el mar y una niña paseando con su perro en la nieve). Además de que las representaciones tienen estilos ilustrativos diferentes, sus tamaños y las proporciones de los personajes son diferentes. Más aún, la lista de palabras que se supone que el estudiante tiene que


examinar invade la parte del niño surfeando. En conjunto, estos errores incrementan innecesariamente la complejidad cognitiva de la tarea de contrastación.

Peor aún, la actividad tiene un serio error conceptual. Se pide al estudiante seleccionar las palabras (e.g., barro, calor) que corresponden a la época de lluvia y a la época seca. La contrastación es imposible no solamente porque se ilustran dos áreas geográficas diferentes, sino también porque puede haber tanto época de lluvia como época seca en la costa y puede haber tanto época de lluvia como época seca en áreas geográficas en donde nieva.


4. En tu cuaderno de ciencias naturales haz el siguiente cuadro y complétalo con las palabras de la lista que corresponden a cada época.

Época de lluvia	Época seca
No escribas aquí	

- ☞ Barro
- ☞ Calor
- ☞ Pasto seco
- ☞ Charcos
- ☞ Sed
- ☞ Río seco
- ☞ Frio
- ☞ Gallina embarazada
- ☞ Saco y ruana
- ☞ Sudor
- ☞ Río crecido
- ☞ Caballo mojado
- ☞ Incendio forestal



(a)



(b)

Figura 12. Ejemplos de ilustraciones con contextos ajenos al rural. Ilustración (a) se encuentra además con animismo en la Guía 22, Unidad 9, Tercer Grado (p.70). Ilustración (b) en la Guía 3, Módulo 1, Séptimo Grado (p.35).

Con estos ejemplos en mente, la Tabla 16 presenta información acerca de las ilustraciones en los materiales en los cuatro grados. En todos los conceptos identificados como críticos se encontraron ilustraciones, excepto en Décimo Grado, en el cual tres conceptos son tratados sin ilustración alguna.

Con respecto a la *integración de las ilustraciones* en la explicación del concepto, se encontró que en Tercer Grado la categoría con el porcentaje más alto (52%) fue *Ilustraciones decorativas*, seguida de *Ilustraciones integradas explícitamente* (32%). El siguiente porcentaje alto se encuentra en *Ilustraciones integradas implícitamente* (16%). Un patrón similar se observó en Quinto Grado. En este grado, el porcentaje más alto se observó en *ilustraciones de tipo decorativo* (52%), seguido por *ilustraciones integradas explícitamente* (26%), e *Ilustraciones integradas explícitamente* (22%). En Séptimo Grado el

uso de ilustraciones es más eficiente: solamente 16% de las ilustraciones no tienen relación alguna con el concepto o eran ilustraciones decorativas; la mayoría de las ilustraciones están integradas de manera explícita y potencialmente pueden ayudar a entender el concepto tratado. En Décimo Grado todas las ilustraciones usadas son *ilustraciones integradas implícitamente* (100%).

Con respecto a lo *apropiado de las ilustraciones* en la relación a los conceptos tratados, en Tercer Grado, 24% de las ilustraciones fueron inapropiadas. Por ejemplo, en la Guía 1 de Tercer Grado (ver p. 11) se le pide al estudiante que, después de observar dos dibujos, llene una tabla comparativa de características de dos seres vivos (mariposa y conejo; ver Figura 2, página 37). Las ilustraciones son incorrectas por al menos dos razones: (1) presentan a los dos organismos del mismo tamaño, y (2) las características que se utilizan para comparar a los organismos no se representan en las ilustraciones (e.g., a la mariposa no se le ven las patas).

En Quinto Grado se observó un porcentaje menor de ilustraciones inadecuadas (12%) que en el Tercer Grado. Un ejemplo de ilustración inadecuada en este grado se discutió anteriormente, en la Figura 8. En Séptimo Grado, el 20% de las ilustraciones fueron inadecuadas. La Figura 13 muestra un ejemplo de una ilustración inadecuada en este grado (Guía 8, p. 89). Los rótulos de las ilustraciones son incorrectas; lo representado en las ilustraciones son eritrocitos (no leucocitos) y tejido epitelial (no células epiteliales). En Décimo Grado todas las ilustraciones de los conceptos (100%) se consideraron apropiadas como apoyo para el aprendizaje de los conceptos.

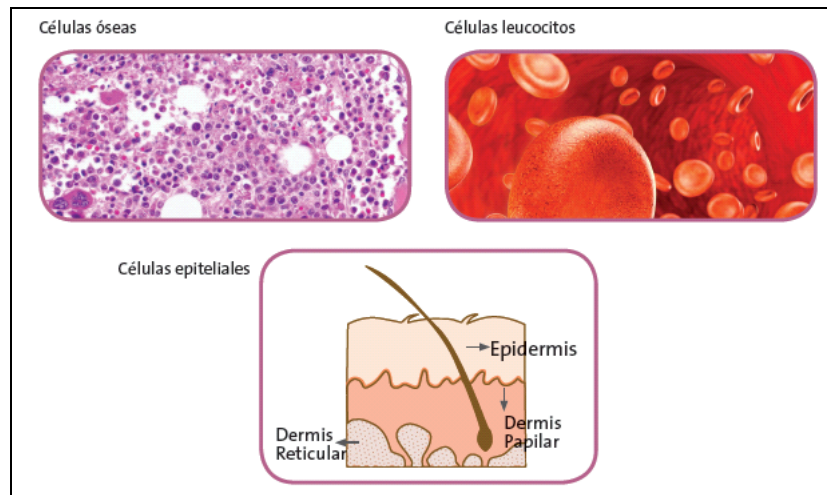


Figura 13. Ejemplos de ilustraciones con etiquetas equivocadas presentadas en la Guía 8, Módulo 2, Séptimo Grado (p.89).

Tabla 16. *Juicios Emitidos acerca de la Adecuación de las Ilustraciones como Apoyo al Aprendizaje de Contenido: Frecuencias y Porcentajes por Grado**

Adecuación de las Ilustraciones	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Con Ilustraciones ^a	25	100	23	100	25	100	15	83
Integración ilustración/concepto ^b		$n_c=25$		$n_c=23$		$n_c=25$		$n_c=15$
La mayor parte de las ilustraciones son decorativas o no tienen que ver con el concepto tratado	13	52	12	52	4	16	0	0
La mayor parte de las ilustraciones integradas implícitamente; se refieren en el texto como “ver figura”	4	16	5	22	1	4	15	100
La mayor parte de las ilustraciones integradas explícitamente (se explican y ayudan a entender el concepto tratado)	8	32	6	26	20	80	0	0
Apropiado de la Ilustración para el concepto ^b								
Apropiadas	19	76	13	52	20	80	15	100
Inapropiadas	6	24	3	12	5	20	0	0
Sensibilidad al contexto rural ^b								
Apropiado al contexto	23	92	23	100	24	96	15	100
Ajeno al contexto	2	8	0	0	1	4	0	0

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad.

^a Porcentaje considerando el número de conceptos (n_c) tratados por grado.

^b Porcentaje considerando el número de conceptos (n_c) en los cuales se encontraron ilustraciones, por grado.

Con respecto a la *sensibilidad de la ilustración al contexto rural* se encontraron tres instancias, dos en Tercer Grado (8%) y una en Séptimo Grado (4%). En las dos instancias de Tercer Grado se presentan fotografías de personas con características raciales europeas que son ajenas al contexto rural. Por ejemplo, la ilustración del invierno no refleja el contexto colombiano (ver Figura 12 a). La Tercera instancia (observada en Séptimo Grado) presenta una ilustración ajena al contexto rural (ver Figura 12b).

Caracterización del Rol del Docente en los Materiales

Se identificaron dos aspectos en los materiales en relación al rol del docente: (1) *funciones* y (2) *actividades de evaluación del aprendizaje de los estudiantes*. Se propusieron siete posibles funciones: *Leer, Despejar dudas, Guiar discusiones, Explicar conceptos, Monitorear la realización de los materiales, Cerrar discusiones acerca del concepto, y Otras*. La Tabla 17 presenta las funciones del docente asociadas a cada concepto por grado.

Un resultado que debe resaltarse es la falta de funciones del docente en Décimo Grado. Los expertos no identificaron ninguna función en este grado. Los estudiantes tienen una serie de lecturas y una larga lista de actividades y preguntas para resolver. Sin embargo, en ningún caso se remite al estudiante con el docente ni se proporciona a los docentes ninguna orientación acerca de posibles intervenciones que ayuden a los estudiantes a alcanzar las metas de aprendizaje esperadas.

En los grados Tercero, Quinto, y Séptimo se encontraron funciones constantes en todos los conceptos (100% de los conceptos requieren la misma función). En Tercero y Quinto Grado, se requiere que el docente *monitoree la realización de las actividades*, y en Séptimo Grado que *guíe discusiones*. Mientras que en Séptimo Grado la función de monitorear se observa en tres conceptos (12%), la de guiar discusiones, no se observa ni en Tercer Grado ni en Quinto Grado. En Séptimo Grado otra función identificada con un alto porcentaje es *Cerrar discusiones* acerca de los conceptos (84%). Solamente en Quinto Grado se identificó la función de explicar conceptos, pero con un porcentaje muy bajo (9%).

Comentario General. Es importante notar que, incluso en aquellos grados (e.g., Tercero y Séptimo) en los que se mencionan explícitamente posibles intervenciones del docente, a éste no se le indica en qué debe poner atención durante el monitoreo de las actividades o en qué aspectos debe centrar las discusiones. En el caso del monitoreo, no es claro si el docente tiene que enfocarse en que el estudiante realice la actividad o en la calidad con la que se realiza la actividad. No es claro que el monitoreo puede ser una fuente de información para el docente para coleccionar información acerca del aprendizaje del estudiante. La falta de orientación en estos aspectos es un factor que puede afectar la profundidad y claridad con que se discuten los conceptos tratados. Por ejemplo, en Séptimo Grado, en la sección “Evaluemos”, al final del módulo, en la sub sección, *¿Cómo me ve mi docente?*, las instrucciones para el estudiante son las siguientes: “A continuación encontrarás una serie de preguntas sobre las temáticas trabajadas en el módulo. Respóndelas en tu cuaderno, explica tu elección y muestra tu trabajo al docente” (p. 56). Es difícil imaginar que el docente o el estudiante puedan enfocar su trabajo con una instrucción tan general.

Tabla 17. *Funciones del Docente Identificadas: Frecuencias y Porcentajes por Grado**^a

Funciones	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No se menciona función alguna	0	0	0	0	0	0	18	100
Lee	0	0	0	0	0	0	0	0
Despeja dudas	5	20	2	9	0	0	0	0
Guía discusiones	9	36	0	0	25	100	0	0
Explica conceptos	0	0	2	9	0	0	0	0
Monitorea la realización de las actividades	25	100	23	100	3	12	0	0
Cerrar discusiones acerca del concepto	0	0	0	0	21	84	0	0
Otras	1	4	0	0	0	0	0	0

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad.

^a Porcentaje considerando el número de conceptos (n_c) tratados por grado.

Una diferencia importante observada entre grados es la frecuencia con la que el docente tiene la oportunidad de *cerrar o concluir algo acerca de los conceptos tratados*. La importancia de este rol no debe ser subestimada. Cerrar discusiones acerca de tópicos se ha considerado como una actividad instruccional crítica que ayuda a los estudiantes a hacer conexiones más fácilmente y que se ha vinculado con el desempeño de los estudiantes en pruebas al final de una unidad. Los estudiantes de aquellos docentes que cierran las discusiones de tópicos tratados, o incluso de respuestas a preguntas hechas en clase, se desempeñan mejor en pruebas al final de la unidad (Ruiz-Primo et al., 2013).

Con respecto a las actividades de evaluación del aprendizaje de los estudiantes que se proponen para el docente, se propusieron cuatro posibles actividades: (1) formular preguntas, (2) proponer estrategias de evaluación, (3) proveer retroalimentación, y (4) revisar trabajos de los estudiantes. La Tabla 18 muestra los resultados.

Nuevamente es importante hacer notar que en Décimo Grado en ningún concepto se identificó alguna actividad de evaluación del aprendizaje. En Séptimo Grado, en 17 de los conceptos (68%) tampoco hay explícitamente una actividad de evaluación por parte del docente.

En Tercer y Quinto Grados la única categoría observada fue *Revisar el trabajo de los estudiantes* y se identificó en todos los conceptos tratados (100%). Esta categoría se identificó únicamente en tres conceptos (12%) en Séptimo Grado. Es importante hacer notar que los criterios para revisar el trabajo de los estudiantes no se proporcionan en ningún caso. ¿A qué aspectos del desempeño tiene que prestar atención el docente al revisar el trabajo de los estudiantes? Se deja a discreción del docente, sin direcciones apropiadas, decidir a qué se debe prestar atención.

Comentario General. Es notoria la ausencia de la actividad, *Proveer retroalimentación*, a los estudiantes en todos los grados. Los resultados de décadas de investigación acerca de los efectos positivos de la retroalimentación en el aprendizaje es unánime (e.g., Black & William, 1998; Hattie & Timperley, 2007). Una nota acerca de la categoría, *Proponer estrategias de aprendizaje*, es la incertidumbre acerca de si el docente evalúa y, si lo hace, es difícil saber qué evalúa, cómo lo evalúa, y la calidad con que lo evalúa.

Caracterización del Rol del Estudiante en los Materiales

Con relación al rol del estudiante, se identificaron dos aspectos en los materiales: (1) *Oportunidad de autoevaluación* y (2) *Estrategias, recursos o sugerencias proporcionadas en los materiales para la autoevaluación*. Se propusieron tres estrategias, recursos o sugerencias: (a) Revisar las actividades realizadas, (b) llevar a cabo más ejercicios, y (c) llevar a cabo ejercicios de autoevaluación informal.

La Tabla 19 presenta información acerca del rol del estudiante en los materiales de los cuatro grados. El único grado en el que se proponen estrategias de autoevaluación en todos los conceptos identificados es Décimo Grado. El promedio de los cuatro grados, indica que al menos en la mitad de los conceptos tratados no se proporcionan oportunidades al estudiante para autoevaluar su aprendizaje. Sin embargo, como se explica más abajo, en 100% de los conceptos en Décimo Grado este resultado está sesgado.

Tabla 18. *Funciones del Docente Identificadas: Frecuencias y Porcentajes por Grado**^a

Funciones	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No hay función alguna	0	0	0	0	17	68	18	100
Formula preguntas	0	0	0	0	0	0	0	0
Propone estrategias de evaluación	0	0	0	0	5	20	0	0
Provee retroalimentación	0	0	0	0	0	0	0	0
Revisa el trabajo de los estudiantes	25	100	23	100	3	12	0	0

* Todos los porcentajes están redondeados a la unidad más cercana.

^a Porcentaje considerando el número de conceptos (n_c) tratados por grado.

Tabla 19. *Funciones del Docente Identificadas: Frecuencias y Porcentajes por Grado**

Funciones	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No hay oportunidad de autoevaluación ^a	20	80	13	57	16	64	0	0
Oportunidad de autoevaluación ^a	5	20	10	43	9	36	18	100
Estrategias para la autoevaluación	$n=5^b$	$n_c=25^c$	$n=10^b$	$n_c=23^c$	$n=9^b$	$n_c=25^c$	$n=18^b$	$n_c=18^c$
Re-examinar las actividades realizadas	0	0	3	13	0	0	0	0
Ejercicios de revisión	5	20	7	30	6	24	0	0
Ejercicios de autoevaluación informal	0	0	0	0	3	12	18	100

* Todos los porcentajes están redondeados a la unidad más cercana.

^a Porcentaje considerando el número de conceptos (n_c) tratados por grado.

^b Frecuencia de estrategias a través de todos los conceptos.

^c Porcentajes calculados con base en el número de conceptos (n_c) en los que se observó la estrategia. Porcentajes no tienen que sumar 100%.

Únicamente en tres conceptos del Quinto Grado se identificó el uso de *Re-examinar las actividades realizadas* como estrategia de autoevaluación. Sin embargo, es importante mencionar dos características en estas revisiones: (1) no se le dan al estudiante las respuestas correctas o no es claro cómo realizar la revisión para saber si sus respuestas son correctas; y (2) en ninguna de las oportunidades de autoevaluación se le explica al estudiante que el llevar a cabo tal actividad (realizar la tarea de revisión) le ayudará a evaluar qué tanto entiende o ha aprendido. Por lo tanto, es difícil saber si el estudiante identifica estas oportunidades como oportunidades de autoevaluación. Los *ejercicios de revisión* fueron la estrategia más usada en tres de los grados. En Tercer Grado, ésta fue la única estrategia usada en cinco de los conceptos (20%), en Quinto en 30% de los conceptos, y en Séptimo en 24% de los conceptos. Los *Ejercicios de autoevaluación informal* fueron usados en Séptimo Grado en tres conceptos (12%) y en Décimo Grado en todos los conceptos (100%). En todos estos ejercicios la pregunta básica para el estudiante es “¿Qué aprendiste?”.

Cuatro aclaraciones son necesarias: (1) La autoevaluación es informal y, dada la falta de criterios de evaluación y la ausencia del docente como evaluador, es difícil saber qué tan precisa es la autoevaluación del estudiante. (2) Solamente en Décimo Grado, además de la pregunta acerca de qué se aprendió, se le pide al estudiante formular sus dudas (ver Figura 14). Aunque esta es una actividad más meta-cognitiva, no se le orienta al estudiante acerca de qué hacer con esa información, lo que limita la efectividad de la actividad. En Séptimo Grado se identificó otro ejercicio con una orientación más meta-cognitiva: “¿Por qué seleccionaste tu respuesta?” (ver p. 57). (3) Aunque en Décimo Grado se identificó que en todos los conceptos se le da al estudiante la oportunidad de autoevaluarse, es importante mencionar que la tabla de la Figura 14 se presenta únicamente cuatro veces al final de cada momento y sin ninguna orientación acerca de cómo realizar el análisis evaluativo propuesto. Por lo tanto, se consideró que, potencialmente, los conceptos tratados en ese momento podrían ser considerados al llenar la tabla. (4) En el Séptimo Grado, al final de cada módulo, en la sección “Evaluemos”, hay una sub-sección que, aunque contiene un ejercicio de autoevaluación, (¿“Qué Aprendí?”), el trabajo no se enfoca en los aspectos conceptuales sino en el trabajo de grupo (e.g., “Escuché activamente a mis compañeros”, “Reconocí otros puntos de vista”, o “Me informé para participar”).”

Ejercicio de seguimiento de los aprendizajes en el campo de formación

Como complemento al trabajo realizado hasta ahora se propone el siguiente análisis evaluativo, al mismo tiempo que observa en qué medida está funcionando su autonomía del aprendizaje.

Llene el siguiente formato paso a paso y no todo al final del momento

ANTES	YO SE....	ME PREGUNTO.....	ME ANTICIPO....
DURANTE	RESUMO.....	RESPONDO.....	VERIFICO.....
DESPUES	APRENDI.....	TENGO DUDAS.....	REPLANTEO.....

Figura 14. Ejemplo de ejercicio de autoevaluación informal en Décimo Grado que se presenta al final de cada uno de los cuatro momentos (pp. 92, 170, 223, y 266).

Comentario General. Es importante hacer notar dos aspectos relacionados con la autoevaluación. En primer lugar, en ningún caso se hace explícito para el estudiante qué se está autoevaluando. En segundo lugar, en general, no son claras para el estudiante las acciones que hay que tomar como resultado de esa autoevaluación (e.g., ¿qué se supone que debe hacer el estudiante si hay algo que no entiende del concepto tratado?). Ejemplos del primer punto se presentan en Tercer grado, Guías 3 y 6. En las páginas 33 y 56 se presentan crucigramas que potencialmente pueden ser formas de autoevaluación. Sin embargo, al estudiante nunca se le hace claro que puede autoevaluarse a través de ese ejercicio, que por otra parte apunta a evaluar conocimiento puramente factual. No se proporcionan las respuestas correctas en ninguna parte del material, y no se le pide al estudiante que compare sus respuestas con otros estudiantes.

Alineamiento de los Materiales y los Estándares: Acciones de Pensamiento y Producción y Competencias

En esta sección se tratan los resultados con respecto a la cuarta pregunta de evaluación: *¿Están alineadas las metas de aprendizaje y las actividades instruccionales con los Estándares Básicos de Competencias de Ciencias Naturales Colombianos?*

En las guías de Tercero, Quinto y Séptimo Grados se espera que los estándares se implementen mediante el desarrollo de *acciones de pensamiento y producción*, y en Décimo Grado se enfocan en *competencias*. Se pidió a los expertos que emitieran un juicio general acerca del tratamiento que se les había dado a los estándares a través del cumplimiento de estas *acciones de pensamiento y producción*

en los conceptos identificados. Dos aspectos fueron el centro de atención: (a) *nivel con el que se tratan las acciones de pensamiento y producción* en los materiales, e (b) *identificación de aquellas acciones de pensamiento y producción* que no se habían tratado o que se trataban superficialmente en los materiales. El juicio de los expertos se emitió por cada concepto considerando todas las *acciones de pensamiento y producción* mencionadas en la guía en la que el concepto es tratado.

Un ejemplo de las acciones de pensamiento consideradas por los expertos como tratamiento superficial es la acción “Observo mi entorno”. Esta habilidad práctica de proceso científico se discutió con mayor profundidad anteriormente en este informe. Cabe repetir que no se consideró que las actividades instruccionales utilizadas para mediar esta habilidad correspondieran propiamente a la observación científica, sino más bien a “mirar”. Ejemplos de acciones de pensamiento y prácticas y de competencias no tratadas, sobran. Con anterioridad se discutió la falta de oportunidades para los estudiantes de formular preguntas, diseñar experimentos, llevarlos a cabo, e interpretar los resultados para comprobar hipótesis propuestas.

Se consideraron seis posibles categorías de conceptos: (1) conceptos en los que ninguna de las acciones o competencias se habían tratado; (2) conceptos en los que todas las acciones o competencias se trataron pero superficialmente; (3) conceptos en los que todas las acciones o competencias se trataron adecuadamente; (4) conceptos en los que algunas acciones o competencias no se trataron y otras se trataron superficialmente; (5) conceptos en los que algunas acciones o competencias no se trataron y otras se trataron adecuadamente; y (6) conceptos en los que algunas acciones o competencias se trataron superficialmente y otras se trataron adecuadamente.

En Tercer Grado cada *guía tiene tres acciones de pensamiento y producción*. En Quinto Grado la mayoría de las guías (18 de 21) tienen tres acciones de pensamiento y producción, dos guías tienen cuatro acciones de pensamiento y producción, y una tiene dos. En Séptimo Grado el número de acciones de pensamiento por guía varía de dos a ocho, más del doble que en otros grados. En promedio, se trataron cinco acciones de pensamiento por guía. En Décimo Grado, uno de los momentos tiene doce competencias, dos de los momentos tienen ocho competencias, y uno tiene siete competencias. Todas las competencias en este grado son diferentes de momento a momento, mientras que en los otros tres grados algunas acciones se repiten.

La Tabla 20 presenta información acerca del nivel de tratamiento de las acciones de pensamiento y producción y competencias en todos los conceptos identificados para cada grado. En Tercer Grado el porcentaje más alto (56%) se observó para aquellos conceptos en los que hay *acciones que no se tratan y otras acciones se tratan adecuadamente*; los extremos. Este porcentaje es seguido por conceptos en los que se *tratan todas las acciones adecuadamente* (16%). Con igual porcentaje (12%) se identificaron conceptos en los que *todas las acciones se tratan superficialmente* y otros conceptos en los que *algunas acciones no se tratan y otras acciones se tratan superficialmente*. Es importante mencionar que en un concepto (i.e., las estaciones del año) se determinó que *ninguna de las acciones propuestas se trató*.

Tabla 20. Nivel de Tratamiento de las Acciones de Pensamiento y Producción por Concepto: Frecuencias y Porcentajes y por Grado *^a

Nivel de Tratamiento	Tercero $n_c=25$		Quinto $n_c=23$		Séptimo $n_c=25$		Décimo $n_c=18$	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Ninguna de la acciones se tratan	1	4	1	4	1	4	2	11
Todas las acciones se tratan superficialmente	3	12	3	13	1	4	3	17
Todas las acciones se tratan adecuadamente	4	16	8	35	10	40	0	0
Algunas acciones no se tratan y otras se tratan superficialmente	3	12	0	0	9	36	0	0
Algunas acciones no se tratan y otras se tratan adecuadamente	14	56	11	48	4	16	13	72
Algunas acciones se tratan superficialmente y otras adecuadamente	0	0	0	0	0	0	0	0

* Todos los porcentajes están redondeados a la unidad más cercana.

^a Porcentaje considerando el número de conceptos (n_c) tratados por grado.

En Quinto Grado se observó un patrón similar. El porcentaje más alto (48%) se observó, al igual que en el Tercer grado, para los conceptos en los que hay *acciones que no se tratan y otras acciones se tratan adecuadamente*. El siguiente porcentaje más alto (35%) fue el de la categoría conceptos en los que se *tratan todas las acciones adecuadamente* y después conceptos en el que *todas las acciones se tratan superficialmente* (13%). Al igual que en Tercer Grado, se identificó un concepto (i.e. fuentes de energía) en el que ninguna de las acciones propuestas fueron tratadas.

En promedio, considerando todos los conceptos en todos los grados y su alineamiento con las acciones y competencias, se observó que el porcentaje más alto (48%) se dio en la categoría, *Algunas acciones y competencias no se tratan y otras se tratan adecuadamente*. Esto significa que en casi la mitad de los conceptos tratados en los cinco grados, las acciones de pensamiento y prácticas y las competencias perseguidas están alineadas parcialmente con las actividades instruccionales que se proponen para mediar el aprendizaje de los conceptos, de las habilidades prácticas de proceso científico, y habilidades sociales perseguidas. Este porcentaje es seguido por la categoría, *Todas las acciones y competencias se trataron adecuadamente* (22.75). Con porcentajes similares, 11.5% y 12%, se identificaron dos categorías en los conceptos identificados: (1) *Todas las acciones y competencias son tratadas superficialmente*, y (2) *Algunas acciones y competencias no son tratadas y algunas acciones son tratadas superficialmente*.

En promedio, considerando todos los grados, 60.75% de los conceptos no trataron al menos una de las acciones de pensamiento y producción consideradas en la guía. Este porcentaje es seguido por la categoría, *Tratamiento adecuado* (29.5%). Solamente en 9.75% de los conceptos al menos una acción de pensamiento y producción se *trató superficialmente*. El siguiente porcentaje más alto en ambos grados se observó en la categoría de *tratamiento adecuado* (32%, 35%, 40%, y 11% respectivamente). En los materiales de Tercer Grado se observó un porcentaje más alto en *Tratamiento superficial* (16%) en comparación con los otros grados

En Tercer Grado se proponen en total 28 acciones de pensamiento y producción con múltiples repeticiones a lo largo de las guías. Por ejemplo, las acciones, *Respeto y cuidado los seres vivos y los objetos de mi entorno* y *Valoro y utilizo el conocimiento de diversas personas de mi entorno* se repiten siete veces. La acción, *Observo mi entorno*, se repite cinco veces. Incluyendo las repeticiones en las guías, se incluyen 72 acciones en las 24 guías. De las 28 acciones mencionadas, de acuerdo con los expertos, 13 no se tratan o se tratan superficialmente. Es importante hacer notar que una acción de pensamiento y producción repetida puede ser tratada adecuadamente para un concepto, pero no ser tratada en otro, o ser tratada superficialmente en un tercer concepto. La Tabla 21 presenta las acciones de pensamiento y producción que, de acuerdo con los expertos, no se tratan o se tratan superficialmente.

Tabla 21. *Acciones de Pensamiento y Producción No Tratadas o Tratadas Superficialmente en Tercer Grado**

Acciones No Tratadas	Acciones Tratadas Superficialmente
<ul style="list-style-type: none"> • Respeto y cuido los seres vivos y los objetos de mi entorno • Hago conjeturas para responder a mis preguntas • Formulo preguntas sobre objetos, organismos y fenómenos de mi entorno y exploro posibles respuestas • Valoro y utilizo el conocimiento de diversas personas de mi entorno • Propongo y verifico necesidades de los seres vivos. • Diseño y realizo experiencias para poner a prueba mis conjeturas • Verifico las fuerzas a distancias generadas por imanes sobre objetos diferentes • Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas • Realizo mediciones con instrumentos convencionales (regla, metro, termómetro, balanza...) y no convencionales (vasos, tazas, cuartas, pies, pasos...) • Registro el movimiento del sol, la luna y las estrellas en el cielo en un periodo de tiempo • Diferencio objetos naturales de objetos creados por el hombre 	<ul style="list-style-type: none"> • Observo mi entorno • Identifico y desarrollo la flora y la fauna, el agua y el suelo de mi entorno • Hago conjeturas para responder a mis preguntas • Cumpló mi función y respeto la de otras personas en el trabajo en grupo • Comparo fósiles y seres vivos; identifico características que se mantienen en el tiempo • Valoro y utilizo el conocimiento de diversas personas de mi entorno • Registro mis observaciones en forma organizada y rigurosa, utilizando dibujos, palabras y números • Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas • Escucho activamente a mis compañeros y compañeras y reconozco puntos de vista • Describo y clasifico objetos según características que percibo con los cinco sentidos

*Las acciones repetidas en las dos columnas significa que en algunos conceptos se trata a un nivel y en otros conceptos a otro nivel.

En Quinto Grado se tratan en total 22 acciones de pensamiento y producción. Como en Tercer Grado, en este grado hay múltiples repeticiones de acciones a lo largo de las guías. Por ejemplo, la acción *Escucho activamente a mis compañeros y compañeras y reconozco puntos de vista diferentes* se repite 10 veces en las 21 guías. La acción *Observo el mundo en el que vivo*, se repite nueve veces. Hay acciones que se presentan una sola vez, la mayoría con tópicos específicos (e.g., *Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos* o *Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias*). Incluyendo las repeticiones en las guías, se incluyen 64 acciones en las 21 guías. De las 22 acciones que se presentan en las guías, 10 no se trataron, y uno de ellas se consideró como tratada en otro concepto de forman superficial. La Tabla 22 presenta las acciones de pensamiento y producción que, de acuerdo con los expertos, no se tratan o se tratan superficialmente para Quinto Grado.

Tabla 22. *Acciones de Pensamiento y Producción No Tratadas o Tratadas Superficialmente en Quinto Grado**

Acciones No Tratadas	Acciones Tratadas Superficialmente
<ul style="list-style-type: none"> • Observo el mundo en el que vivo • Propongo explicaciones provisionales para responder a mis preguntas • Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles soluciones • Represento los diversos sistemas de órganos del ser humano y explico su función • Propongo alternativas para cuidar mi entorno y evitar peligros que lo amenazan • Analizo el ecosistema que me rodea y lo comparo con otros • Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas • Selecciono la información que me permite responder a mis preguntas y determino si es suficiente • Escucho activamente a mis compañeros y compañeras y reconozco puntos de vista diferentes • Diseño y realizo experimentos modificando una sola variable para dar respuesta a preguntas 	<ul style="list-style-type: none"> • Observo el mundo en el que vivo • Describo los principales elementos del sistema solar y establezco relaciones de tamaño, movimiento, y posición.

*Acciones repetidas en las dos columnas significa que en algunos conceptos se trata a un nivel y en otros conceptos a otro nivel.

En Séptimo Grado se proponen en total 69 acciones de pensamiento. Como en Tercer Grado, en este grado hay múltiples repeticiones de acciones de pensamiento a lo largo de las guías. Por ejemplo, la acción *Observo fenómenos específicos* se repite ocho veces. La acción *Evalúo la calidad de la información, escojo la pertinente y doy el crédito* se repite siete veces, y el estándar *Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas y con las de teorías científicas*, se repite seis veces. Incluyendo las repeticiones en las guías, se incluyen 136 acciones de pensamiento en las 25 guías. De las 69 acciones de pensamiento mencionadas, de acuerdo con los expertos, 30 de ellas no se tratan. Como ya se mencionó cuando una acción se repite en diferentes conceptos, es posible que en uno se trate adecuadamente, en otro superficialmente, o en otro no se le trate. La Tabla 23 presenta las acciones de pensamiento que, de acuerdo con los expertos, no se tratan o se tratan superficialmente.

Tabla 23. *Acciones de Pensamiento y Producción No Tratadas o Tratadas Superficialmente en Séptimo Grado**

Acciones No Tratadas	Acciones Tratadas Superficialmente
<ul style="list-style-type: none"> • Explico el modelo planetario desde las fuerzas • Describo el proceso de formación y extinción de las estrellas • Relaciono masa, peso y densidad con la aceleración • Observo fenómenos específicos • Indago sobre los adelantos científicos y tecnológicos que han hecho posible la exploración del Universo • Verifico la acción de fuerzas electrostáticas y magnéticas y explico su relación con la carga eléctrica • Explico la formación de moléculas y los estados de la materia a partir de fuerzas electrostáticas • Identifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento • Clasifico materiales en sustancias puras o mezclas • Explico y utilizo la tabla periódica como herramienta para predecir procesos químicos. • Establezco relaciones causales entre los datos recopilados • Establezco relaciones entre la información recopilada en otras fuentes y los datos generados en mis experimentos. • 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 sólido • Relaciono energía y movimiento • Verifico relaciones entre distancia recorrida, velocidad y fuerza involucrada en diversos tipos de movimiento. • 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 • Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna 	<ul style="list-style-type: none"> • Observo fenómenos específicos. • Formulo explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas. • Busco información en diferentes fuentes. • Explico el origen del universo y de la vida a partir de varias teorías. • Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos con el tiempo. • Describo el desarrollo de modelos que explican la estructura de la materia. • Explico como 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 las consecuencias del movimiento de las placas tectónicas sobre la corteza de la tierra • Comparo sistemas de división celular y argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos. • Sustento mis respuestas con diversos argumentos. • Represento los diversos sistemas de órganos del ser humano y explico su función. • Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas y con las de teorías científicas. • Identifico recursos renovables y no renovables y los peligros a los que están expuestos debido al desarrollo de los grupos humanos. • Analizo el potencial de los recursos naturales de mi entorno para la obtención de energía e indico sus posibles usos.

Acciones No Tratadas	Acciones Tratadas Superficialmente
<ul style="list-style-type: none"> • Sustento mis respuestas con diversos argumentos • Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos • Explico la estructura de la célula y las funciones básicas de sus componentes • Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con las características de sus células • Reconozco en diversos grupos taxonómicos la presencia de las mismas moléculas orgánicas • Analizo si la información que he obtenido es suficiente para contestar mis preguntas o sustentar mis explicaciones • Formulo preguntas específicas sobre una observación o experiencia y es cojo una para indagar y encontrar posibles respuestas • 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 • Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas • Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros ante la información que presento • Verifico diferentes métodos de separación de una mezcla • Justifico la importancia del recurso hídrico en el surgimiento y desarrollo de comunidades humanas 	

*Acciones repetidas en las dos columnas significa que en algunos conceptos se trata a un nivel y en otros conceptos a otro nivel.

En Décimo Grado se trataron 35 competencias, todos ellas diferentes (sin repeticiones entre momentos). De esas 35 competencias, 21 no fueron tratadas en más de un concepto. La Tabla 24 presenta las competencias no tratadas de acuerdo con los expertos. Se identificaron dos competencias tratadas superficialmente: *Explicar la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza* y *Comprender los diferentes tipos de energía existentes*.

Tabla 24. *Competencias No Tratadas en Décimo Grado**

Competencias No Tratadas
<ul style="list-style-type: none"> • Explicar las relaciones entre mutación, selección natural y herencia, aplicada en la selección de semillas de cosechas • Comprender las características de las diferentes especies animales o vegetales, al interior de la región, que me comprometan con su conservación. • Considerar las características genéticas de especies que utilice en algún proyecto productivo • Recolectar y utilizar datos para plantear y/o planificar proyectos emprendedores. • Solucionar problemas sobre el tratamiento de las primeras fases de aguas (aplicación y separación de mezclas: Sedimentación) para el consumo agrícola. • Aplicar en los procesos de germinación, plantación y almacenamiento de cosecha los principios de temperatura ambiental. • Relacionar la influencia de la temperatura en la concentración de oxígenos en las aguas. • Considerar dentro de un proceso industrial de carácter agropecuario la importancia de las mediciones de temperatura. • Establecer las relaciones entre las diferentes actividades dentro de un proyecto productivo que impliquen la comprensión de los diferentes tipos de energía existentes • Desarrollar acciones para planificar un proyecto con base en lo aprendido. • Reconocer los aportes de conocimientos diferentes al científico. • Asumir posiciones críticas frente a situaciones de discriminación ante posiciones ideológicas y proponer mecanismos de cambio. • Explicar y evaluar el impacto ambiental que tiene el desarrollo industrial y tecnológico en la vereda. • Reconocer el impacto de la globalización sobre las diferentes economías. • Realizar investigaciones, formular proyectos, realizar investigaciones y presentar resultados • Modelar matemáticamente el movimiento de objetos del entorno a partir de las fuerzas que intervienen sobre ellos. • Establecer relaciones entre estabilidad y centro de masa de los objetos. • Comprender las relaciones de los microorganismos en los ecosistemas y entre ellos mismos • Reconocer problemas que surgen en la región y disponer las distintas clases de recursos tecnológicos o intelectuales adquiridos. • Modelar matemáticamente el comportamiento de algunos cuerpos celestes. • Reconocer problemas que surgen en la región y disponer las distintas clases de recursos tecnológicos o intelectuales adquiridos.

* Las dos competencias tratadas superficialmente fueron: *Explicar la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza* y *Comprender los diferentes tipos de energía existente*

Conexiones de Conceptos Intra-Grado e Inter-Grado

En esta sección se da respuesta a la quinta pregunta de evaluación: *¿Qué tan adecuadamente los materiales apoyan a los estudiantes a desarrollar un pensamiento científico más sofisticado (complejidad cognitiva) a través de los grados en tópicos o áreas específicas?* Esta pregunta se trata no únicamente desde una perspectiva entre grados, sino también desde una perspectiva intra-grado. Los expertos identificaron las conexiones entre los conceptos tratados en el mismo grado y entre grados. Por cada concepto identificado en la unidad, el experto determinó si el concepto correspondiente se conectaba con otro(s) concepto(s) en la misma unidad, en el mismo grado, y finalmente, entre grados.

Conexiones Intra-Grado

Por cada concepto identificado en los materiales se hizo la siguiente pregunta, ¿Hay conexiones entre el concepto correspondiente con otro(s) concepto(s) en otras unidades? Si se identificaba una conexión, los expertos tenían que identificar el concepto. Cada concepto recibió un código que lo identificó por grado, unidad/módulo/momento, y guía. Esta estrategia permitió hacer el seguimiento por concepto a través de los tópicos dentro de un mismo grado.

La Tabla 25 muestra las conexiones entre los conceptos tratados en Tercer Grado. Por cada concepto (renglón) se muestran los conceptos con los cuales se conecta posteriormente en la unidad. Es importante señalar tres observaciones acerca de las conexiones: la fluidez entre ciertos tópicos, la inserción de tópicos sin conexión alguna, y la diferencia en el nivel de desarrollo de los tópicos.

Se identificaron tópicos que se conectan claramente con otros tópicos y conceptos en la unidad (e.g., clasificación de seres vivos y la alimentación de seres vivos). Sin embargo, se identifican dos tópicos sin conexión alguna con el resto de la unidad: Electricidad y magnetismo y el sistema Sol-Tierra-Luna. Finalmente, es claro que hay tópicos con un solo concepto y otros con tres o cuatro. Finalmente, se identifica un concepto dentro de un tópico que no se conecta con ninguno otro: Cambios y necesidades con la edad (inicio de herencia). Otra característica importante de mencionar es la conexión entre conceptos inter-tópicos. Por ejemplo, “Nutrición de animales” se conecta con “Adaptaciones”, ambos conceptos en diferentes tópicos. Esta característica se identifica en cinco de los diez tópicos.

Tabla 25. *Conexiones de los Conceptos Intra-Grado para Tercer Grado**

Tópicos y Conceptos	Conexiones con Conceptos Tratados Posteriormente			
	Conexión 1	Conexión 2	Conexión 3	Conexión 4
Clasificación de seres vivos				
1. Características de plantas y animales	Partes de las plantas	Vertebrados e invertebrados	Nutrición de plantas	Nutrición de animales, herbívoro, carnívoro, omnívoro, insectívoro.
2. Partes de las plantas	Nutrición de plantas			
3. Vertebrados e invertebrados				
La alimentación de los seres vivos				
4. Nutrición de plantas	Nutrición de animales, herbívoro, carnívoro, omnívoro, insectívoro	Cadenas alimenticias, productores, consumidores, descomponedor		
5. Nutrición de animales y tipos de dieta.	Cadenas alimenticias, productores, consumidores, descomponedor	Adaptaciones		
6. Cadenas alimenticias, productores, consumidores, descomponedor				
Electricidad y magnetismo				
7. Energía eléctrica				
8. Magnetismo				
Cambios en el ser humano				
9. Cambios y necesidades con la edad (inicio de herencia)				
10. Movimientos voluntarios e involuntarios	Movimientos- músculos, huesos y tendones	Cuidado de huesos		
11. Movimientos- músculos, huesos y tendones	Cuidado de huesos			
Las partes del cuerpo usadas para el movimiento				
12. Cuidado de huesos				
13. Adaptaciones				
¿Cómo se adaptan los organismos al ambiente?				
14. Efectos de los seres vivos en el ambiente	Efectos del hombre en el ambiente			
¿Cómo afectan los seres vivos el ambiente?				
15. Efectos del hombre en el ambiente				
¿Cómo altera y aprovecha el hombre el entorno?				
16. Propiedades de la materia	Cambios de estado	Cambios físicos y químicos	Características de los minerales	Formación del suelo

Tópicos y Conceptos	Conexiones con Conceptos Tratados Posteriormente			
	Conexión 1	Conexión 2	Conexión 3	Conexión 4
Los cambios de la materia				
17. Cambios de estado	Cambios físicos y químicos	Ciclo del agua		
18. Cambios físicos y químicos				
El ciclo del agua y la formación del suelo				
19. Ciclo del agua				
20. Características de los minerales				
21. Formación del suelo				
El sistema Sol-Tierra-Luna				
22. Las estaciones	Fases de la luna	Eclipses		
23. Fases de la luna	Eclipses	Calendario		
24. Eclipses				
25. Calendario				

*Los conceptos están organizados por tópicos señalados por la celda sombreada.

La Tabla 26 muestra las conexiones entre los conceptos tratados en Quinto Grado. En este grado se identificaron tres tópicos sin conexión alguna con otros conceptos en la unidad: “Conservación de los recursos naturales”, “El universo” y “Metodología científica”. Los ocho conceptos tratados en estos tres tópicos no se conectaron con ninguno otro ni siquiera dentro de un mismo tópico. Se identificaron dos conceptos (i.e., Aparato de reproducción y Biomas) en dos tópicos (i.e., “¿Cómo funciona el cuerpo humano?” y “Los ecosistemas”), que tampoco se conectaron con otros conceptos intra- o inter-tópico.

La Tabla 27 presenta las conexiones entre los conceptos tratados en Séptimo Grado. En los materiales de este grado se identificaron dos tópicos (con solamente un concepto cada uno de ellos) que no se conectaron con ningún otro tópico: “Propiedades de la materia”, “Terremotos y tsunamis”, y Clasificación de los seres vivos”. Solamente tres conceptos en diferentes tópicos no fueron conectados con ningún otro. En este grado también se encuentran conexiones inter-tópico.

La Tabla 28 muestra las conexiones para el Décimo Grado. Se identificaron dos tópicos sin conexión alguna con otros tópicos en los materiales: “La medida y sus aplicaciones en el sector rural” y “Dinámica y estática de sólidos”. Además de los tres conceptos correspondientes a estos dos tópicos, se identificaron otros dos conceptos en otros tópicos sin conexión alguna, ni siquiera dentro del mismo tópico. En tres de los ocho tópicos se identificaron conexiones inter-tópico.

Comentario General. Enseñar para la *comprensión* requiere que los conceptos críticos se organicen de manera tal que promuevan el desarrollo de estructuras conceptuales que faciliten las conexiones entre los conceptos, lo cual promueve la transferencia de aprendizaje (Donovan & Bransford, 2005). De acuerdo con esta noción, la falta de organización de los tópicos impide que las unidades sean cohesivas y estén adecuadamente conectadas.

Tabla 26. Conexiones de los Conceptos Intra-Grado para Quinto Grado*

Tópicos y Conceptos	Conexiones con Conceptos Tratados Posteriormente				
	Conexión 1	Conexión 2	Conexión 3	Conexión 4	Conexión 5
Estructura de los seres vivos					
1. Célula	Célula animal y vegetal	Organismos unicelulares y pluricelulares	Tejidos, características de tejidos animales y vegetales	Respiración	Ecosistema/relaciones entre seres vivos (simbiosis, parasitismo, etc.)
2. Célula animal y vegetal	Ecosistema/relaciones entre seres vivos (simbiosis, parasitismo, etc.)				
3. Organismos unicelulares y pluricelulares					
4. Tejidos, características de tejidos animales y vegetales					
¿Cómo funciona el cuerpo humano?					
5. Digestión	Desechos, excreción				
6. Respiración	Desechos, excreción				
7. Sistema circulatorio	Desechos, excreción				
8. Aparato de reproducción (fertilización in vitro)					
9. Desechos, excreción					
Los ecosistemas					
10. Ecosistema/relaciones entre seres vivos (simbiosis, parasitismo, etc.)	Equilibrio ecológico				
11. Equilibrio ecológico					
12. Biomas					

Tópicos y Conceptos	Conexiones con Conceptos Tratados Posteriormente				
	Conexión 1	Conexión 2	Conexión 3	Conexión 4	Conexión 5
Energía					
13. Fuentes de energía	La energía se transforma	Energías renovables y no renovables			
14. Transformaciones de la energía	Energías renovables y no renovables				
15. Energías renovables y no renovables					
Conservación de los recursos naturales					
16. Recursos naturales					
17. Desastres naturales/plan de prevención					
El universo					
18. Formación del sistema solar	Método científico				
19. Estrellas y galaxias					
20. Origen del Universo					
21. Exploración del espacio					
Metodología Científica					
22. Conocimiento científico, cualitativo y cuantitativo					
23. Método científico					

*Los conceptos están organizados por tópicos señalados por la celda sombreada.

Tabla 27. Conexiones de los Conceptos Intra-Grado para Séptimo Grado*

Tópicos y Conceptos	Conexiones con Conceptos Tratados Posteriormente		
	Conexión 1	Conexión 2	Conexión 3
Origen de la materia			
1. Origen de la materia	Modelos atómicos		
Estructura de la materia			
2. Modelos atómicos	Clasificación de los elementos		
3. Clasificación de los elementos			
Propiedades de la materia			
4. Propiedades de la materia			
Terremotos y tsunamis- Movimientos de los astros			
5. Terremotos y tsunamis- Movimientos de los astros			
Fisiología celular			
6. Reproducción celular			
7. Mecanismos de transporte de sustancias en la célula	Sistemas y tejidos en los organismos	Funcionamiento de los sistemas de órganos	
Sistemas y tejidos en los organismos			
8. Sistemas y tejidos en los organismos	Sistemas de órganos en los distintos seres vivos	Funcionamiento de los sistemas de órganos	
9. Sistemas de órganos en los distintos seres vivos	Funcionamiento de los sistemas de órganos	Concepto de sistema	
10. Funcionamiento de los sistemas de órganos			
Clasificación de los seres vivos			
11. Clasificación de los seres vivos			
Sistemas de órganos en los seres vivos			
12. Concepto de sistema			
Ecosistemas			
13. Cambios en los ecosistemas	Dinámica energética en los ecosistemas	Ciclos de la materia en los ecosistemas	Problemáticas ambientales
14. Dinámica energética en los ecosistemas	Ciclos de la materia en los ecosistemas	Recursos energéticos	
15. Ciclos de la materia en los ecosistemas	Recursos energéticos		
16. Fuentes de contaminación	Mezclas y métodos de separación	Problemáticas ambientales	

Tópicos y Conceptos	Conexiones con Conceptos Tratados Posteriormente		
	Conexión 1	Conexión 2	Conexión 3
Contaminación			
17. Mezclas y métodos de separación			
El cuidado de la salud			
18. Adicciones	Cuidado del cuerpo		
19. Cuidado del cuerpo			
Energía			
20. Recursos energéticos	Energía eléctrica y combustibles fósiles	Energía electromagnética	
21. Energía eléctrica y combustibles fósiles	Energía electromagnética		
22. Energía electromagnética			
Metodología de la investigación			
23. Condiciones que afectan la vida de las plantas	Tipos de cultivos y abonos		
24. Tipos de cultivos y abonos			
25. Problemáticas ambientales			

*Los conceptos están organizados por tópicos señalados por la celda sombreada.

Es importante notar la falta de conexiones explícitas en los materiales. La mayor parte de las conexiones fueron identificadas por los expertos con base en su conocimiento pero no porque los materiales ayudaran de manera explícita a establecer dichas conexiones.

La falta de conexiones entre conceptos y tópicos refleja la ausencia de una concepción coherente y alineada a objetivos de aprendizaje que reflejen grandes ideas, más que estándares y competencias discretos. En el diseño y desarrollo de materiales instruccionales se debieran establecer con claridad los objetivos de aprendizaje antes de identificar el contenido a cubrir. ¿Qué es lo que los estudiantes tienen que aprender como resultado de las experiencias de aprendizaje, a corto y a largo plazo?

Es importante notar que los estándares abordados mediante *acciones de pensamiento y producción* y *competencias* en cada guía y momento no muestran una concepción del conocimiento que se base en ideas centrales (o lo que se ha llamado “grandes ideas”) que ayuden a los estudiantes a generar esquemas o modelos de conocimiento, más que memorizar piezas pequeñas de información no relacionadas. Más que promover una organización coherente del conocimiento, este tipo de diseño de materiales promueve inconexiones. Con ello, disminuye la probabilidad de que la información aprendida se transfiera. Es claro que no se dan las oportunidades de aprender ningún concepto de manera conexa y profunda. Esta evaluación ha proporcionado consistentemente evidencia de este problema.

Tabla 28. *Conexiones de los Conceptos Intra-Grado para Décimo Grado**

Tópicos y Conceptos	Conexiones con Conceptos Tratados Posteriormente		
	Conexión 1	Conexión 2	Conexión 3
Estructura de la materia y sus aplicaciones en el campo			
1. Estructura de la materia	Enlaces químicos y formación de compuestos	Reacciones químicas	Soluciones
2. Enlaces químicos y formación de compuestos	Reacciones químicas	Soluciones	
3. Origen de la vida y evolución biológica			
4. Principios de la herencia mendeliana	Conceptos de genética post-mendeliana		
La medida y sus aplicaciones en el sector rural			
5. Proceso de medición y errores			
6. Relación de proporcionalidad entre magnitudes			
Rol de la Química y la Biología en la agricultura			
7. El rol de la Química en la agricultura			
8. Conceptos de genética post-mendeliana			
9. Los microorganismos y su papel en las actividades humanas	Biotecnología y rol de los microorganismos en las actividades humanas		
10. Tipos de energía	Trabajo y potencia		
Cinemática			
11. Tipos de movimiento	Movimiento de los planetas		
Reacciones químicas			
12. Reacciones químicas			
13. Soluciones	Trabajo y potencia	Mecánica de fluidos	
Dinámica y estática de sólidos			
14. Fuerzas			
Biotecnología			
15. Biotecnología y rol de los microorganismos en las actividades humanas			
Movimiento planetario y conceptos de mecánica			
16. Movimiento de los planetas			
17. Trabajo y potencia			
18. Mecánica de fluidos			

*Los conceptos están organizados por tópicos señalados por la cela sombreada.

Conexiones Inter-Grado

Debido a las escasas de conexiones intra-grado observadas, para el análisis entre-grado se decidió identificar grandes tópicos a través de los grados que hicieran más probable encontrar conexiones entre grados y seleccionar una conexión para su análisis. Se identificaron tres grandes tópicos entre todos los materiales de todos los grados: “Relaciones entre Seres Vivos”, “La Tierra y el Universo”, y “La Materia”. No se identificó ningún tópico que pudiera seguirse del Segundo Grado al Décimo Grado. El análisis de los expertos identificó “Relaciones entre Seres Vivos” como el tópico que tenía mayor probabilidad de tener relaciones entre más grados, de Segundo a Quinto grado.

Para este análisis, los expertos revisaron cuatro unidades además de las revisadas para los grados Tercero y Quinto: dos unidades de Segundo Grado y dos de Cuarto Grado. Al igual que el análisis intra-grado, a los conceptos identificados en las nuevas unidades evaluadas se les asignó un código. Para cada concepto identificado en los materiales que estuviera relacionado con las relaciones de los seres vivos se hizo la siguiente pregunta, ¿Hay conexiones entre el concepto correspondiente con otro(s) concepto(s) en otras unidades de otros grados? Si se identificaba una conexión, los expertos tenían que identificar el concepto ligado a la unidad y al grado.

La Tabla 29 presenta los conceptos identificados por los expertos en relación al tópico *Relaciones entre Seres Vivos*. Los conceptos se identificaron en diferentes unidades y diferentes guías. En Segundo Grado se identificaron nueve conceptos, seis en Tercer Grado, cuatro en Cuarto Grado, y seis en Quinto Grado.

Tabla 29. *Conceptos Identificados por Grado Relacionados al Tópico, Relaciones entre Seres Vivos*

Segundo Grado	Tercer Grado	Cuarto Grado	Quinto Grado
<ul style="list-style-type: none"> • Seres vivos y "no vivos" 	<ul style="list-style-type: none"> • Características de plantas y animales 	<ul style="list-style-type: none"> • Reinos Monera y Protista 	<ul style="list-style-type: none"> • Célula
<ul style="list-style-type: none"> • Objetos naturales y hechos por el hombre 	<ul style="list-style-type: none"> • Partes de las plantas 	<ul style="list-style-type: none"> • Reino Fungi y vegetal 	<ul style="list-style-type: none"> • Organismos unicelular y pluricelulares
<ul style="list-style-type: none"> • Especie 	<ul style="list-style-type: none"> • Vertebrados e invertebrados 	<ul style="list-style-type: none"> • Características de los animales en relación con los seres humanos 	<ul style="list-style-type: none"> • Tejidos, características de tejidos animales y vegetales
<ul style="list-style-type: none"> • Características de animales y plantas 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptaciones al ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de agua, aire y suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Ecosistema/relaciones entre seres vivos (mutualismo, comensalismo, depredación, parasitismo, competencia, simbiosis)
<ul style="list-style-type: none"> • Partes de las plantas y los animales 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos de seres vivos en el ambiente 		<ul style="list-style-type: none"> • Equilibrio ecológico
<ul style="list-style-type: none"> • Elementos del ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos del hombre en el ambiente 		<ul style="list-style-type: none"> • Biomasa
<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones entre elementos del ambiente 			
<ul style="list-style-type: none"> • Adaptaciones al ambiente 			
<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones entre los seres vivos 			

La Tabla 30 presenta información acerca de las habilidades prácticas identificadas en todos los conceptos relacionados con el tópico principal. La tabla presenta únicamente frecuencias debido al número pequeño de conceptos por grado. Los resultados reportados por grado acerca de la falta de atención a estas habilidades se confirman aún más cuando se trata de conceptos relacionados de grado a grado.

Tabla 30. *Habilidades Prácticas Identificadas en los Conceptos Inter-Grado: Frecuencia por Grado*

Habilidades Prácticas	Segundo Grado <i>n</i> =9	Tercer Grado <i>n</i> =6	Cuarto Grado <i>n</i> =4	Quinto Grado <i>n</i> =6
Observar	6	6	1	3
Clasificar-comparar	4	3		3
Medir				
Hacer preguntas				
Plantear hipótesis				
Hacer predicciones				
Buscar información científica				
Diseñar/planear experimentos/investigaciones				3
Llevar a cabo experimentos ^a	1	1		3
Colectar datos	3	2		3
Encuestar a gente de la comunidad ^b				
Organizar datos				
Interpretar datos/gráficas/tablas		1		
Concluir con evidencias y construir explicaciones		1		3
Diseñar modelos				
Construir modelos				
Evaluar (analizar y criticar)				

^a Aunque se utilizó el nombre “llevar a cabo experimentos” es importante mencionar que en ningún caso los estudiantes realizan propiamente experimentos (manipulan variables), aunque así se les llame en los materiales. Estas actividades generalmente son de observación.

^b Aunque realizar encuestas es una forma de coleccionar datos se decidió crear una actividad práctica diferente dada la frecuencia con la que se observó en ciertos grados.

La Tabla 31 presenta ejemplos del tratamiento de dos de las habilidades en los cuatro grados. Algunas de los ejemplos también proporcionan información acerca de otra habilidad tratada, “coleccionar datos”. Estos ejemplos pueden considerarse representativos por ser similares de actividad a actividad, de guía a guía, y de unidad a unidad. Lo que resulta claro es que las habilidades no se tratan con mayor profundidad de grado a grado. Siempre se tratan superficialmente y con una calidad baja. Tal es el caso de “observar”, término que, como se discutió anteriormente, se usa en realidad para referirse a “mirar”.

Tabla 31. *Tratamiento de las Habilidades, Observar y Clasificar/Comparar en Cuatro Grados*

Habilidad Prácticas	Segundo Grado	Tercer Grado	Cuarto Grado	Quinto Grado
Observar	“Observa la naturaleza” (Segundo, Unidad 1 Guía 1, p. 10)	“Observa con detalle la ilustración” “Escribe en cuaderno de ciencias algunas de las características de siguientes seres tamaño, (Tercero, Unidad 1, Guía 1, p. 10)	“Realiza la siguiente experiencia” El estudiante llena dos vasos, uno con agua transparente y otro con agua con residuos como tierra, lodo, colorantes, etc. “Observen y contesten las preguntas en el cuaderno...” (Cuarto, Unidad 7, Guía 19, p. 11)	“Observa el jardín o la huerta de la casa. Identifica allí las relaciones de: Parasitismo, mutualismo, comensalismo, depredación, y competencia” (Quinto, Unidad 3, Guía 9, p. 96)
Clasificar/comparar	“Ahora observa los dibujos que aparecen a continuación, y comenta con tus compañeros qué tienen en común los elementos de cada grupo familiar” (Segundo, Unidad 1, Guía 3, p. 24).	“Completa en tu cuaderno el cuadro que aparezca a continuación, marcando, con una x el medio donde se utiliza más cada parte adaptada de animales o de plantas”. Se presenta un cuadro de diez por cuatro. (Tercer Grado, Unidad 6, Guía 13, p. 40).	NA	“Observa las siguientes imágenes, compáralas, y contesta las preguntas: “ Se presentan las ilustraciones, y preguntas tales como: “Qué diferencia encuentras entre la célula nerviosa y las células musculares? (Quinto, Unida 1, Guía 1, p. 11)

La Tabla 32 presenta información acerca de demandas cognitivas impuestas a los estudiantes en las diferentes actividades que se utilizan para mediar el aprendizaje de los conceptos considerados como parte del tópico “Relación entre los Seres Vivos”. La información de la tabla hace claro que los conceptos se tratan primordialmente de manera superficial. El avance del desarrollo de los tópicos nunca alanza un nivel profundo de tratamiento a lo largo de los cuatro grados.

Tabla 32. *Nivel de Profundidad en el Tratamiento de los Conceptos: Frecuencia por Grado*

Demanda Cognitiva	Segundo Grado <i>n</i> =9	Tercer Grado <i>n</i> =6	Cuarto Grado <i>n</i> =4	Quinto Grado <i>n</i> =6
Baja	2	2	4	3
Media	7	4	0	3
Alta	0	0	0	0

Tipos de Conexiones. Se identificaron cuatro tipos de conexiones: (1) *implícitas que no profundizan los conceptos que se derivan de conceptos presentados en grados anteriores*; (2) *implícitas, pero que reflejan una elaboración del concepto presentado en grados anteriores o que se deriva de él*; (3) *explícitas pero que no reflejan una elaboración de los conceptos presentados en grados anteriores o de conceptos que de ellos se derivan*; y (4) *explícitas y que elaboran los conceptos presentados en grados anteriores o los que se derivan de ellos*. Se identificaron 33 conexiones entre conceptos entre grados. Algunas de estas conexiones se presentan en la Figura 15.

La alta proporción de flechas punteadas en la figura muestra que muchas oportunidades se pierden en los materiales para ayudar al estudiante a hacer conexiones entre conceptos vistos anteriormente y tratarlos con la profundidad necesaria para una mejor comprensión de los mismos.

La Tabla 33 presenta las conexiones identificadas por los expertos de acuerdo con las cuatro categorías. Más de la mitad (55%) de las conexiones se identificaron como implícitas, aunque la mayoría de esos conceptos (39%) fueron elaborados de alguna manera en todos los grado. Solamente el 36% de las conexiones se hicieron explícitas y hubo una mayor elaboración de ellos en los materiales.

Tabla 33. *Tipos de Conexiones Entre Grados: Frecuencia por Grado*

Tipo de Conexión	Frecuencia <i>n</i> =33	Porcentaje
Implícita y no elaborada	5	15
Implícita pero elaborada	13	39
Explícita y no elaborada	3	9
Explícita y elaborada	12	36

Comentario General. La evaluación de los materiales de grado a grado hace evidentes tres características de los materiales: en primer lugar, es la falta de coherencia entre los tópicos tratados de grado a grado. Es importante recordar que fue difícil para los expertos encontrar tópicos tratados de forma espiral en la cual los conceptos se elaboren y desarrollen más profundamente de unidad a unidad y de grado a grado. En segundo lugar, está la falta de una *idea central* que unifique los conceptos presentados de grado a grado. Por ejemplo, los conceptos podrían ser tratados de manera más efectiva considerando ideas centrales tales como *estructura y función* o *sistema*. En tercer lugar está la falta de conexiones explícitas entre conceptos tratados de grado a grado (e intra-grado). Es poco probable que los estudiantes puedan hacer conexiones entre conceptos tratados en otros grados si no se les proporcionan las oportunidades para que ello suceda.

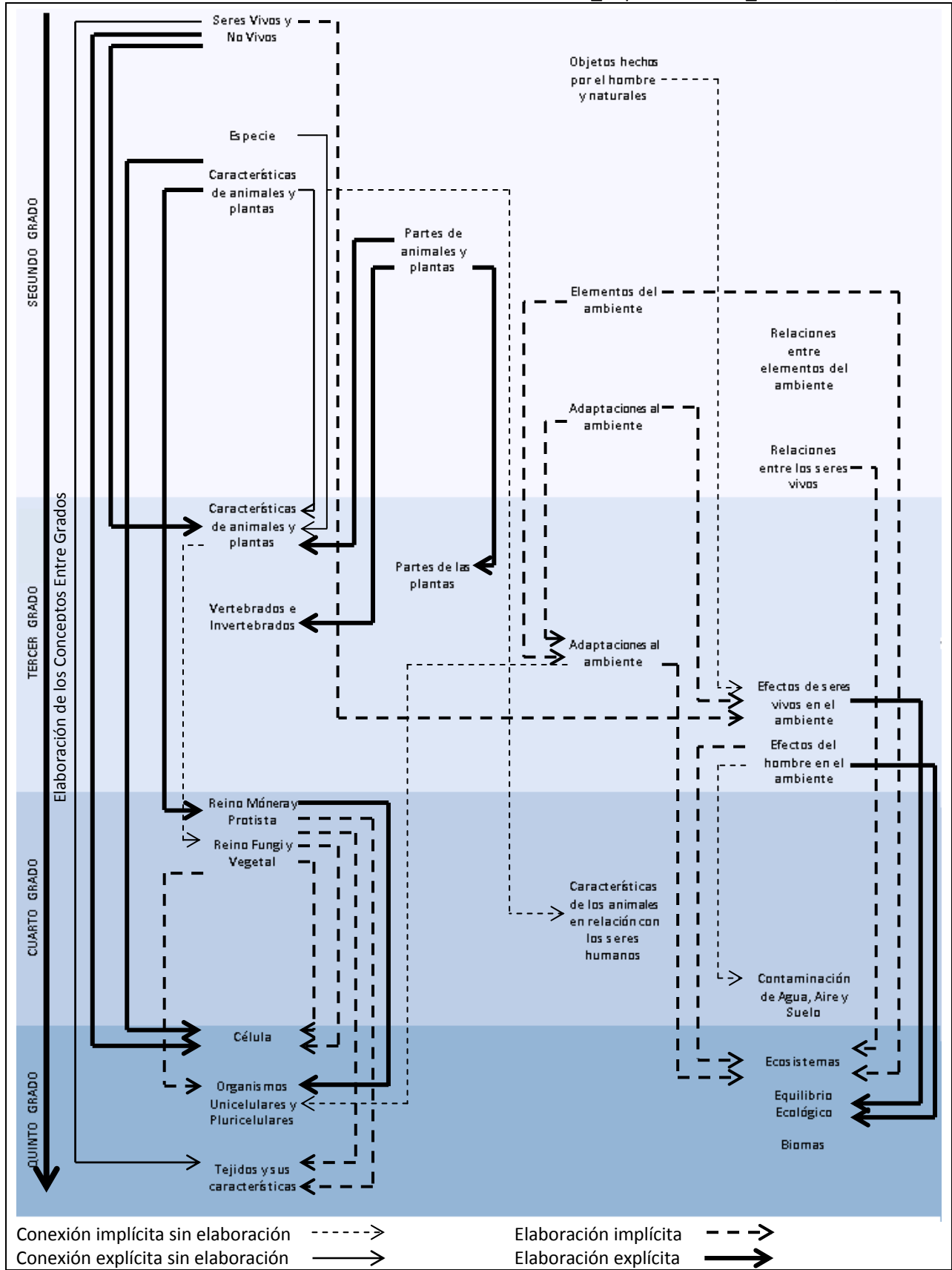


Figura 15. Ejemplo de los tipos de conexiones entre conceptos y entre grados.

Análisis de los Materiales por Docentes Rurales

El análisis de los materiales por los docentes rurales se llevó a cabo en dos iteraciones o talleres. Los talleres se planearon para trabajar en triadas de docentes con un docente experto (de acuerdo con el número de años de docencia) y dos con menos experiencia.

Taller 1: Septiembre, 2013

El Taller 1 se llevó a cabo en Bogotá del 16 al 18 de septiembre, 2013. Las siguientes secciones presentan información acerca de los participantes, los materiales analizados por los docentes, el desarrollo del taller, y los resultados.

Participantes. La Tabla 34 presenta información sobre los 24 participantes en el Taller 1. Ocho zonas rurales estuvieron representadas: Atlántico, Boyacá, Caquetá, Casanare, Cauca, Cundinamarca (Cundi), Guajira, y Risaralda.

Tabla 34. Descripción de los Participantes del Taller 1 por Región, Número de Participantes y Promedio de Años de Experiencia *

	Atlántico	Boyacá*	Caquetá*	Casanare	Cauca	Cundi*	Guajira	Risaralda	Todos
Generales									Frecuencia
Participantes	3	3	3	3	2	4	3	3	24
Mujeres	1	3	2	2	1	2	1	1	13
Estudios									Frecuencia
Normal	1	0	1	2	2	1	3	1	11
Licenciatura	2	2	2	2	2	4	2	3	19
Maestría	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Especialidad	1	2	2	1	1	2	0	3	12
Enseñanza ciencia	1	0	1	1	0	1	0	0	4
Grado en ciencias	2	1	0	1	1	1	0	0	6
Años de experiencia docente en...									Promedio
General	17	19	20	14	13	16	17	11	16
Ciencias	14	19	20	11	13	12	14	7	13
Unigrado	12 ^a	0	0	0	4 ^a	11	0	7 ^a	9
Multigrado	5	13	20	11	13	7	15	26 ^b	13 ^c
Escuela Nueva	16 ^b	13 ^a	20	20	11	10 ^a	18 ^a	6	9
Postprimaria	3	9 ^a	0	0	4 ^a	3	0	5	2
Media rural	4 ^a	2 ^a	0	0	0	3	0	1	1
Aceleración	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo profesional en...									Frecuencia
Escuela Nueva	3	0	2	3	1	1	2	3	15
Postprimaria	2	0	0	0	1	1	0	3	7
Media rural	1	0	0	0	0	1	0	3	5
Aceleración	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* Todos los porcentajes están redondeados a la unidad más cercana.

^a Solamente un docente en esa categoría, por lo tanto no hay promedios, se proporciona la información de ese docente.

^b Uno de los docentes en el grupo con experiencia de un año o sin experiencia en la categoría indicada. Como el promedio no representa adecuadamente al grupo, solamente se presentan los años de miembros del grupo con mayor experiencia.

^c Promedio calculado eliminando a un docente con un año de experiencia

En promedio, los participantes tenían 16 años enseñando (d.e.=7.17) y 13 años enseñando ciencias (d.e.=8.79). Los participantes tenían mayor experiencia enseñando multigrado (promedio=13; d.e.=9.22), que unigrado (promedio=9; d.e.=4.32). Los años de experiencia enseñando los diferentes niveles (escuela nueva, postprimaria, media rural) fueron muy variados. Para la escuela nueva varió de un año a 27 años. La variabilidad en años de experiencia enseñando postprimaria fue menor, de dos a nueve años; y aún menor para media rural, de dos a cinco años. No hubo ningún docente con experiencia enseñando Aceleración.

El 46% de los participantes reportó haber estudiado normal, el 79% tener una licenciatura, y el 8% una maestría. Cuatro de los participantes (17%) reportó haber recibido entrenamiento formal en enseñanza de las ciencias y seis (25%) reportó tener un entrenamiento formal en una disciplina en ciencias.

Aunque se colectó información del número días de desarrollo profesional recibido, los datos no se reportan porque no se consideran válidos. De acuerdo con la información proporcionada, fue evidente que para algunos participantes no fue clara la diferencia entre desarrollo profesional y postgrado. Por lo tanto, el número de días reportados llegó a ser de hasta 260 días, cantidad de tiempo de desarrollo profesional poco probable.

La Tabla 35 proporciona información acerca de la experiencia de los docentes en los diferentes grados analizados. El porcentaje más alto de experiencia enseñando un grado en particular se observó en Quinto Grado (54%), seguido por Cuarto Grado (50%), Segundo Grado (46%), y Tercer Grado (42%). Solamente un 13% de los participantes tenía experiencia enseñando Décimo Grado y Undécimo Grado.

Tabla 35. *Experiencia de los Participantes del Taller 1 Enseñado los Diferentes Grados: Frecuencia*

Grado	Atlántico	Boyacá*	Caquetá*	Casanare	Cauca	Cundi*	Guajira	Risaralda	Todos
<i>n</i>	3	3	3	3	2	4	3	3	24
2º	1	1	2	3	1	1	2	0	11
3º	1	1	2	3	1	1	1	0	10
4º	1	1	2	3	0	1	3	1	12
5º	1	1	2	3	1	1	3	1	13
6º	2	1	0	0	1	1	0	3	8
7º	2	1	0	0	0	1	0	3	7
8º	2	1	0	0	1	1	0	3	8
9º	2	1	0	0	0	1	0	2	6
10º	1	1	0	0	0	1	0	0	3
11º	1	1	0	0	0	1	0	0	3
Aceleración	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Materiales Analizados. En la selección de las unidades para ser analizadas en el Taller 1 se consideraron dos criterios: (1) que hubiera un tópico en común que permitiera una discusión entre

grados y (2) que los materiales analizados fueran de similar longitud en términos de páginas. Es claro que el nivel del contenido era diferente de grado a grado. La Tabla 36 presenta los tópicos y la organización de los materiales por grupo. En total, se analizaron 44 guías pertenecientes a 17 unidades de Segundo al Décimo Grados. Cuatro guías no se analizaron por falta de tiempo, dos en Octavo Grado (Guía 11: ¿Cómo se Agrupan los invertebrados? y Guía 12: ¿Cómo es el mundo de los vertebrados?) y dos en Noveno Grado (Guía 8: ¿Cómo se relacionan los microorganismos? y Guía 9: ¿Cuál es la importancia de las plantas?).

Tabla 36. *Organización de los Materiales Analizados en el Taller 1 por Tópico y Grupo*

Grupos	Grado	Unidad a Analizada	Nombre de la Unidad	Número de Guías
Tópico: Seres Vivos				
Grupos 1 y 2	2º	Unidad 1	Seres de la naturaleza	5
	3º	Unidad 1	Clasificación de los seres vivos	3
	4º	Unidad 1	Los reinos de la naturaleza	3
	5º	Unidad 1	Estructura de los seres vivos	3
Tópico: Relaciones entre Seres Vivos				
Grupos 3 y 4	2º	Unidad 5	Relaciones de los seres vivos	3
	3º	Unidad 6	Relación de los organismos con el ambiente	3
	4º	Unidad 7	Contaminación	3
	5º	Unidad 3	Los ecosistemas	3
Tópico: Cómo funciona el Entorno				
Grupos 5 y 6	6º	Módulo 3	¿Cómo funciona tu entorno?	5
	7º	Módulo 3	La Tierra y sus organismos vivos hacen parte de un gran sistema	5
	8º	Módulo 3	La naturaleza los hace y ellos e juntan	4
	9º	Módulo 3	¿Qué otras formas existen de agrupar los seres vivos?	4
Tópico: Biología				
Grupos 7 y 8	10º	Momento 1-A	Visión sobre química y principios de genética	No guías
		Momento 2-A	Química en medio rural, microorganismos y su influencia	No guías
		Momento 4-A	Biotecnología	No guías
	11º	Momento 2-A	Moléculas, población y medio ambiente	No guías
		Momento 4-A	Ecosistemas	No guías

Estrategia Original de Análisis. La estrategia original para el taller tenía tres propósitos: (1) entender las *metas de aprendizaje* que se establecen en los materiales; (2) entender *cómo* el docente y los estudiantes podían alcanzar esas metas de aprendizaje (*cuales* eran los conocimientos científicos, las habilidades científicas, y las habilidades de comunicación asociadas a las ciencias que los estudiantes tienen que aprender y *cómo* tienen que aprenderlos); y (3) entender la coherencia conceptual y metodológica entre grados (es decir, los conceptos o procesos críticos que sirven como pre-requisito para otros conceptos o procesos más sofisticados en grados más avanzados).

La estrategia consideraba el análisis de tres aspectos de los materiales: el contenido, las actividades instruccionales, y los procesos de enseñanza y aprendizaje que debían tener lugar para alcanzar las metas de aprendizaje. En este análisis le pedía a los participantes basarse en su experiencia, *como docentes*, enseñando con los materiales. Para una descripción detallada de la estrategia propuesta para el primer taller, ver Apéndice A.

Por cada unidad analizada se propusieron a los docentes dos preguntas críticas a considerar: (1) *¿Cuáles son los conceptos, procedimientos, explicaciones, principios, procesos o habilidades de comunicación a los que tienen que prestar atención el docente y los estudiantes?* y (2) *¿Qué tiene que suceder para que el aprendizaje ocurra?* Con estas dos preguntas en mente, el análisis se presentó como un ejercicio iterativo que se basaba en documentar la información necesaria para apoyar el cumplimiento de las metas de aprendizaje de la unidad en cuestión (o *módulo o momento*). El ejercicio se basaba en la suposición de que, para entender profundamente las metas de aprendizaje perseguidas, era importante construirlas a partir del análisis de los materiales, independientemente de las metas que se mencionaran en los materiales. El ejercicio tenía como propósito rastrear, a través de las lecciones y unidades, cómo se podía apoyar a los estudiantes a desarrollar un pensamiento más sofisticado en ciertos tópicos en ciencia.

Como parte de la estrategia original, se propuso a los docentes un análisis desde dos perspectivas: (1) *Análisis de lo Deseado*, que buscaba definir con claridad qué se esperaba fuera *implementado* en el salón de clases, de acuerdo con los autores del material para que los estudiantes pudieran alcanzar las metas de aprendizaje de la unidad; y (2) *Análisis de lo Implementado*, que buscaba definir, con base en la experiencia de los docentes, cómo se implementa la unidad.

Para llevar a cabo el *análisis de lo deseado* se propuso como la *guía* (o el momento en los Grados Décimo y Undécimo) unidad de análisis. Se consideraron *diez aspectos* de las guías de cada unidad: (1) el objetivo de aprendizaje de la lección, en términos de conocimiento científico, habilidades científicas, y habilidades de comunicación en ciencias; (2) el tipo de conocimiento que se intenta enseñar (nivel de profundidad o demanda cognitiva); (3) las actividades críticas para alcanzar esos objetivos de enseñanza a nivel de lección; (4) los productos que se requieren por parte del estudiante para documentar su aprendizaje; (5) los materiales requeridos (e.g., balanza para medir la masa de un objeto); (6) las representaciones gráficas que se utilizan como apoyo; (7) el vocabulario académico que se presenta en la lección; (8) la forma de evaluar el aprendizaje; (9) los apoyos a los estudiantes para que mejoren su aprendizaje; y (10) los problemas y las preocupaciones en la implementación de materiales. Cada uno de estos aspectos se explica a continuación. Para la descripción de cada aspecto ver Apéndice A.

El *análisis de lo deseado* se enfocaba en los *problemas y preocupaciones sobre la implementación de los materiales*. En esta parte del análisis se le pedía al docente que discutiera con el grupo los problemas enfrentados en la implementación de los materiales en cinco aspectos: (1) Dificultad para alcanzar los objetivos de la unidad; (2) Problemas de logística (e.g., organización de los estudiantes para ciertas tareas, problemas para conseguir materiales; tiempo insuficiente); (3) Dificultad para motivar a los estudiantes; (4) Manejo de la unidad en aulas multigrado, y (5) Sugerencias.

El análisis se propuso para ser realizado en grupos pequeños de tres docentes de diferentes regiones y con diferentes niveles de experiencia. Esta forma de trabajar intentaba aprovechar las distintas experiencias de los docentes con los materiales en distintos contextos.

Para el análisis se propuso una tabla como la herramienta para ayudar a organizar el análisis. La herramienta se proporcionó en un documento electrónico (Excel) para que existiera más flexibilidad en los cambios hechos con las diferentes iteraciones de análisis (Figura 16).

Lección Guía	Objetivos de Aprendizaje			Tipos de Conocimiento			Actividades	Productos de las Actividades	Representaciones Gráficas	Materiales Críticos	Vocabulario	Evaluación del Aprendizaje	Apoyos de Aprendizaje	Problemas y Preocupaciones de Implementación
	Conocimiento Científico	Conocimiento de Procesos Científicos	Conocimiento de Procesos Sociales/ Comunicación	Declarativo	Procedural	Esquemático								
1														
2														
3														

Figure 16. Herramienta para la documentación del Análisis de lo Deseado.

El papel del equipo de evaluación, conformado por la Dra. Maria Araceli Ruiz-Primo, la Dra. Maria Heller y la Dra. Melina Furman fue monitorear los grupos de docentes en los diferentes salones. El propósito principal del monitoreo era resolver problemas conceptuales que los docentes pudieran tener con respecto al contenido de los materiales, además de cerciorarse que los grupos trabajaran en la implementación adecuada de la estrategia, resolver dudas acerca de la estrategia, y guiar discusiones si se consideraba necesario.

Agenda y Logística General. La agenda del taller del primer día se presenta en la Figura 17. Después de una introducción de cada participante (nombre, región, grados enseñados), se dio a los participantes 30 minutos para leer el documento preparado para el taller y se discutió cada apartado del documento usando transparencias y ejemplos.

Agenda
<ul style="list-style-type: none"> • Una presentación rápida de los que estamos aquí • Una lectura del documento que será la guía de los siguientes tres días • Discusión del documento • Análisis del material • Discusión de la experiencia matutina • Continuación del análisis

Figure 17. Agenda del primer día del Taller 1.

Durante la discusión del documento, dos participantes de Risaralda, comentaron acerca del uso de la palabra “metas de aprendizaje” en el documento. De acuerdo con estos participantes, el nombre era arcaico y no reflejaba los estándares y las competencias perseguidas en el sistema educativo colombiano. Esta discusión, desde la perspectiva del evaluador principal, creó una incomodidad generalizada a pesar de que se enfatizó que el nombre usado no debiera guiar la discusión, sino el proceso a realizar. Con esta incomodidad, los grupos fueron asignados a diferentes salones en donde se les proporcionó una computadora, una pantalla, y una copia de los documentos a ser analizados.

La discusión de la experiencia matutina planteada en la agenda fue en realidad una discusión vespertina usando la estrategia propuesta. La inconformidad de los docentes usando la estrategia propuesta durante la parte final de la mañana fue evidente. La estrategia no se había entendido claramente, los participantes estaban en desacuerdo con la metodología propuesta y no se logró ningún avance. Finalmente, otro punto de discusión importante fue el objetivo de taller. La mayoría de los docentes había venido con un entendimiento diferente del objetivo del mismo: la capacitación para el uso de los materiales más que el análisis de los mismos.

La experiencia del primer día se discutió con el equipo de evaluación. Se concluyó que era necesario modificar la estrategia originalmente propuesta y se discutió una estrategia alternativa que pudiera implementarse en el segundo día del taller. La estrategia modificada se explica en el apartado siguiente.

Estrategia de Análisis Implementada. En la discusión con el equipo de evaluación acerca del primer día de taller se concluyó que: (1) la estrategia era muy compleja para los docentes; (2) los docentes no estaban realizando el tipo de análisis que se requería; su lectura de los materiales era superficial y poco crítica; y (3) era necesario replantear la estrategia por actividades menos demandantes para los docentes.

UNIDAD/MODULO:		Grupo:			Sala:		Fecha:	
Guía/ Momento	Desempeño (acciones de pensamiento, competencias, referentes de calidad) de los Estándares:	Lista de Actividades	Tipo de Conocimiento			¿A qué desempeño corresponde la actividad? Escriba el número de desempeño	Con base en su experiencia, identifique las características positivas	Con base en su experiencia, qué sugerencias propone para mejorar el material
			Decla	Proc	Esqu			
1	1.	1.						
	2.	2.						
	3.	3.						
	4.	3.						
		4.						
		5.						
		6.						
		7.						
		8.						
		9.						
		10.						
		11.						
		12.						
		13.						
		14.						
	15.							

Figura 18. Tabla revisada para la documentación del análisis de lo deseado y lo implementado en Taller 1.

En general, la estrategia modificada consistió esencialmente en seis pasos:

1. Identificar los desempeños perseguidos en cada guía y numerarlos.
2. Identificar las actividades instruccionales propuestas en los materiales en cada una de las guías.
3. Determinar el tipo de demanda cognitiva que se le imponía al estudiante de acuerdo con tres tipos de conocimiento: declarativo, procedural, o esquemático.

4. Determinar qué desempeños se cubrían o correspondían con dicha actividad, utilizando el número de desempeño como código.
5. Determinar, con base en la experiencia de los docentes con la actividad, las características positivas de la actividad.
6. Sugerir, con base en la experiencia de los docentes con la actividad, posibles estrategias para mejorar la actividad.

Para implementar la estrategia en el segundo día del taller, se proporcionó el templete de una tabla en Word de nueve columnas y un renglón por guía o momento. La tabla se presenta en la Figura 17.

Acuerdos Entre Grupos. Como se muestra en la Tabla 36, cuatro grupos analizaron independientemente los materiales de segundo a Quinto Grado. Dos grupos (Grupo 1 y Grupo 2) analizaron la Unidad 1 de Segundo Grado, Tercer Grado, Cuarto Grado y Quinto Grado; y otros dos grupos (Grupo 3 y Grupo 4) analizaron la Unida 5 de Segundo Grado, Unidad 6 de Tercer Grado, Unidad 7 de Cuarto Grado, y Unidad 3 de Quinto Grado. Se evaluaron los acuerdos de los grupos por pares (Grupos 1 y 2 y Grupos 3 y 4) en cuatro columnas de las nueve presentadas en la tabla: actividades instruccionales identificadas y los tres tipos de conocimiento. Los resultados mostraron un alto porcentaje de acuerdos (no menor del 90%) entre las actividades identificadas (Columna 3 de la tabla en la Figura 17), pero un porcentaje de acuerdos extremadamente bajo (>17% y < de 36%) en lo que se refirió a los tipos de conocimiento (declarativo, procedural y esquemático). La falta de acuerdos entre los grupos indica que debido a las limitaciones de tiempo, la explicación de los tipos de conocimiento fue insuficiente el primer día del taller. Debido a la falta de acuerdos entre grupos, las tablas producidas por los diferentes grupos se consideraron de forma independiente en el análisis que se presenta a continuación.

Resultados del Análisis de los Docentes en el Taller 1

Las tablas producidas por los docentes como resultado del Taller 1 fueron el objeto del análisis que se presenta en esta sección. Se hicieron tres tipos de análisis: (1) *Acciones de pensamiento y competencias*, que de acuerdo con los docentes, las actividades instruccionales cubrían; (2) *Tipo de conocimiento* que las actividades de las guías incluidas promueven. Idealmente, en el contexto de enseñanza de la ciencia, las actividades incluidas en los materiales evaluados debieran promover igualmente distintos tipos de conocimiento; y (3) *Aspectos ventajosos y problemáticos* en las guías. Este análisis se reporta en términos de frecuencia por grado y por tópico. Idealmente, debiera haber más aspectos favorables que problemáticos y los aspectos problemáticos debieran ser poco frecuentes.

Alineación de Actividades con Acciones de Pensamiento y Competencias. Como se mencionó anteriormente, a los docentes se les pidió que por cada actividad instruccional identificada en la guía, emitieran un juicio acerca de cual o cuales acciones de pensamiento o competencias eran promovidas por la actividad. El acuerdo acerca de las acciones de pensamiento tratadas en las actividades ente los cuatro grupos que analizaron las mismas guías fue del 51%. El análisis presentado a continuación se efectuó únicamente con dos de los grupos. Se eligieron aquéllos que identificaron un mayor número de

acciones de pensamiento y competencias tratadas en las actividades instruccionales para presentar el mejor escenario.

De las guías analizadas por los docentes (n=44), en total se identificaron 170 acciones de pensamiento y competencias. De acuerdo con los docentes, el 25% de estas acciones de pensamiento y competencias no fueron promovidos por las actividades instruccionales presentadas en los materiales. Del 75% de las acciones y competencias tratadas, el 24% fueron tratadas únicamente en *una única actividad*, y el 14% en *dos actividades* de las guías. Si estas actividades por algún motivo no se implementaran, el 38% de las acciones de pensamiento y competencias propuestas no se tratarían en absoluto.

En el Séptimo Grado y en el Noveno Grado, de acuerdo con los docentes, el 100% de las acciones de pensamiento se cubrieron. Los grados en los que se encontró el menor número de competencias tratadas fueron el Décimo Grado (69%), Sexto Grado (63%), Cuarto Grado (61%), y el Undécimo Grado (29%). El porcentaje de acciones o competencias no tratadas en el resto de los grados fluctuó entre el 78% y el 92% considerando todos aquellos casos en los que solamente son tratados por una única actividad. La inconsistencia en Séptimo Grado con los expertos se debió muy probablemente al número de unidades analizadas; en Décimo Grado, en el cual se analizaron prácticamente los mismo materiales, hay consistencia en ambos análisis

Es importante mencionar que en todos los grados, los docentes identificaron actividades en las que ninguna acción de pensamiento es tratada (en algunos casos más de la mitad de las actividades). Esto podría ser considerado como un indicador de la adecuación de las actividades instruccionales propuestas en los materiales para apoyar el cumplimiento de los desempeños. Cabe preguntar, ¿cuál es la finalidad de incluir una actividad instruccional que no apoya claramente al estudiante a alcanzar las metas de aprendizaje (o los desempeños)?

Tipos de Conocimiento. Como ya se mencionó, se les pidió a los equipos identificar el tipo de conocimiento promovido por cada actividad en cada una de las guías incluidas en el estudio, de acuerdo con tres categorías: declarativo, procedural, y esquemático. Dichas categorías de tipo de conocimiento no son mutuamente exclusivas. Es posible e incluso deseable que una guía promueva los tres tipos de conocimiento. El conocimiento esquemático involucra el pensamiento que refleja más un modelo de los fenómenos científicos (e.g., por qué las cosas flotan o se hunden?) y corresponde a un nivel de pensamiento más complejo y comprensivo que el procedural. El conocimiento procedural involucra la aplicación de conceptos y procedimientos (e.g., calcular la densidad de un objeto) en la toma de decisiones y es más complejo que el conocimiento declarativo. El conocimiento declarativo es básicamente conocimiento factual (e.g., definir densidad).

La Tabla 37 presenta, por guía, el número de actividades que promueven el conocimiento declarativo, el conocimiento procedural y el conocimiento esquemático. Claramente, la frecuencia con que el conocimiento declarativo se promueve en las guías es abrumadoramente más alta que para los otros dos tipos de conocimiento. Muchas de las actividades en cada guía promueven exclusivamente conocimiento declarativo.

Tabla 37. Tipos de Conocimiento Promovidos y Evaluados por Grado: Número de Actividades

Grado	Número Total de Guías Analizadas	Unidad/ Módulo/ Momento	Guía	Número Total de Actividades	Declarativo	Procedural	Esquemático
2º	8	1	1	16	16	0	0
		1	2	14	13	0	0
		1	3	20	17	0	0
		1	4	18	17	1	0
		1	5	18	15	0	0
		5	15	26	18	1	6
		5	16	14	5	1	3
		5	17	10	8	0	0
3º	6	1	1	19	13	6	0
		1	2	21	10	10	1
		1	3	24	7	2	0
		6	13	15	13	1	1
		6	14	11	11	0	0
		6	15	10	8	1	1
4º	6	1	1	12	8	1	0
		1	2	16	14	0	0
		1	3	15	15	0	0
		7	19	15	13	2	0
		7	20	20	17	3	0
		7	21	20	5	5	0
5º	4	1	2	14	14	0	0
		3	9	16	16	1	0
		3	10	9	8	3	0
		3	11	14	14	1	0
6º	5	3	12	8	4	2	2
		3	13	6	3	2	1
		3	14	10	6	3	1
		3	15	6	2	3	1
		3	16	10	5	5	0
7º	5	3	12	14	13	1	0
		3	13	8	4	4	0
		3	4	11	7	4	0
		3	15	7	3	2	1
		3	16	13	10	2	1
8º	2	3	9	9	9	4	0
		3	10	7	7	2	0
9º	2	3	8	6	4	1	1
		3	9	5	5	0	0
10º	3	1	A	29	21	4	1
		2	A	13	7	6	0
		3	A	4	4	2	2
11º	3	1	A	19	18	1	0
		2	A	9	8	1	0
		3	A	6	4	2	0

Este patrón se puede apreciar aún con más claridad en la Tabla 38, que presenta los porcentajes de actividades en las guías analizadas por tipo de conocimiento promovido, de acuerdo con los docentes. La tabla presenta también el porcentaje promedio de todos los grados. En promedio, se encontró que el conocimiento declarativo es promovido o evaluado en 77% de las actividades, mientras que el conocimiento procedural y esquemático es promovido o evaluado, respectivamente, en 21% y 6% de las actividades.

Tabla 38. *Tipos de Conocimiento Promovidos y Evaluados por Grado: Porcentaje de Actividades*

Grado	Número Total de Guías Analizadas	Número de Actividades Identificadas por Grado	Declarativo	Procedural	Esquemático
2º	8	136	80	2	6
3º	6	100	69	18	4
4º	6	98	75	10	0
5º	4	78	96	12	1
6º	5	40	41	38	14
7º	5	53	65	27	4
8º	2	16	100	37	0
9º	2	11	84	9	9
10º	3	46	75	37	18
11º	3	34	84	16	0
Promedio		61	77	21	6

Comentario General. La identificación de los tipos de conocimiento promovido por las actividades instruccionales indica que se le da un énfasis a las actividades que promueven conocimiento de tipo factual. El interés por promover otros tipo de conocimiento, como procedural y esquemático, es prácticamente nulo. Aunque, como se mencionó anteriormente, es difícil asegurar que los docentes comprendieron con claridad estos tres conceptos, es claro que los resultados del análisis realizado por los docentes es congruente con el análisis realizado por los expertos. Más aún, las proporciones son similares. De acuerdo con los expertos, aproximadamente el 60% de los conceptos y actividades relacionadas con ellos se tratan a un bajo nivel cognitivo. Es muy factible, dado el nivel de comprensión de los conceptos por los docentes, que esta categoría esté sobre representada. Sin embargo, es claro que a pesar de ésta sobre-representación, las actividades promueven más claramente un conocimiento factual. Los expertos encontraron más casos (22% de las actividades relacionadas por concepto) en los que las actividades tienen el potencial de promover conocimiento de tipo esquemático. Es claro que las diferencias se pueden deber al tipo de análisis. La unidad de análisis de los expertos se basó en conceptos y la de los docentes en actividades.

Características Positivas y Negativas (Problemáticas) Identificados por los Docentes. El análisis de las características positivas y problemáticas de los materiales requirió de un proceso de codificación en el que se procesaron los datos proporcionados por los docentes, muchos de los cuales consistieron en respuestas abiertas, mismas que variaron considerablemente en estilo y extensión.

Los datos ingresados por los docentes se codificaron utilizando un procedimiento basado en teoría fundamentada. Los datos se clasificaron en categorías de codificación que evolucionaron y se refinaron a medida que se incorporaron más datos. La lectura de los comentarios positivos y negativos de los materiales por los docentes llevó a la identificación de cinco *categorías* para clasificar los dos tipos de comentarios: (1) *Adecuación Conceptual* - Precisión y suficiencia de los conceptos e ideas en el contenido de las guías; (2) *Material Gráfico* - Efectividad, claridad y pertinencia de tablas, gráficas, ilustraciones y todas las formas de representación primordialmente no textual de información; (3) *Adecuación de las Actividades* - Alineación con los estándares, efectividad y adecuación formal de las actividades que los estudiantes tienen que realizar, dadas las metas de aprendizaje; (4) *Organización y Secuencia* - Congruencia, suficiencia y pertinencia de la forma en que las actividades están organizadas, incluyendo secuencia; (5) *Evaluación* - Suficiencia y pertinencia de las actividades evaluativas y efectividad para promover el aprendizaje de acuerdo con las metas enunciadas. Los comentarios de los docentes se agruparon en *aspectos generales* dentro de cada categoría que intentaron capturar las características positivas (ventajas) y características negativas (desventajas y problemas) mencionadas. La Tabla 39 presenta los aspectos positivos en cada una de las cinco categorías identificadas en los comentarios de los docentes. La Tabla 40 presenta los aspectos negativos dentro de cada categoría encontrados en los comentarios de los docentes.

Tabla 39. *Aspectos Positivos Identificados en los Materiales por los Docentes por Categoría*

Categorías y Aspectos
Adecuación Conceptual
Explicación amplia y adecuada del tópico tratado
Los conceptos o habilidades tratados son importantes
Material Gráfico
Inclusión de tablas y graficas en las actividades o lecturas
Buen diseño de los materiales gráficos
Las imágenes ilustran los temas tratados
Adecuación de las Actividades
Promueve colaboración o interacción social del estudiante con compañeros y comunidad
Las actividades o lecturas son interesantes o nuevas para el estudiante
Promoción de la investigación
El material puede servir como material de consulta
Correspondencia del contenido con los estándares
Las actividades o lecturas integran o resumen distintas áreas de conocimiento
Promoción de la creatividad
Actividades fáciles de realizar
Variedad de lecturas
Promoción de conocimiento procedural y esquemático, y no sólo declarativo
Organización y Secuencia
Conexión de actividades o lecturas con el contexto del estudiante
Secuenciación adecuada de conceptos
Conexión de actividades o lecturas con conceptos enseñados previamente
Evaluación
Promueve retroalimentación por parte del docente
Buena actividad evaluativa
Hay preguntas que permiten conocer el nivel de conocimiento de los estudiantes

Tabla 40. Aspectos Problemáticos Identificados en los Materiales por los Docentes por Categoría

Categoría y Aspecto
Adecuación Conceptual
Consideración inadecuada de los tres tipos de conocimiento
Falta de claridad de la competencia a desarrollar relacionada con el concepto
Tratamiento de conceptos e ideas es insuficiente o superficial (no transversal)
Las actividades o las lecturas no consideran ideas o conceptos importantes
Ideas erróneas o información o conceptos no actualizados
Incoherencia en la presentación de información
Uso de términos inadecuados
Material Grafico
Material gráfico incompleto o insuficiente
Material gráfico no claro o no apropiado para el estudiante o su contexto
Material gráfico mal ubicado o con información errónea
Falta de correspondencia entre el material gráfico y el texto
Material gráfico irrelevante
Adecuación de las Actividades
Las actividades son pobres o insuficientes o no promueven que el estudiante desarrolle sus propias ideas o entienda a fondo los conceptos objetivo
Falta de alineación de las actividades con los estándares
Falta de sensibilidad a los diferentes ambientes y contextos en que viven los estudiantes
No hay cierre adecuado de las actividades
Las instrucciones para realizar las actividades o el formato de trabajo (por ejemplo, individual, en grupo, en mesa redonda) no son claras
Las actividades son difíciles de transferir al trabajo de laboratorio o de campo
Falta de correspondencia entre actividades y objetivos
Error gramatical
Las actividades no promueven la socialización adecuadamente
Organización y Secuenciación
Información para el estudiante insuficiente o poco clara
Organización y Secuencia
Demasiadas actividades para el tiempo en que se tienen que realizar
Secuenciación no óptima de las actividades por complejidad
Repetición innecesaria de actividades
Repetición innecesaria de ideas
Evaluación
Falta de oportunidades para recibir retroalimentación o falta información para que el estudiante pueda autoevaluarse
Evaluación inadecuada o insuficiente
Falta de correspondencia entre la evaluación y el contenido de la lectura

La unidad de análisis fue el *comentario*. Solamente en aquellos casos en que los comentarios incluían tanto características positivas como negativas, el comentario se dividió en dos unidades para capturar los dos tipos de características, las positivas y las negativas. La comparación de las Tablas 39 y 40 revela que los grupos de docentes identificaron en las guías una mayor variedad de aspectos problemáticos que de aspectos favorables. Ejemplos de los comentarios de los docentes por aspecto son los siguientes:

“Hay preguntas que permiten saber cual es el nivel de conocimiento que tiene el estudiantes” (Grupo 403, Momento 1A_1, Grado 11). Este comentario se clasificó como *positivo por la categoría del evaluación de acuerdo con el aspecto ‘Hay preguntas que permiten conocer el nivel de conocimiento de los estudiantes’*.

“Las actividades promueven trabajo en equipo, y aprender con los otros.” (Grupo 304, Guía 20, Unidad 7, Cuarto Grado). Este comentario se clasificó como positivo por adecuación de las actividades de acuerdo con el aspecto, *Promueve colaboración o interacción social del estudiante con compañeros y comunidad*.

“En la guía 1A preg 3 actividad 3 la ilustracion no me permite caracterizar plantas y animales, porque no hay flexuvbilidad para la observacion (salir del aula).” (Grupo 201, Guía 1, Unidad 1, Tercer Grado). Este comentario se clasificó como *problemático en la categoría, material gráfico por el aspecto, ‘Material gráfico irrelevante’*.

“Imprecisión en conceptos. (Seres inanimados, seres vivos)” (Grupo 206, Guía 1, Unidad 1, Segundo Grado). Este comentario se clasificó como *problemático por adecuación conceptual de acuerdo con el aspecto, Tratamiento de conceptos e ideas es insuficiente o superficial*.

“Se repiten mucho las actividades (preguntas)” (Grupo 301, Guía 13, Unidad 6, Tercer Grado). El comentario se clasificó como *problemático por organización y secuencia de acuerdo con el aspecto repetición innecesaria de actividades*.

“Algunas lecturas son pertinentes aunque carecen de relación del conocimiento con la vida del estudiante desde ejemplos” (Grupo 403, Momento 1A_1, Grado 11). Este comentario se dividió en dos unidades de análisis: “lecturas son pertinentes” y “[lecturas] carecen de relación del conocimiento con la vida del estudiante desde ejemplos”. La primera sección se clasificó como *positiva por adecuación de actividades de acuerdo con el aspecto, ‘Las actividades o lecturas son interesantes o nuevas para el estudiante’*. La segunda sección se clasificó como *negativa por adecuación de las actividades de acuerdo con el aspecto, ‘Falta de sensibilidad a los diferentes ambientes y contextos en que viven los estudiantes’*.

Al 20% de las 44 guías, seleccionadas aleatoriamente, se le codificó independientemente por dos de los evaluadores. El acuerdo fue de 78.12%. Se consideró que el porcentaje de acuerdos era suficiente, dado el número alto de categorías (50) que debían considerarse. El resto de las guías se codificaron únicamente por uno de los evaluadores.

En un primer análisis, se examinó la frecuencia de los aspectos positivos y problemáticos identificados por los grupos de docentes. Como lo muestra la Tabla 41, la frecuencia de observaciones de aspectos problemáticos (129) fue más alta que la frecuencia de observaciones de aspectos positivos (78). Teniendo en consideración que no se evaluaron exactamente los mismos números de guías en los distintos tópicos, el rango de frecuencia de observaciones en los cuatro tópicos es más homogéneo para los aspectos positivos (18 a 22) que para los aspectos problemáticos (20 a 46). Excepto para el tópico, “Cómo Funciona el Entorno”, se identificaron más aspectos problemáticos que ventajosos.

Tabla 41. *Observaciones de Aspectos Positivos y Problemáticos por Tópico: Frecuencias*

Tópico	Positivos	Problemáticos
Seres Vivos	19	40
Relaciones entre Seres Vivos	18	23
Cómo Funciona el Entorno	22	20
Biología	19	46
Total	78	129

La Tabla 42 presenta el análisis de frecuencias de observaciones de aspectos positivos y problemáticos por grado. El análisis revela una variación mayor entre tipos de características (positivas y problemáticas) por grados que por tópicos. Una vez más, teniendo en consideración que no se evaluaron los mismos números de guías en los distintos grados, y a diferencia del análisis por tópico, el rango de frecuencia de observaciones en los 10 grados analizados fue considerable: de 2 a 16 para los aspectos positivos y de 3 a 30 para los aspectos problemáticos. Con excepción de los grados Quinto, Sexto y Noveno, se observaron en los materiales más aspectos problemáticos que positivos.

Tabla 42. *Observaciones de Aspectos Positivos y Problemáticos por Grado: Frecuencias*

Grado	Positivos	Problemáticos
2º	16	30
3º	4	11
4º	11	17
5º	6	5
6º	10	8
7º	5	6
8º	2	3
9º	5	3
10º	15	24
11º	4	22
Total	78	129

El análisis de frecuencia por número de guías permite apreciar si existen grados o tópicos en los que las distintas categorías de aspectos ventajosos y problemáticos son especialmente frecuentes. La Tabla 43 no indica un patrón claro en la frecuencia de observaciones de aspectos favorables por tópico. Sin embargo, estas frecuencias son especialmente altas en el Segundo Grado y el tópico “Seres Vivos”, y en los Grados Sexto (“Seres Vivos”) y Décimo (“Cómo Funciona el Entorno”). Claramente, los aspectos identificados más frecuentemente por los equipos de docentes como positivos corresponden a las dimensiones *Adecuación de las Actividades* (36) y *Organización y Secuenciación* (23), respectivamente con el 46% y el 29% de las observaciones de aspectos favorables.

La Tabla 44 permite apreciar que no hay un patrón claro en la frecuencia de observaciones de aspectos problemáticos por tópico. Sin embargo, estas frecuencias son especialmente altas en el Segundo Grado y el tópico “Seres Vivos” y en el Cuarto Grado (“Relaciones entre Seres Vivos”), Décimo

Grado (“Cómo Funciona el Entorno”) y Undécimo Grado (“Biología”). Aunque los aspectos identificados más frecuentemente por los equipos de docentes como problemáticos corresponden a la dimensión *Adecuación de las Actividades* ($n=39$) y el identificado menos frecuentemente corresponde a la dimensión *Evaluación* ($n=15$), la distribución de frecuencias de aspectos problemáticos tiende a ser homogénea entre las cinco categorías.

La Tabla 45 presenta, en orden descendiente de frecuencia, los distintos tipos de aspectos positivos identificados por los equipos de docentes. La tabla identifica la dimensión a la que pertenece cada aspecto favorable. Al nivel de tipo de observación, la conexión de actividades o lecturas con el contexto del estudiante y la promoción de la colaboración o interacción social del estudiante con compañeros y la comunidad son los aspectos más frecuentemente identificados por los docentes como favorables (respectivamente 11 y 9 de las observaciones de aspectos favorables).

La Tabla 46 presenta, en orden descendiente de frecuencia, los distintos tipos de aspectos problemáticos identificados por los equipos de docentes. De manera paralela a la tabla anterior, la tabla identifica la dimensión a la que pertenece cada aspecto problemático. Al nivel de tipo de observación, los aspectos más frecuentemente identificados por los docentes como problemáticos son la consideración inadecuada de los tres tipos de conocimiento (14 observaciones) y el hecho de que las actividades son pobres o insuficientes o no promueven que el estudiante desarrolle sus propias ideas o entienda a fondo los conceptos básicos (11 observaciones).

Comentario General. Con respecto a los resultados, es importante hacer notar que el panorama presentado por los docentes con sus comentarios positivos y problemáticos, no es muy diferente del panorama presentado por el análisis de los expertos. Por ejemplo, al igual que los expertos, los docentes identificaron conceptos tratados superficialmente, ilustraciones con dificultades, actividades instruccionales con deficiencias en las instrucciones. Los aspectos encontrados por los docentes como positivos y problemáticos fueron de un rango mayor debido a la diferencia en los procedimientos para llevar a cabo el análisis. Pero es fácil concluir que el perfil general de los materiales es similar entre los dos tipos de análisis.

Desde otra perspectiva, el ejercicio de análisis de materiales por parte de los docentes, se convirtió de alguna manera en una estrategia de evaluación de los docentes. Por ejemplo, las concepciones erróneas, la falta de conocimiento acerca de lo que es la enseñanza de la ciencia, la falta de una perspectiva crítica ante lo que leen. Todo ello se hizo evidente durante las discusiones de análisis de los materiales.

Es importante comentar, que de manera informal, la mayoría de los participantes reportó no conocer los materiales analizados. La mayoría de los docentes había utilizado la versión anterior o bien otras versiones utilizadas en sus comunidades (e.g., la de los cafetaleros). Por lo tanto, para muchos de los docentes participantes, la revisión de los materiales se constituyó como la primera aproximación a los mismos.

Tabla 43. Número de Guías en las que se Identificaron Aspectos Positivos por Tópico, Grado y Categoría

Tópico	Grado	<i>n</i> Total Guías	<i>n</i> Anali- zadas	Aspectos Conceptuales	Material Gráfico	Adecuación de las Actividades	Organización y Secuencia	Evaluación	Total
Seres vivos	2	5	5	2	0	5	5	0	12
	3	3	3	0	0	0	0	0	0
	4	3	3	0	0	1	2	2	5
	5	1	1	0	0	1	1	0	2
Relaciones entre Seres Vivos	2	3	3	0	0	2	2	0	4
	3	3	3	0	0	2	2	0	4
	4	3	3	0	0	4	2	0	6
	5	3	3	0	0	2	2	0	4
Cómo Funciona el Entorno	6	5	5	2	2	2	3	1	10
	7	5	5	0	0	3	2	0	5
	8	4	2*	0	1	1	0	0	2
	9	4	2*	0	0	3	2	0	5
Química y Biología	10	3	3	3	4	8	0	0	15
	11	3	3	1	0	2	0	1	4
Total		48	44	8	7	36	23	4	78

* Dos guías no fueron analizadas por limitaciones de tiempo.

Tabla 44. Número de Guías en las que se Identificaron Aspectos Problemáticos por Tópico, Grado y Categoría

Tópico	Grado	<i>n</i> Total Guías	<i>n</i> Anali- zadas	Aspectos Conceptuales	Material Gráfico	Adecuación de las Actividades	Organización y Secuencia	Evaluación	Total
Seres Vivos	2	5	5	6	3	8	5	3	25
	3	3	3	0	2	2	1	1	6
	4	3	3	2	1	2	1	1	7
	5	1	1	1	0	0	1	0	2
Relaciones entre Seres Vivos	2	3	3	2	2	0	1	0	5
	3	3	3	2	2	0	1	0	5
	4	3	3	2	1	2	3	2	10
	5	3	3	2	0	0	0	1	3
Cómo Funciona el Entorno	6	5	5	3	2	2	1	0	8
	7	5	5	0	1	0	3	2	6
	8	4	2	0	1	0	2	0	3
	9	4	2	2	0	0	1	0	3
Química y Biología	10	3	3	5	3	11	2	3	24
	11	3	3	4	3	12	1	2	22
Total		48	44	31	21	39	23	15	129

* Dos guías no fueron analizadas por limitaciones de tiempo.

Tabla 45. *Opiniones Positivas por Aspecto y Categoría: Frecuencia*

Aspectos	Fre- cuencia	Aspectos Concep- tuales	Material Gráfico	Adecuación de las Actividades	Organiza- ción y Secuencia	Eva- luación
Conexión de actividades o lecturas con el contexto del estudiante	11				●	
Promueve colaboración o interacción social del estudiante con compañeros y comunidad	9			●		
Las actividades o lecturas son interesantes o nuevas para el estudiante	8			●		
Secuenciación adecuada de conceptos	8				●	
Promoción de la investigación	7			●		
Conceptualización amplia o fundamentación teórica adecuada o de acuerdo con la temática propuesta	5	●				
Conexión de actividades o lecturas con conceptos enseñados previamente	4				●	
El material puede servir como material de consulta	3			●		
Los conceptos o habilidades que se pretende enseñar son importantes	3	●				
Inclusión de tablas y graficas en las actividades o lecturas	3		●			
Buen diseño de los materiales	2		●			
Promueve retroalimentación por parte del docente	2					●
Las imágenes ilustran los temas tratados	2		●			
Correspondencia del contenido con los estándares	2			●		
Las actividades o lecturas integran o resumen distintas áreas de conocimiento	2			●		
Promoción de la creatividad	2			●		
Actividades fáciles de realizar	1			●		
Variedad de lecturas	1			●		
Promoción de conocimiento procedural y esquemático	1			●		
Buena actividad evaluativa	1					●
Hay preguntas que permiten conocer el nivel de conocimiento de los estudiantes	1					●
Total por dimensión		8	7	36	23	4

Tabla 46. *Opiniones Desfavorables por Aspecto y Categoría: Frecuencia*

Aspectos	Frecuencia	Aspectos Conceptuales	Material Gráfico	Adecuación de las Actividades	Organización y Secuencia	Evaluación
Consideración inadecuada de los tres tipos de conocimiento	14	•				
Las actividades son pobres o insuficientes o no promueven que el estudiante desarrolle sus propias ideas o entienda a fondo los conceptos objetivo	11			•		
Material gráfico incompleto o insuficiente	9		•			
Información para el estudiante insuficiente o poco clara	8				•	
Material gráfico no claro o no apropiado para el estudiante o su contexto	7		•			
Falta de alineación de las actividades con los estándares	7			•		
Demasiadas actividades para el tiempo en que se tienen que realizar	7				•	
Falta de oportunidades para recibir retroalimentación o falta información para que el estudiante pueda autoevaluarse	6					•
Ausencia de fundamentación de los conceptos o las actividades o no hay claridad de la competencia propositiva a desarrollar	5	•				
Evaluación inadecuada o insuficiente	5					•
Tratamiento de conceptos e ideas es insuficiente o superficial (no transversal)	4	•				
Las actividades no promueven la socialización adecuadamente	4			•		
Falta de sensibilidad a los varios ambientes y contextos en que viven los estudiantes	4			•		
Secuenciación no óptima de las actividades por complejidad	4				•	
Falta de correspondencia entre la evaluación y el contenido de la lectura	4					•
Las actividades o las lecturas no consideran ideas o conceptos importantes	3	•				
Ideas erróneas o información o conceptos no actualizados	3	•				
Material gráfico mal ubicado o con información errónea	3		•			
No hay cierre adecuado de las actividades	3			•		
Las instrucciones para realizar las actividades o el formato de trabajo (por ejemplo, individual, en grupo, en mesa redonda) no son claras	3			•		
Las actividades son difíciles de transferir al trabajo de laboratorio o de campo	3			•		
Falta de correspondencia entre actividades y objetivos	3			•		

Aspectos	Frecuencia	Aspectos Conceptuales	Material Gráfico	Adecuación de las Actividades	Organización y Secuencia	Evaluación
Repetición innecesaria de actividades	3				•	
Incoherencia en la presentación de información	2	•				
Material gráfico irrelevante	1		•			
Falta de correspondencia entre el material gráfico y el texto	1		•			
Error gramatical	1			•		
Repetición innecesaria de ideas	1				•	
Uso de términos inadecuados	0	•				
Total por Dimensión		31	21	39	23	15

Lecciones Aprendidas del Taller 1

Los siguientes puntos se consideraron como los más críticos a revisar para el segundo taller:

1. *Revisión de la estrategia.* Fue clara la necesidad de revisar la estrategia. Se acordó simplificarla pero evitar, si era posible, basarla únicamente en las actividades instruccionales.
2. *Inclusión de una actividad de discusión acerca de estándares, competencias, objetivos, y metas de aprendizaje.* Para evitar confusiones acerca de los términos, se decidió invitar para el Taller 2 a la Dra. María Figueroa, quien participó en el desarrollo de los estándares colombianos, para explicar de manera general los estándares y las diferencias en los términos usados.
3. *Excluir las presentaciones personales de los docentes como parte del taller.* Se consideró que las presentaciones de los docentes deberían tener lugar antes de comenzar el taller para que éstas no redujeran el tiempo para la realización de las actividades planeadas.
4. *Incrementar el Personal para Monitorear los Grupos de Docentes.* Con base en la experiencia del Taller 1 se concluyó que el grupo de evaluación no podía hacerse cargo de diversos problemas relacionados con la logística del taller. Por ejemplo, ayudar a los docentes con problemas técnicos relacionados con Excel o con el uso de las computadoras o las grabadoras. Se decidió que era importante que hubiera personal que ayuda con esos aspectos del taller.
5. *Duración del Taller.* Se consideró que era necesario prolongar los días de análisis, para proporcionar más tiempo a los docentes de llevar a cabo el análisis y tener un mayor número de interacciones con todo el grupo. Se consideró la posibilidad de agregar dos días a la duración del taller; es decir, hacerlo de una semana. La objeción más importante para alargarlo dos días completos fue el posible tedio que este tipo de análisis puede causar después de dos días continuos de trabajo. Por lo tanto, se decidió agregar únicamente medio día a la duración total del taller.

Con base en estos puntos, el Taller 2 se pensó con diferentes actividades, puntos de discusión, y mayor personal. El siguiente apartado presenta el Taller 2 y las revisiones hechas para la logística de su implementación.

Taller 2: Noviembre, 2013

El Taller 2 se llevó a cabo en Bogotá del 25 al 28 de noviembre, 2013. Las siguientes secciones presentan información acerca de los participantes, materiales analizados por los docentes, desarrollo del taller, y resultados.

Participantes. La Tabla 47 presenta información sobre los 28 participantes en el Taller 2. Diez zonas rurales estuvieron representadas: Antioquia, Bolívar, Caldas, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca (Cundi), Magdalena, Nariño, y Putumayo. El perfil de los docentes que participaron en el Taller 2 no es muy diferente de aquéllos que participaron en el Taller 1. En promedio, los participantes de este taller tenían 18 años enseñando (d.e.=7.49) y 13 años enseñando ciencias (d.e.=10.01). La variabilidad en años de experiencia enseñando ciencias fue mayor en los participantes de este taller que en los del Taller 1.

Todos los participantes reportaron haber obtenido el grado de licenciatura. El 50% reportó haber estudiado un diplomado. El 61% reportó tener una especialidad. Solamente tres de los participantes (11%) reportaron haber recibido un entrenamiento para la enseñanza de las ciencias, y solamente uno reportó haber obtenido una licenciatura en ciencias (física). Al igual que los participantes del Taller 1, los participantes de este taller tenían mayor experiencia enseñando multigrado (promedio=11; d.e.=8.25) que unigrado (promedio=9; d.e.=7.45); aunque la diferencia fue menos notoria. Los años de experiencia enseñando los diferentes niveles (e.g., Escuela Nueva, Post-primaria) también varió considerablemente entre los participantes. Para Escuela Nueva, de un año a 27 años, para Post-primaria de un año a ocho años, para Media Rural de un año a seis años y para Aceleración de tres a cinco. La menor variabilidad se observó en Aceleración y la mayor variabilidad en Escuela Nueva.

Es importante notar que el 50% de los participantes reportó haber recibido entrenamiento en Escuela Nueva. Sin embargo, al igual que en el Taller 1, es difícil concluir acerca del promedio del número de horas de entrenamiento recibido de acuerdo con la gran diferencia en el número de horas reportadas (e.g., 490). A diferencia del entrenamiento recibido para Escuela Nueva, solo 21% de los participantes reportó haber recibido entrenamiento en Post-primaria, otro 21% en Media Rural, y otro 21% en Aceleración.

La Tabla 48 proporciona información acerca de la experiencia de los docentes en los diferentes grados analizados. El porcentaje más alto de experiencia enseñando un grado en particular se observó en Tercer Grado (57%) y Cuarto Grado (57%), seguido por Segundo Grado (54%), Quinto Grado (54%). En el resto de los grados, incluyendo Aceleración, se observó exactamente el mismo porcentaje de experiencia (18%) enseñando esos grados, aunque la distribución entre zonas es diferente de grado a grado.

Tabla 47. Descripción de los Participantes por Región, Número de Participantes y Promedio de Años de Experiencia del Taller 2

	Antioquia	Bolívar	Caldas	Cesar	Chocó	Córdoba	Cundi ^a	Magdalena	Nariño	Putumayo	Total
Características generales											
Participantes	4	3	2	2	3	3	1	2	5	3	28
Mujeres	2	1	1	1	2	2	1	1	3	2	16
Estudios											
Licenciatura	4	3	2	2	3	3	1	2	5	3	28
Diplomado	2	0	2	2	2	2	1	1	2	0	14
Maestría	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Especialidad	2	2	2	2	1	2	1	1	3	2	17
Enseñanza ciencia	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3
Grado en ciencias	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Promedio de años de experiencia docente en...											
General	17	10	31	18	22	18	13	10	20	16	18
Ciencias	15 ^b	6	28	12	21 ^b	6 ^b	3	11 ^c	18	4 ^b	14
Unigrado	4	6	0	7 ^c	10 ^{a,d}	11	10	8	17	11 ^e	9
Multigrado	16 ^d	6	28	14	14	9	3	2	5 ^e	12 ^b	15
Escuela Nueva	15 ^b	1 ^a	26 ^b	14	20 ^b	15 ^a	3	2	4 ^b	7 ^b	11
Postprimaria	5 ^b	1 ^a	0	5 ^a	4 ^b	0	0	0	3 ^a	3 ^a	4
Media rural	6 ^b	5 ^a	0	2 ^a	7 ^c	4 ^a	0	0	1 ^a	0	4
Aceleración	3 ^a	5 ^a	0	0	0	3 ^a	0	0	2 ^a	0	3
Desarrollo Profesional en...											
Escuela Nueva	3	1	2	1	2	2	0	1	0	2	14
Postprimaria	0	1	1	1	2	0	0	0	1	0	6
Media rural	1	0	0	1	2	1	0	0	1	0	6
Aceleración	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	6

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad.

a Solamente un docente en esa categoría, por lo tanto no hay promedios, se proporciona la información de ese docente.

b Al menos un docente del grupo reporta claramente no tener experiencia en la categoría o no se da respuesta a la pregunta. El promedio consideró únicamente aquellos docentes con la información necesaria.

c Uno de los docentes en el grupo con experiencia de un año en la categoría indicada. Como el promedio no representa adecuadamente al grupo, solamente se presentan los años del miembro del grupo con mayor experiencia.

d Al menos un docente en el grupo indica tener experiencia en esa categoría, pero no indica el número de años.

Tabla 48. *Experiencia de los Participantes Enseñado los Diferentes Grados: Frecuencia*

Grado	Antioquia	Bolívar	Caldas	Cesar	Chocó	Córdoba	Cundi ^a	Magdalena	Nariño	Putumayo	Total
<i>n</i>	4	3	2	2	3	3	1	2	5	3	28
2º	2	1	1	2	2	1	1	1	1	3	15
3º	3	1	1	2	2	2	0	1	1	3	16
4º	3	1	1	2	2	2	0	1	1	3	16
5º	3	1	0	2	2	2	1	0	1	3	15
6º	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	5
7º	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	5
8º	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	5
9º	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	5
10º	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	5
11º	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	5
Aceleración	1	1	0	0	0	1	0	0	2	0	5

Materiales Analizados. Los materiales revisados en el Taller 2 fueron básicamente los mismos revisados que en Taller 1. Después de una larga discusión en el grupo de evaluación, se llegó a la conclusión que solamente los tópicos relacionados con Seres Vivos podrían servir para llevar a cabo un análisis entre grados. Debido a limitaciones de tiempo, el análisis entre grados pudo llevarse a cabo únicamente con un concepto. Por tanto, esta información no se reporta. La Tabla 49 presenta los tópicos y la organización de los materiales por grupo. En total se analizaron 49 guías pertenecientes a 12 unidades de Segundo a Undécimo Grados incluyendo Aceleración.

Tabla 49. Organización de los Materiales Analizados en el Taller 2 por Tópico y Grupo

Grupos	Grado	Unidad a Analizar Estructuralmente	Nombre de la Unidad	Número de Guías
Tópico: Seres Vivos				
Grupo 1	2º	Unidad 1	Seres de la naturaleza	5
Grupo 2	3º	Unidad 1	Clasificación de los seres vivos	3
Grupo 3	4º	Unidad 1	Los reinos de la naturaleza	3
Grupo 4	5º	Unidad 1	Estructura de los seres vivos	3
Tópico: Cómo funciona el Entorno				
Grupo 5	6º	Módulo 3	¿Cómo funciona tu entorno?	5
Grupo 6	7º	Módulo 3	La Tierra y sus organismos vivos hacen parte de un gran sistema	5
Tópico: Biología				
Grupo 7	10º	Momento 1-A	Visión sobre química y principios de genética	No guías
Grupo 8	11º	Momento 1-A	Nivel de química y biología	No guías
Aceleración: Salvar la Tierra				
Grupo 9	6	Subproyecto-1	Naturaleza frente al desarrollo: Equilibrio o Desequilibrio	No guías
	6	Subproyecto-2	Si existieran los árboles y los bosques, no existirían	No guías
Grupo 10	6	Subproyecto-3	El agua como preservarla	No guías
	6	Subproyecto-4	Protegiendo el Planeta, Soy Parte de la Solución	No guías

Estrategia de Análisis. Los propósitos del análisis se modificaron sutilmente para evitar los conflictos relacionados con el término, meta de aprendizaje. Los dos propósito del análisis se definieron de la siguiente manera: (1) entender *cómo* el docente y los estudiantes pueden alcanzar los desempeños establecidos en los estándares (*cuales* son los conocimientos científicos, las habilidades científicas, y las habilidades sociales asociadas a las ciencias) que los estudiantes tienen que aprender y *cómo* tienen que aprenderlos); y (2) entender la coherencia conceptual y pedagógica entre grados (es decir, los conceptos o procesos críticos que sirven como prerrequisito para otros conceptos o procesos más sofisticados en grados más avanzados).

Al igual que la estrategia propuesta para el Taller 1, se propuso el análisis como un ejercicio de comprensión de los materiales. El análisis se organizó alrededor de la identificación de los conceptos, principios, habilidades y actividades alrededor de los cuales los materiales fueron diseñados para alcanzar ciertos desempeños especificados en los estándares colombianos. Como en el Taller 1 se propusieron dos niveles de análisis: el análisis de lo deseado y el análisis de lo implementado.

El análisis de lo deseado consistió en las siguientes actividades:

1. Determinar qué conocimientos científicos eran tratados en los materiales para ser aprendidos por los estudiantes.
2. Determinar las habilidades prácticas de procesos científicos y sociales que apoyan el aprendizaje de los conceptos.
3. Determinar la adecuación de las habilidades para el aprendizaje de los conceptos.
4. Identificar otras actividades instruccionales.
5. Identificar las actividades críticas para el aprendizaje de los conceptos.
6. Determinar cómo se relacionaban los conceptos a través de las guías.
7. Identificar qué tenía que aprender el estudiante.
8. Identificar las oportunidades para evaluar al estudiante.
9. Identificar las oportunidades para apoyar el aprendizaje de los estudiantes.

La descripción detallada de cada uno de estas actividades y del análisis de lo implementado se presenta en el documento que se le proporcionó al docente para el Taller 2 (ver Apéndice B).

Al igual que en Taller 1, y con la intención de aprovechar las distintas experiencias de los docentes con los materiales en distintos contextos, se propuso que el análisis de los materiales de cada unidad fuera realizado por grupos integrados por tres docentes de diferentes regiones y con diferentes niveles de experiencia. Antes de cada paso de la implementación, hubo una breve sesión de entrenamiento general para todos los participantes. Por ejemplo, hubo una sesión general en la que se explicó cómo determinar qué conocimiento científico era tratado en los materiales antes de que los grupos identificaran los conceptos, principios, o explicaciones tratados en los materiales que se les asignaron. También hubo una sesión general en la que se explicó cómo determinar las habilidades científicas y sociales que apoyan el aprendizaje de los conceptos, principios, o explicaciones antes de que los docentes regresaran a sus grupos para identificar las habilidades prácticas y sociales tratadas en los materiales.

En vez de proporcionarles un templete para llenar, se les pidió a los grupos que construyeran una tabla en Excel a la cual se le fueron agregando las columnas pertenecientes a cada paso de la implementación. Además del documento introductorio, se usaron transparencias para explicarles a los

docentes las columnas que tenían que agregar para ingresar la información correspondiente a cada paso de la implementación (véase el ejemplo de la Figura 19).

Grado:	Unidad/Modulo #:	Nombre de la Unidad/Módulo:	
Grupo #:	Nombres de los Miembros del Grupo:		
Guía	Conocimiento Científico (Conceptos, explicaciones, principios)	Habilidades Científicas	Habilidades Sociales
1: [Nombre de la Guía]	Seres vivos	Observación Comparación	Compartir con compañeros
	Objetos (seres inanimados)	Observación Comparación	Compartir con compañeros
	Especies		
	Concepto 4		
	Concepto 5		
2: [Nombre de la Guía]			
3: [Nombre de la Guía]			

Figura 19. Ejemplo proporcionado para la identificación de habilidades prácticas científicas y las habilidades sociales después de haber identificado los conceptos, explicaciones y principios.

El papel del equipo de evaluación, Dra. Maria Araceli Ruiz-Primo, Dra. Maria Heller y Dr. Guillermo Solano-Flores, fue monitorear a dos grupos específicos cada uno. Al igual que en el Taller 1, el propósito principal del monitoreo fue resolver problemas conceptuales que los docentes pudieran tener con respecto al contenido de los materiales, resolver dudas acerca de la estrategia de codificación, guiar las discusiones cuando fuera necesario, y cerciorarse de que los grupos implementaran adecuadamente la estrategia. El monitoreo enfocado por grupo permitió al equipo de evaluación detectar con mayor claridad algunas deficiencias en los docentes que podían interferir con la ejecución del análisis.

Agenda y Logística General. De acuerdo con la experiencia del Taller 1 y los cambios propuestos, en el primer día del taller, se llevaron a cabo dos actividades. Primero, la mañana se dedicó a la introducción de cada participante sin límite de tiempo. En la tarde se hizo una presentación por parte del Dr. Mauricio Duque y la Dra. María Figueroa acerca del desarrollo de los estándares colombianos. La agenda del taller del segundo día, inicio oficial del taller, se presenta en la Figura 20.

Agenda
<ul style="list-style-type: none"> • Lectura del documento • Discusión del documento • Análisis del material • Discusión de la experiencia matutina • Continuación del análisis

Figura 20. Agenda del segundo día, Taller 2.

Al igual que en el Taller 1, durante el Taller 2 se identificaron algunas limitaciones en el conocimiento de los docentes sobre las ciencias y su enseñanza. Tanto durante las sesiones generales como durante el proceso de revisión, el equipo de evaluadores (los facilitadores del taller) identificó ciertas concepciones erróneas entre los docentes acerca de la naturaleza de la ciencia y las actividades científicas. Por ejemplo, fue claro que “experimento” no era entendido por todos los docentes como una actividad que involucra la manipulación sistemática de variables; debido a esa concepción errónea, algunos de los docentes consideraban como experimentos a otras actividades como la observación. Los facilitadores también notaron que algunos conceptos científicos como el de densidad y el de densidad relativa no eran entendidos adecuadamente por los docentes. También fue claro que no todos los docentes entendían con claridad la diferencia entre concepto, principio, y explicación, o la diferencia entre experimento y actividad práctica.

Para dar atención a estos retos, durante los tres días se organizaron varias discusiones, no planeadas originalmente, para aclarar confusiones identificadas entre los docentes. En una de estas discusiones, el personal de Pequeño Científico organizó una actividad de observación sobre densidad (flotación y hundimiento) y explicó la diferencia entre esa actividad y lo que sería un experimento. Se proporcionaron ejemplos y definiciones para asegurar que esas diferencias fueran bien entendidas. El equipo de evaluadores también preparó presentaciones con transparencias para discutir con mayor profundidad las habilidades prácticas de proceso científico y para discutir conceptos tales como medición o colección de datos.

Codificación de los Datos. Los datos capturados fueron procesados a fin de atender distintos retos resultantes de la naturaleza abierta del formato, la variación en la estructura de los materiales instruccionales de distintos grados, y factores idiosincráticos en la interpretación que hicieron los docentes del formato de las hojas de datos. Más específicamente, como parte del proceso de codificación de datos, se dio atención a siete retos:

1. Debido a la naturaleza abierta de las preguntas evaluativas, muchos de los datos capturados consistieron en respuestas abiertas de los docentes. La naturaleza de estas respuestas abiertas varió considerablemente, desde simples listas de palabras hasta opiniones elaboradas.
2. También debido a la naturaleza abierta de las preguntas evaluativas, en algunos casos, los docentes de distintos grados emplearon sinónimos (términos diferentes) para referirse a la misma idea o términos polisémicos (el mismo término con diferentes significados) para referirse a ideas diferentes.
3. En muchos casos, los docentes consignaron la misma actividad en distintas secciones de la hoja de datos. Por ejemplo, la actividad *Observación* fue codificada en la sección *Habilidades Científicas* en algunos casos y en la sección *Otras Actividades* en otros casos.
4. En algunos casos, los datos proporcionados por los docentes fueron vagos o erróneos. Un ejemplo es “tener una experiencia científica”, descripción que no es suficientemente explícita. Otro ejemplo es que, en el llenado de datos correspondiente a los tipos de conocimiento

promovido por las actividades, en vez de consignar una respuesta como Sí o No, los docentes describieron las actividades.

5. Al ingresar datos, algunos docentes los proporcionaron al nivel de concepto, mientras que otros lo hicieron al nivel de guía, sin especificar la correspondencia de los datos ingresados con cada uno de los conceptos en la guía.
6. En muchos casos, los docentes alteraron el formato de las hojas Excel con la intención de facilitar la representación visual de sus ideas. Por ejemplo, en algunos casos fusionaron varias celdas dentro de una misma columna cuando los datos de distintas guías eran los mismos para la variable correspondiente.

Se desarrolló un sistema de codificación de las respuestas de los docentes (es decir, los datos que ellos ingresaron en los documentos Excel) utilizando un procedimiento de teoría fundamentada de acuerdo con el cual se creó un sistema de categorías que se refinó iterativamente a medida que se consideraron más respuestas. La versión final de este sistema incluye las trece categorías que se muestran en la Tabla 50. La tabla muestra algunas instancias de las respuestas de los docentes incluidas en cada categoría.

Algunos aspectos de las trece categorías que se muestran en la Tabla 50 merecen ser resaltados. Primero, la categoría *Genéricas* se refiere a habilidades enunciadas en términos muy generales o a actividades de poco valor informativo para los propósitos del taller de revisión porque no son exclusivas de la enseñanza de la ciencia. Segundo, las categorías *Seguimiento de direcciones del maestro y contestación de preguntas* y *Comunicación y colaboración con compañeros* pueden ser consideradas como variables de interacción social. Tercero, el resto de categorías en la tabla describe las habilidades científicas. Estas habilidades aparecen en orden progresivo aproximado de complejidad, desde el llenado de formatos y tablas hasta la justificación de ideas.

Naturalmente, la secuencia de complejidad no es fija. Por ejemplo, en algunos casos las actividades inherentes a *Clasificación y Organización de Información* pueden ser más complejas y demandantes que las actividades inherentes a *Análisis*. Sin embargo, a pesar de todas las posibles excepciones, el orden en que se enlistan las habilidades científicas refleja, en términos muy generales, un nivel creciente de complejidad. De hecho, las tres habilidades científicas que aparecen al final de la tabla (*Análisis, Deducción e Inferencia* y *Justificación*) están tradicionalmente relacionadas con la naturaleza del pensamiento crítico (véase Paul y Elder, 2007) y pueden ser consideradas como de alta demanda cognitiva.

Para los propósitos de codificación y análisis, las categorías se trataron como variables dicotómicas. Las respuestas de los docentes se codificaron en términos de la presencia o ausencia de cada categoría. No se codificaron las instancias específicas o el número de esas instancias específicas reportadas por los docentes, sino la presencia de las categorías a las que esas instancias pertenecen. Por ejemplo, la presencia de habilidades pertenecientes a la categoría *Deducción e Inferencia* no distinguió entre *concluir, deducir, explicar, hacer hipótesis*, etc.

Cada respuesta fue codificada multidimensionalmente. Ello significa que una misma respuesta pudo ser codificada en términos de varias categorías. Por ejemplo, un grupo de docentes dio la siguiente descripción de las habilidades/actividades identificadas: *“leer, dibujar, responde preguntas, completa tablas., Realiza recorrido por los alrededores, revisa mapas, elabora cartel (sic)”*. La respuesta contiene varias instancias (e.g., “leer”, “dibujar”, etc.), pertenecientes a diferentes categorías. Esta respuesta se codificó como la presencia de las siguientes categorías: *Genérica* (“leer”) *Seguimiento de Direcciones* (“responde preguntas”), *Experiencias Vivenciales* (“realiza recorrido por los alrededores”), *Llenado de formatos* (“completa tablas”), *Representación y Reproducción de Información* (“dibuja,” “elabora carteles”) y *Análisis* (“revisa mapas”) (cf. Tabla 50).

Esta forma de codificación de datos fue lo suficientemente general para atender a la vaguedad, la gran variedad de estilos descriptivos, y la sinonimia y la polisemia en los datos ingresados por los docentes. A la vez fue lo suficientemente específica para distinguir entre distintos tipos de habilidad/actividad. La experiencia en el análisis de materiales evaluativos ha mostrado la utilidad de esta forma de codificación en contextos en que los materiales analizados varían ampliamente en formato, estilo y extensión (Solano-Flores, Contreras-Niño, & Backhoff, 2013).

Para examinar la consistencia que se podía obtener con este sistema de codificación, dos de los evaluadores codificaron de manera independiente una muestra constituida por el 25% de las respuestas de los docentes seleccionada aleatoriamente. El porcentaje de acuerdos de la muestra de respuestas fue del 88.63%. El resto de la codificación se llevó a cabo por un solo codificador.

Para poder hacer una interpretación adecuada de las categorías que se muestran en la Tabla 50 y de los resultados de este taller es muy importante tener en cuenta que términos como “clasificar”, “observar”, “experimentar”, y “analizar” no necesariamente fueron entendidos por los docentes de la misma manera que lo hicieron los expertos que participaron en la evaluación o de la misma manera en que se les usa en la literatura sobre la enseñanza de la ciencia. Anteriormente en este reporte se mencionó que los evaluadores notaron entre los docentes concepciones erróneas en el proceso científico e importantes limitaciones en la manera de entender actividades como “observar” y “experimentar”. También se mencionó que estas concepciones erróneas aparecen en los materiales instruccionales.

Tabla 50. *Tipos de Actividades y Habilidades Identificadas por los Docentes con Ejemplos de Descripciones*

Actividades y Habilidades
<p>Genéricas: Actividades poco específicas o ambiguas o actividades no reportadas. Ejemplos: ●<i>Contar niños en el salón de clase</i> ●<i>Escribir</i> ●<i>Escuchar con atención</i> ●<i>Escuchar</i> ●<i>Imaginar</i> ●<i>Leer</i> ●<i>Tomar notas</i> ●<i>Efectuar operaciones</i> ●<i>Materiales reales</i> ●<i>Hacer mensajes</i></p>
<p>Seguimiento de Direcciones del Maestro y Contestación de Preguntas: Actividades en las que el estudiante sigue instrucciones del maestro o de los materiales instruccionales. Ejemplos: ●<i>Responder preguntas en el cuaderno</i> ●<i>Responder preguntas del maestro</i> ●<i>Seguir instrucciones</i> ●<i>Escuchar un relato leído por el maestro</i> ●<i>Mostrar/presentar trabajo al maestro</i> ●<i>Responder preguntas hechas por el maestro o por los materiales instruccionales</i></p>
<p>Comunicación y Colaboración con Compañeros: Actividades en las que el estudiante interactúa con otros estudiantes. Ejemplos: ●<i>Asumir roles</i> ●<i>Comentar</i> ●<i>Compartir o comparar información con compañeros</i> ●<i>Conversar</i> ●<i>Discutir con compañeros</i> ●<i>Organizar grupos de trabajo</i> ●<i>Reunirse</i> ●<i>Socializar</i></p>
<p>Llenado de Formatos: El estudiante proporciona piezas discretas de información tales como datos o palabras en plantillas o formas proporcionadas por los materiales instruccionales. Ejemplos: ●<i>Completar cuadros tablas</i> ●<i>Completar datos</i> ●<i>Completar oraciones</i></p>
<p>Experiencias Vivenciales: El estudiante realiza actividades fuera del salón de clase. ●<i>Recorridos</i> ●<i>Salidas de campo</i> ●<i>Visitas</i></p>
<p>Búsqueda de Información: El estudiante usa fuentes documentales para obtener información sobre un objeto de estudio o fenómeno. Ejemplos: ●<i>Consultar</i> ●<i>Buscar información</i> ●<i>Buscar significado palabras</i> ●<i>Hacer investigación documental</i> ●<i>Visitar sitio web</i></p>
<p>Representación y Reproducción de Información: El estudiante crea o reproduce representaciones existentes del objeto de estudio o fenómeno. ●<i>Álbumes</i> ●<i>Cartelera</i> ●<i>Copiar</i> ●<i>Dibujar</i> ●<i>Elaborar esquemas</i> ●<i>Listas</i> ●<i>Construir (copiar) modelos</i> ●<i>Periódico mural</i> ●<i>Representar</i> ●<i>Elaborar maquetas</i> ●<i>Proyectos</i> ●<i>Trabajos manuales</i></p>
<p>Observación: El estudiante determina las características de un objeto de estudio o un fenómeno con base en la observación: Ejemplos: ●<i>Identificar</i> ●<i>Describir</i> ●<i>Observar (.g., ilustraciones, naturaleza)</i></p>
<p>Colección de Datos: El estudiante obtiene información de primera mano relacionada con el objeto de estudio o fenómeno específico. Ejemplos: ●<i>Colectar datos</i> ●<i>Colectar material</i> ●<i>Hacer entrevistas</i> ●<i>Obtener ideas</i> ●<i>Medir</i></p>
<p>Clasificación y Organización de Información: El estudiante crea maneras de organizar información sobre eventos, casos o conceptos, y las relaciones entre ellos. Ejemplos: ●<i>Agrupar</i> ●<i>Clasificar</i> ●<i>Enumerar</i> ●<i>Seleccionar</i> ●<i>Elaborar fichas</i> ●<i>Elaborar mapas conceptuales</i> ●<i>Hacer cuadros</i> ●<i>Organizar datos</i></p>
<p>Análisis: El estudiante examina información proporcionada en distintos medios e identifica similitudes o diferencias o características del objeto de estudio o un fenómeno. Ejemplos: ●<i>Analizar información</i> ●<i>Examinar (mapas imágenes esquemas graficas)</i> ●<i>Comparar</i> ●<i>Contrastar</i></p>
<p>Deducción e Inferencia: El estudiante concluye o infiere sobre la del objeto de estudio o fenómeno. ●<i>Concluir</i> ●<i>Explicar</i> ●<i>Plantear hipótesis</i> ●<i>Inferir</i> ●<i>Interpretar</i> ●<i>Predecir</i></p>
<p>Justificación: Al estudiante se le pide justificar, dar razones sobre algo. Ejemplos: ●<i>Argumentar</i> ●<i>Discutir</i> ●<i>Justificar</i></p>

En virtud de esas concepciones erróneas, es razonable suponer que las descripciones hechas por los docentes al reportar las habilidades científicas se refieran a habilidades y actividades más simples de lo que los términos que emplean sugieren. Por ejemplo, los docentes pueden haber consignado “analizar información” simplemente porque el término apareció en los materiales, sin necesariamente cuestionar la adecuación del término de acuerdo con la tarea que se pide al estudiante que lleve cabo. En consecuencia, se debe tener en cuenta que una categoría como *Análisis* (ver Tabla 50), en la que se agruparon descripciones hechas por los docentes, tales como “analizar información”, “examinar”, “comparar” o “contrastar”, no refleja un alto nivel de rigor. Lo mismo puede decirse de las demás categorías que se muestran en la Tabla 50.

Análisis de Datos. Se efectuaron análisis de frecuencia para cada una de las habilidades/actividades por cada grado. También se hicieron tabulaciones cruzadas para analizar el porcentaje de casos en que la presencia en los materiales de actividades que involucran interacción social (*Seguimiento de Direcciones del Maestro y Contestación de Preguntas y Comunicación y Colaboración con Compañeros*) fue identificada al mismo tiempo que la presencia de cada una de las habilidades científicas. La presencia conjunta, en una misma unidad, de actividades que involucran interacción social y una determinada habilidad científica es un indicador del grado en que las actividades de la unidad propician el desarrollo en el aula de una comunidad de práctica que promueva efectivamente la construcción de esa habilidad.

También se analizaron los porcentajes de actividades que fueron identificados como adecuados para promover los conceptos incluidos en las guías y las razones que los docentes adujeron en apoyo a sus juicios evaluativos. Finalmente, se analizaron los porcentajes de actividades que, a juicio de los docentes, promueven conocimiento factual, aplicación básica o esquemático en la enseñanza de los conceptos identificados.

Resultados del Análisis de los Docentes del Taller 2

En las siguientes secciones se presentan los resultados del análisis de los materiales instruccionales realizado por los docentes para los Grados Segundo al Séptimo, Décimo, Undécimo y Aceleración. La organización de los resultados se presenta en cuatro secciones: (1) Conceptos Analizados, (2) Habilidades Prácticas y Actividades Identificadas por los Docentes, (3) Función de la Interacción Social, (4) Calidad de las Actividades, y (5) Tipos de Conocimiento Promovido.

Conceptos Analizados. En promedio, los docentes identificaron 13 conceptos por grado en las unidades asignadas. El rango fue considerable. El grupo de docentes que analizó el Décimo Grado identificó 30 conceptos, mientras que el grupo de docentes que analizó los subproyectos 1 y 2 de Aceleración identificó seis. Los acuerdos en el número de conceptos identificados por los expertos en aquellos grados analizados por ambos tipos de evaluadores fue de 36%. La razón de esta diferencia es que en general, los docentes enlistaron todos los conceptos y los expertos agruparon los conceptos por subtópico.

Habilidades Prácticas y Actividades Identificadas por los Docentes. La Tabla 51 presenta, para cada grado, los porcentajes de guías en que los docentes identificaron cada uno de los trece tipos de habilidad/actividad.

Representación y reproducción de información, Observación y Clasificación y Organización de información tendieron a ser las habilidades más frecuentemente identificadas por los docentes en las unidades. Asimismo, *Deducción e inferencia y Justificación*, las dos categorías de habilidades de más alta demanda cognitiva, fueron, en general, identificadas por los docentes en un porcentaje menor de guías que otras habilidades científicas. Este hecho es preocupante, dado que las habilidades científicas críticas no parecen recibir la atención debida en los materiales instruccionales. Estos resultados son consistentes con lo que los expertos encontraron con respecto a los tipos de actividades instruccionales promovidos en los materiales instruccionales.

Igualmente preocupante es el hecho de que no parece haber una representación similar en los distintos tipos de habilidades científicas a través de las unidades. Por ejemplo, *Representación y reproducción de información* fue observado en el 56% de las guías en el Tercer Grado, mientras que no se le observó en los Grados Cuarto y Undécimo. Aun cuando las habilidades promovidas por los distintos materiales están en gran parte determinadas por los contenidos temáticos, la tremenda variabilidad en el nivel de representación de las habilidades científicas en los distintos grados parece indicar que, en el desarrollo de los materiales instruccionales, no se empleó un marco de referencia que ayudara a los autores a prestar la atención debida a cada una de las distintas habilidades científicas.

La Figura 21 muestra los porcentajes de los distintos tipos de habilidad/actividad observados en todas las guías. Esta gráfica no se presenta por grado debido al número limitado de observaciones dentro de cada grado.

Se observa que, en total, *Genéricas, Seguimiento de direcciones del maestro y contestación de preguntas* y *Comunicación y colaboración con compañeros* constituyen el 39% de las habilidades/actividades identificadas en las guías de todos los grados. En cambio, las tres habilidades científicas identificadas como las de mayor demanda cognitiva (*Análisis, Deducción e inferencia, y Justificación*) constituyen, en conjunto, solamente un 18% de las habilidades/actividades identificadas en las unidades. De manera consistente con el patrón observado en la Tabla 51, y considerando en conjunto a todos los materiales analizados, éstos hacen un énfasis desproporcionadamente alto en habilidades/actividades inherentes a cualquier situación de enseñanza y en las direcciones para que los estudiantes trabajen de manera colaborativa.

Tabla 51. *Tipos de Habilidades Promovidas en las Guías: Porcentajes por Grado**

Tipo de Habilidad/Actividad	Grado								Aceleración
	2	3	4	5	6	7	10	11	
Genérica	33	44	33	33	29	39	60	78	87
Seg. de direcciones del maestro y contestación de preguntas	60	33	33	56	0	11	47	6	33
Comunicación y colaboración con compañeros	40	44	33	33	43	36	40	22	7
Llenado de formatos	20	22	0	0	0	17	0	0	0
Experiencias vivenciales	7	0	0	0	0	11	7	0	0
Búsqueda de información	0	22	0	22	0	0	27	22	0
Representación y reproducción de información	33	56	0	44	48	25	33	0	7
Observación	40	33	33	22	29	31	13	22	20
Colección de datos	13	33	0	11	14	19	7	33	7
Clasificación y organización de Información	47	56	0	44	19	19	20	11	27
Análisis	33	44	0	33	24	36	7	22	13
Deducción e inferencia	0	11	0	11	29	14	13	0	7
Justificación	0	11	0	11	38	8	0	22	13

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad.

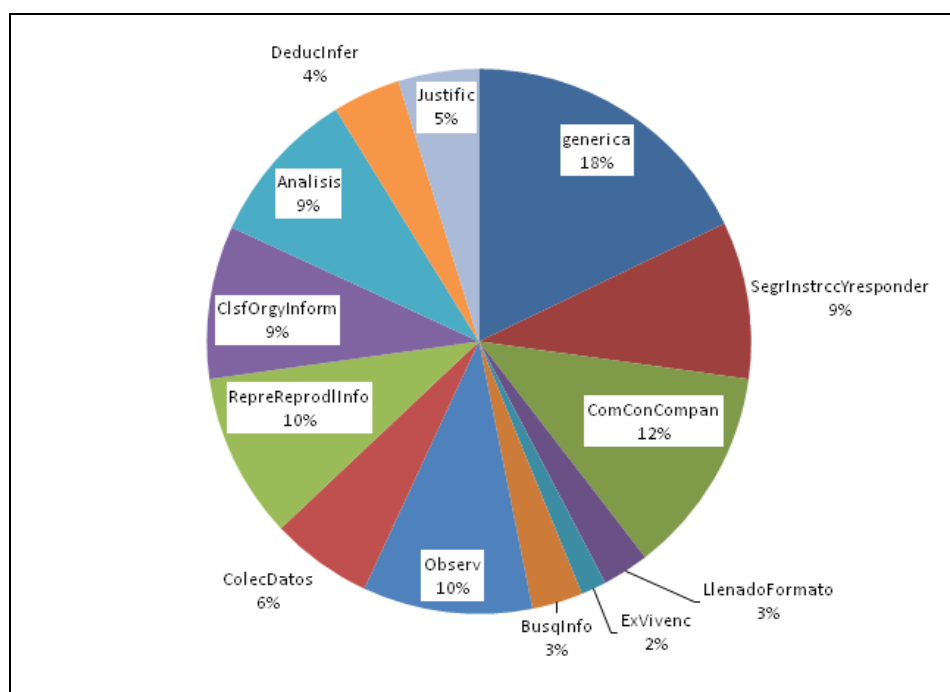


Figura 21. Porcentajes de los tipos de habilidad/actividad identificados en las guías: Todos los grados combinados. Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad próxima.

Comentarios Generales. Los materiales instruccionales tienden a hacer más énfasis en los aspectos generales y operativos comunes a la enseñanza de cualquier contenido que en las habilidades científicas. Dentro de las habilidades científicas promovidas por los materiales, las de mayor demanda cognitiva son las que menos frecuentemente reciben atención. Los materiales instruccionales tienden a prestar una atención limitada al pensamiento crítico. Los resultados sugieren que los materiales instruccionales no propician las condiciones para que los estudiantes alcancen un nivel de participación social total como actores en las disciplinas científicas.

Función de la Interacción Social. Como se dijo anteriormente, una premisa que subyace a la estrategia analítica empleada fue la de que, para que la construcción del conocimiento tenga lugar, es necesario que los estudiantes comuniquen sus ideas científicas, las fundamenten y las defiendan, con base en evidencias, entre sí y con el docente.

A fin de examinar el grado en que la interacción social contribuye a promover las habilidades científicas, se hizo una serie de tabulaciones cruzadas entre las variables *Seguimiento de direcciones del maestro y contestación de preguntas* y *Comunicación y colaboración con compañeros* con las actividades genéricas y las habilidades científicas. La Tabla 52 muestra el porcentaje de casos en que confluyeron las actividades que involucran interacción social con cada uno de los tipos de actividades genéricas y

habilidades científicas. Los porcentajes más altos son para la confluencia de actividades de interacción social con las actividades genéricas. Para las habilidades científicas, los porcentajes son extremadamente bajos, mismos que fluctúan entre 1% y 8%. Aunque *Seguimiento de Direcciones del maestro y contestación de preguntas* y *Comunicación y colaboración con compañeros* constituyen, en conjunto, el 21% de las actividades identificadas en las guías (véase la Figura 21), rara vez estos tipos de actividades aparecen en las guías junto con las actividades científicas.

Tabla 52. *Confluencia de Habilidades de Interacción Social y Habilidades/Actividades Genéricas y Científicas: Porcentaje de Guías, Todos los Grados Combinados**

Tipo de Habilidad/Actividad	Seguimiento de Direcciones del Maestro y Contestación de Preguntas	Comunicación y Colaboración con Compañeros
Genérica	10	5
Llenado de Formatos	3	2
Experiencias Vivenciales	3	0
Búsqueda de Información	1	2
Representación y Reproducción de Información	8	5
Observación	3	0
Colección de Datos	1	1
Clasificación y Organización de Información	7	3
Análisis	5	3
Deducción e Inferencia	2	1
Justificación	3	7

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad.

Comentarios Generales. La presencia asociada de las actividades de interacción social y las habilidades científicas son un indicador grueso del grado en que la presencia del docente puede apoyar el desarrollo de tales habilidades científicas. Al igual que con los resultados sobre las frecuencias de las habilidades y actividades identificadas por los docentes, los resultados muestran que rara vez confluyen en los materiales las actividades de interacción social y las habilidades científicas. La ausencia del docente como facilitador y agente de intercambio de ideas y fuente de retroalimentación parece limitar la efectividad con que los materiales promueven el desarrollo de las habilidades científicas.

Calidad de las Actividades. Se examinaron los juicios hechos por los docentes acerca de la adecuación de las actividades incluidas en las unidades para promover el aprendizaje de los conceptos. En un análisis inicial, se calculó, para cada grado, el número de actividades para las que se identificó un juicio evaluativo confirmatorio (la actividad es adecuada). Posteriormente, se listaron las razones que dieron los docentes en apoyo a sus juicios favorables o desfavorables.

Un reto para este análisis consistió en la enorme variación en el número de actividades identificadas por los docentes en cada grado. Otro reto consistió en el hecho de que, debido a la manera en que los docentes ingresaron esta información en las hojas de datos, en muchos casos fue difícil distinguir las actividades específicas para las que se justificaron los juicios evaluativos. Idealmente, hubiera sido mejor reportar la frecuencia de cada tipo de justificación. Sin embargo, debido a las dificultades mencionadas,

simplemente se reportan las razones que los docentes adujeron para apoyar sus juicios favorables o desfavorables de la adecuación de las actividades para promover el aprendizaje de los conceptos identificados.

Tabla 53. *Adecuación de las Actividades para Promover el Aprendizaje de los Conceptos Tratados en las Unidades: Porcentaje por Grado **

Grado	Número de actividades evaluadas	Porcentaje de actividades identificadas como adecuada ^a
2º	35	54
3º	9	22
4º	3	100
5º	15	47
6º	7	71
7º	12	83
10º	5	0
11º	6	0
Aceleración	5	100

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad.

^a Los porcentajes se calcularon con base en el número de casos reportados.

La Tabla 53 presenta el porcentaje de actividades que los docentes identificaron como adecuadas para promover el aprendizaje de los conceptos correspondientes a cada guía. Hay una considerable variación en los porcentajes de actividades identificadas como adecuadas. Los porcentajes extremos (0% y 100%) pueden ser un efecto de los tamaños pequeños de las muestras para los Grados Cuarto, Décimo, Undécimo y Aceleración (de tres a seis actividades). A pesar de estas limitaciones, se puede apreciar que los porcentajes de actividades consideradas como adecuadas por los docentes son bajos o medianamente altos para la mayoría de las actividades.

Las Tablas 54 y 55 presentan, respectivamente, las razones por las que los docentes consideraron que las actividades eran o no eran adecuadas para promover el aprendizaje de los conceptos incluidos en las unidades. En ambas tablas se puede apreciar una amplia variedad de razones y una amplia variación de dichas razones entre los grados.

Si se compara el nivel de especificidad de los enunciados en ambas tablas, es fácil apreciar que las razones en apoyo a los juicios favorables (Tabla 54) están enunciadas en términos muy vagos o generales (e.g., *...se desarrolla sistemáticamente*). Además, muchos de los enunciados parecen reflejar la concepción errónea de que las actividades son adecuadas simplemente porque tienen ciertas características (e.g., *...es concreta, ...promueve el trabajo experimental*). En cambio, las razones en

apoyo a los juicios desfavorables (Tabla 55), están enunciadas en términos más específicos (*...las instrucciones no son claras, ...no se discute suficientemente los conceptos para permitir entender otros conceptos*). En consecuencia, parece razonable concluir que los docentes fueron más lenitivos cuando pensaron en razones para considerar que una actividad determinada era adecuada y más rigurosos cuando pensaron en razones para considerar que una actividad era inadecuada. En otras palabras, parece razonable concluir que las razones en apoyo a los juicios desfavorables son más precisas que las razones en apoyo a los juicios favorables.

Comentarios Generales. El análisis de las razones en apoyo a los juicios desfavorables permite identificar aspectos más precisos de la adecuación de las actividades incluidas en los materiales instruccionales. Muchas de las deficiencias identificadas por los docentes pueden ser consideradas como muy serias. Entre muchas otras, estas limitaciones incluyen aquéllas que se refieren a la falta de claridad de las instrucciones, las limitaciones del contenido, la falta de claridad de las ilustraciones, o lo superficial del tratamiento de algunos conceptos. En conjunto, los resultados de los análisis de la calidad de las actividades indican que los materiales instruccionales tienen muchas y graves limitaciones que limitan su efectividad para promover el aprendizaje de los distintos conceptos tratados.

Tabla 54. *Razones por las que las Actividades son Adecuadas para Promover el Aprendizaje de los Conceptos Incluidos en las Unidades: Categorías por Grado*

Grado	<i>La actividad es adecuada para promover el aprendizaje de los conceptos porque...</i>
2º	<p><i>...se desarrolla sistemáticamente.</i></p> <p><i>...permite aplicar conceptos desarrollados.</i></p> <p><i>...permite describir y apropiarse de conceptos clave.</i></p> <p><i>...permite aplicar conocimientos adquiridos.</i></p> <p><i>...permite adquirir nuevos conocimientos.</i></p> <p>(No se aplica).</p>
3º	<p><i>...permite que el estudiante haga suposiciones sobre hechos no directamente observables.</i></p> <p><i>...permite que el estudiante compare sus observaciones con las de sus compañeros.</i></p> <p>(No se aplica).</p> <p>(No reportada.)</p>
4º	(No se aplica).
5º	<p><i>...permite comparar casos u objetos.</i></p> <p><i>...es concreta.</i></p> <p><i>...permite comparar e identificar.</i></p> <p><i>...permite organizar ideas.</i></p> <p><i>...permite reforzar conceptos.</i></p>
6º	<p><i>...permite que el estudiante haga comparaciones.</i></p> <p><i>...permite que estudiante comprenda relaciones entre los conceptos.</i></p> <p><i>...permite interacción del conocimiento en pares.</i></p> <p><i>...permite que el estudiante tenga acceso a datos empíricos.</i></p> <p>(No se aplica).</p>
7º	<p><i>...incluye información fundamental para entender el concepto.</i></p> <p><i>...permite relacionar conceptos.</i></p> <p><i>...promueve el desarrollo de procesos que lo conllevan a dar el concepto.</i></p> <p><i>...ayuda a que el niño se apropie del concepto.</i></p> <p><i>...permite que el estudiante tenga una experiencia científica.</i></p> <p><i>...promueve el trabajo experimental.</i></p> <p><i>...aplica los conocimientos teóricos y prácticos.</i></p> <p><i>...permiten que el estudiante elabore conclusiones sobre los efectos de factores o variables.</i></p> <p><i>...incluye la presentación un trabajo de investigación.</i></p> <p>(No se aplica).</p>
10º	(No se aplica).
11º	(No se aplica).
Aceleración	<i>...genera un proceso de consulta de información, sistematización e interpretación de datos.</i> (No reportada).

^a Los enunciados escritos por los docentes han sido editados para asegurar consistencia gramatical y un adecuado nivel de generalidad. Por ejemplo, *Deduce conclusiones sobre la forma en la cual los contaminantes pueden afectar la salud* se rephraseó como *[La actividad es adecuada para promover el aprendizaje de los conceptos porque] permite que el estudiante elabore conclusiones sobre los efectos de factores o variables.*

^b La categoría “No reportada” denota el caso en que los docentes no proporcionaron información sobre las actividades científicas correspondientes a una guía específica.

^c La categoría “No se aplica” denota no existe evaluación por que los docentes no reportaron las actividades científicas correspondientes a una guía específica.

Tabla 55. Razones por las que la Actividades no son Adecuadas para Promover el Aprendizaje de los Conceptos Incluidos en las Unidades: Categorías por Grado

Grado	La actividad no es adecuada para promover el aprendizaje de los conceptos porque...
2º	<p>...no es claro cómo se les tiene que implementar.</p> <p>... no se desarrollan sistemáticamente.</p> <p>...hace falta un complemento de la acción.</p>
3º	<p>...las instrucciones no son claras.</p> <p>...las ilustraciones no permiten coleccionar datos.</p> <p>...las instrucciones no son coherentes con las habilidades de interés.</p> <p>... no toma en cuenta el contexto en que vive el estudiante.</p> <p>...no hay coherencia entre la instrucción y el fin último del conocimiento.</p> <p>...las ilustraciones no ayudan a entender la realidad.</p> <p>...el contenido de las preguntas es limitado.</p> <p>...el contenido de la instrucción es limitado.</p> <p>... limita la imaginación y creatividad en el estudiante.</p> <p>(No se aplica).</p>
4º	<p>...las observaciones no son sistemáticas.</p> <p>(No reportada.)</p>
5º	<p>...los gráficos no son claros ni realistas.</p> <p>...la información es tratada superficialmente.</p> <p>...no indican qué información es crítica.</p> <p>...las ilustraciones no son claras.</p> <p>...no se discute suficientemente los conceptos para permitir entender otros conceptos.</p> <p>...simplemente leer texto es insuficiente para entender diferencias entre conceptos o categorías.</p> <p>...proporciona una guía de laboratorio en vez de consistir en un experimento.</p> <p>(No se aplica).</p>
6º	<p>...los conceptos que se enseñan son incompletos.</p> <p>...carece de una actividad experimental que apoye la información que se proporciona en el texto.</p> <p>(No se aplica).</p>
7º	<p>... no proporciona oportunidades para experiencias científicas.</p> <p>...no es suficiente.</p> <p>(No se aplica).</p>
10º	<p>...simplemente proporciona un desglose de conceptos y actividades que sólo se fundamentan en la teoría y el apoyo bibliográfico.</p>
11º	<p>...consiste solamente en ejercicios teóricos.</p>
Aceleración	(No se aplica).

^a Los enunciados escritos por los docentes han sido editados para asegurar consistencia gramatical y un adecuado nivel de generalidad. Por ejemplo, *La implementación no es clara* se rephraseó como *(Las actividades no son adecuadas para promover el aprendizaje de los conceptos porque...)* no es claro cómo se les tiene que implementar.

^b La categoría "No reportada" denota el caso en que los docentes no proporcionaron información sobre las actividades científicas correspondientes a una guía específica.

^c La categoría "No se aplica" denota no existe evaluación por que los docentes no reportaron las actividades científicas correspondientes a una guía específica.

Tipos de Conocimiento Promovido. La Tabla 56 muestra el porcentaje del tipo de conocimiento que, a juicio de los docentes, los materiales promueven en la enseñanza de los conceptos enseñados en las unidades. Claramente, en todos los grados, todas las actividades promueven conocimiento factual, pocas actividades promueven conocimiento de aplicación básica, y solamente en el Grado Quinto, un porcentaje bajo (14%) de las actividades promueve aprendizaje de conocimiento esquemático.

Los resultados que se muestran en la Tabla 56 son consistentes con los resultados de los análisis de frecuencias de las distintos tipos de habilidades y actividades (véase Figura 21). En comparación con otras habilidades, los materiales prestan poca atención a las habilidades científicas de alta demanda cognitiva.

Tabla 56. *Tipo de Conocimiento Promovido por las Actividades Incluidas en las Unidades: Porcentaje por Grado **

Grado	Número de conceptos	Tipo de Conocimiento		
		Factual	De Aplicación Básica	Esquemático
2º	32	100	0	0
3º	11	100	37	0
4º	23	no reportado	no reportado	no reportado
5º	15	87	13	0
6º	7	100	86	14
7º	11	descartado ^a	descartado	descartado
10º	5	100	0	0
11º	32	100	0	0
Acelerado	8	100	0	0

* Todos los porcentajes están redondeados a la siguiente unidad. Los porcentajes se calcularon con base en el número de conceptos reportados. Los porcentajes para un mismo grado no necesariamente suman 100 debido a que se consideró que algunas actividades promovían más de un tipo de conocimiento.

^a La información proporcionada por los docentes no pudo ser interpretada.

Comentarios Generales. El análisis por tipo de conocimiento promovido permite apreciar que los materiales no dan a los estudiantes oportunidades suficientes para que desarrollen un conocimiento de la ciencia que vaya más allá del recuerdo de datos y hechos. Estos resultados son consistentes con lo encontrado por los docentes del Taller 1 y por los materiales analizados por los expertos.

Conclusiones

La evaluación que se reportó en este documento estuvo guiada por las siguientes preguntas: (1) *¿Cuáles son los conceptos, explicaciones o principios, las habilidades prácticas, y las habilidades sociales a los que tienen que prestar atención los docentes y los estudiantes como metas de aprendizaje?*, (2) *¿Cuáles son las actividades instruccionales propuestas en los materiales para alcanzar las metas de aprendizaje?*, (3) *¿Qué tan adecuadas son las actividades instruccionales propuestas para alcanzar las metas de aprendizaje?*, (4) *¿En qué medida están alineadas las metas de aprendizaje y las actividades instruccionales con los Estándares Básicos de Competencias de Ciencias Naturales Colombianos descritos en los materiales como acciones de pensamiento y producción y competencias?*, y (5) *¿Qué tan adecuadamente apoyan los materiales a los estudiantes para que desarrollen un pensamiento científico más sofisticado (es decir, de alta complejidad cognitiva) intra- e inter-grados en tópicos o áreas específicas?*

La evidencia colectada usando como fuente de información los materiales instruccionales y la evaluación por dos expertos y 52 docentes indica que los materiales de ciencias tienen varias deficiencias:

1. Los conceptos identificados tanto por los expertos como por los docentes en el segundo taller se trataron, en general, de forma superficial en prácticamente todos los materiales en todos los grados. Su tratamiento es, en la mayoría de los casos, meramente a nivel declarativo y poco sistemático. La falta de explicaciones que ayuden al estudiante a entender por qué un fenómeno tiene lugar es una limitación que se observó consistentemente en los materiales. Más aún, la organización de los conceptos no se presenta de una manera que promueva esquemas conceptuales que ayuden a los estudiantes a generar ideas centrales que les permitan explicar los fenómenos del mundo natural. Los materiales promueven más el aprendizaje de un listado de conceptos y de hechos que la construcción de esquemas conceptuales. La introducción de conceptos y tópicos que no se conectan claramente con otros es un contraejemplo de un principio de aprendizaje propuesto hace más de una década (Bransford, Brown, & Cocking, 1999). Enseñar para la *comprensión* requiere que los conceptos críticos se organicen de manera tal que promuevan el desarrollo de estructuras conceptuales que faciliten las conexiones entre los conceptos, lo cual promueve la transferencia de aprendizaje (Donovan & Bransford, 2005). De acuerdo con esta noción, la falta de organización de los tópicos impide que las unidades sean cohesivas y estén adecuadamente conectadas.
2. El seguimiento de las habilidades prácticas de proceso científico a través de unidades y grados hizo evidente la falta de atención al desarrollo de estas habilidades. Se encontró evidencia de concepciones erróneas con respecto a ciertas prácticas tales como observar, coleccionar datos, o llevar a cabo un experimento. Por ejemplo, “método científico” se trata como tópico. Esta separación entre conceptos y prácticas refleja ideas erróneas de la ciencia. Los conceptos tratados se ven como definiciones y explicaciones que tienen que ser consumidas (aprendidas de memoria) por los estudiantes. Además, las oportunidades de generar y usar evidencia para desarrollar, refinar y aplicar los conceptos científicos para explicar fenómenos son

prácticamente inexistentes. Es claro que algunos de estos errores promueven el desarrollo de concepciones erróneas en los estudiantes, y también en los docentes. Además, la atención prestada a ciertas prácticas como, “diseñar experimentos” es nula o mínima en todos los grados, a pesar de su importancia en la enseñanza de las ciencias. Se observa una falta de consistencia en las habilidades prácticas tratadas de concepto a concepto y de grado a grado. No parece existir un marco de referencia que ayude a aproximar el aprendizaje de las habilidades prácticas.

3. Se siguieron dos habilidades sociales que se espera promuevan la participación productiva en la práctica científica y el discurso. La habilidad social que se promovió con mayor frecuencia fue la de “compartir información con compañeros”. Por desgracia, es claro que lo único que en realidad se promueve es el intercambio de información y no una interacción social significativa que permita el intercambio de ideas y de evidencia. En esencia, no se promueve argumentar. El análisis de los docentes en el Taller 2 indicó que raramente las habilidades prácticas estaban asociadas con las habilidades sociales de la manera que se esperaría en el contexto de la enseñanza de la ciencia. Esta limitación de los materiales es seria, pues el apoyo del docente como facilitador y fuente de retroalimentación es crítico para el desarrollo de una forma de participación social (véase Rogoff, 1995) en la que el estudiante se apropia de la ciencia como práctica; es un actor y razona, se identifica y se comporta como científico.
4. Se encontró que, en general, las actividades instruccionales tienen un bajo nivel de demanda cognitiva. Los resultados del análisis de los expertos y la evaluación por los docentes en el Taller 1 y el Taller 2 son consistentes. El análisis de los expertos reveló que sólo en Séptimo Grado se encontraron actividades con alta demanda cognitiva. En ningún grado se encontró que los materiales promovieran entre los estudiantes el hacer preguntas, lo que produce que el estudiante tenga un papel pasivo. El análisis de los expertos reveló que en todos los grados “Responder preguntas dadas por el profesor o por las guías” era la actividad instruccional con mayor frecuencia. La segunda actividad más frecuente fue “Leer textos informativos”. En Décimo Grado se encontró que la mayoría de las actividades instruccionales tenían instrucciones inadecuadas que no permiten que los estudiantes sepan exactamente qué tienen que hacer. Se encontró un porcentaje alto de conceptos cuyas actividades presentaban al menos una característica inadecuada (abordaje inadecuado o actividad poco guiada). La frecuencia actividades poco guiadas es un resultado muy importante, considerando que los estudiantes prácticamente aprenden solos. En general, las actividades no le dicen al estudiante por qué es importante llevarlas a cabo. Peor aún, en muchas actividades se espera que el estudiante sea el que “descubra” qué es lo que tiene que aprender de la experiencia realizada. Estos resultados son congruentes con lo encontrado en el análisis por los docentes en el Taller 2. Los resultados de este taller indican que actividades genéricas como leer son las más frecuentes y sugieren que los materiales instruccionales no propician las condiciones necesarias para que los estudiantes lleven a cabo ciertas actividades.
5. Se encontraron ilustraciones con problemas de adecuación, imprecisas, incorrectas, y que podían incluso contribuir a que se generaran concepciones erróneas. Se concluyó que los materiales reflejaban claramente una falta de atención a la calidad y la precisión de las

ilustraciones. Los docentes en ambos talleres identificaron problemas similares en las ilustraciones. Estos resultados indican la ausencia de una metodología robusta que guiara el proceso de diseño de las ilustraciones. También indica la necesidad de que el trabajo de ilustración científica sea rigurosamente supervisado y dirigido por los expertos en el contenido.

6. El papel del docente, como se presenta en los materiales, es básicamente de revisor de los productos del estudiante. Claramente, se omite el papel relevante de colectar información acerca de qué tan bien los estudiantes están aprendiendo y qué hacer si los estudiantes no están avanzando como se espera. Este resultado se hizo igualmente evidente en el análisis de los docentes del Taller 2. La ausencia del docente como facilitador y agente de intercambio de ideas y fuente de retroalimentación parece limitar seriamente la efectividad con que los materiales promueven el desarrollo de las habilidades científicas objetivo.
7. El papel asignado al estudiante, como ya se mencionó, es pasivo. Básicamente, no se le proporcionan oportunidades para que evalúe su aprendizaje y reflexione acerca de lo que está aprendiendo. No se promueve la auto-evaluación o la auto-reflexión. Si los materiales tienen el fin de que los estudiantes aprendan de manera independiente y autodidacta, es claro que se tienen que diseñar con un modelo de autoaprendizaje que promueva en el estudiante habilidades metacognitivas que le ayuden a la auto-regulación de sus actividades cognitivas.
8. El análisis por los expertos de las conexiones entre conceptos intra-grado e inter-grado demostró que en general, las conexiones son implícitas. Se encontraron tópicos tratados de manera aislada, es decir sin conexión alguna con algún otro tópico en el mismo grado. Aunque hay conceptos que se tratan con mayor profundidad de grado a grado, en la mayoría de los conceptos la conexión no es explícita. No se le ayuda al estudiante a que, por ejemplo, identifique que el concepto tratado se deriva de otro concepto visto con anterioridad. Los expertos identificaron que en muchos casos se desaprovechan importantes oportunidades de hacer conexiones entre conceptos del mismo grado y de conceptos entre grados. Todo ello contribuye a que se dificulte el desarrollo de esquemas conceptuales que promuevan la transferencia de aprendizaje.
9. En general, se encontró que los conceptos, las habilidades prácticas y sociales y las actividades instruccionales propuestas para mediar el aprendizaje de los estudiantes no están alineados con las acciones de pensamiento y prácticas ni con las competencias propuestas en los desempeños de los estándares colombianos.

No es exagerado concluir, con base en esta evidencia, que los materiales se desarrollaron de una manera **poco coherente, poco enfocada, y poco demandante** acerca del conocimiento y las habilidades que se espera que el estudiante aprenda en ciencias. Un currículo coherente lleva al estudiante a través de una secuencia lógica de tópicos que le ayudan a profundizar, a través de experiencias de aprendizaje pensadas cuidadosamente, en la comprensión de los conceptos. Las experiencias de aprendizaje están diseñadas con una meta de aprendizaje definida y promoviendo no únicamente conocimiento factual, sino también promoviendo el razonamiento crítico. El estudio de los currículos en países con un alto

rendimiento en pruebas internacionales indica que el número de conceptos que se espera que los estudiantes aprendan en un grado determinado es relativamente pequeño (en promedio nueve en segundo año de primaria) permitiendo que los conceptos se traten con mayor profundidad (Schmidt et al., 1999). El número de conceptos tratados en los materiales evaluados es más del doble.

La investigación acerca de cómo aprendemos es clara acerca de las características críticas para promover la transferencia del aprendizaje (Bransford, Brown, & Cocking, 1999). La literatura apunta a la necesidad de enfocar el aprendizaje en ideas centrales (grandes ideas) más que en conceptos aislados. Enfocarse en una comprensión basada en principios y no en información factual es crítico para que el aprendizaje significativo de la ciencia tenga lugar. Un currículo basado en ideas centrales o grandes ideas en ciencias debiera enfocarse en *por qué* ocurren ciertos fenómenos y no solamente en describir *que* ocurren o *cómo* ocurren. Cuando el diseño de las experiencias de aprendizaje se enfoca en entender por qué pasa algo, es más fácil que se promueva un conocimiento profundo duradero y transferible. Enfocarse en objetivos de aprendizaje discretos no ayuda a promover una comprensión profunda.

Es claro que las metas de aprendizaje de los materiales tienen que ser re-pensadas por grado y a través de los grados, buscando un alineamiento de guía a guía, de unidad a unidad y de grado a grado alrededor de ideas centrales. Una estrategia de este tipo puede ayudar a los estudiantes no sólo a que conecten ideas que originalmente parecían desconectadas sino también a que haya un desarrollo más profundo a través de la formación de esquemas que conecten esas ideas y que les permitan expandir su uso posterior para razonar en otras situaciones. En su versión actual, los materiales reflejan una perspectiva muy estrecha con respecto a la enseñanza de la ciencia que se enfoca más en el contenido. A tal contenido se le trata, además, de manera muy superficial y en ocasiones incorrectamente. Es necesario que el material refleje un balance entre el contenido y las habilidades prácticas y sociales como se entienden en la enseñanza de la ciencia. Este balance es crítico para comprender mejor el conocimiento científico.

Las experiencias con los docentes en los dos talleres hizo evidente la necesidad de proveerlos de un desarrollo profesional encaminado a entender más acerca de los dominios involucrados en la enseñanza de la ciencia, más que únicamente en el manejo de los materiales. Es necesario proveer desarrollo profesional acerca de cómo saber si los estudiantes están aprendiendo y de qué hacer si no lo están haciendo. Es importante que el docente entienda las metas de aprendizaje perseguidas y que tenga el conocimiento disciplinario y el conocimiento disciplinario pedagógico necesario para ayudar efectivamente a los estudiantes a alcanzar las metas de aprendizaje buscadas.

El alineamiento de los materiales con los desempeños de los estándares colombianos indica que muy probablemente los materiales se desarrollaron sin considerar directamente las acciones de desempeño y las competencias propuestas en cada guía. Si el desarrollo de los materiales se hubiera diseñado originalmente con este alineamiento en mente, todas las acciones y competencias propuestas se cubrirían en todos los conceptos identificados con las habilidades prácticas y sociales, y las actividades instruccionales apoyarían el cumplimiento de dichos desempeños. La evidencia a partir del análisis de los expertos por concepto y del análisis de los docentes en el Taller 1 indica que ése no es el caso. El alineamiento parcial con los desempeños, es sin embargo, un problema que se podría

considerar de menor importancia si se le compara con el problema de la calidad de las acciones y competencias propuestas. El análisis de las acciones propuestas en las guías indica la falta de una coherencia de los desempeños. Los mismos desempeños se repiten de unidad a unidad y de grado a grado sin que se note claramente la transición de los desempeños de lo simple a lo complejo. Es claro que aquellos desempeños directamente relacionados con el contenido se hacen más complejos de acuerdo con el nivel, pero se presentan más como objetivos instruccionales que como competencias (e.g., Relacionar la masa, distancia y fuerza de atracción gravitacional entre objetos; Competencia en Física, Momento 4, Décimo Grado). Competencia, de acuerdo con la Organización para Cooperación Económica y del Desarrollo (Organization for Economic Cooperation and Development (OECD, 2005) es más que el conocimiento y las destrezas aprendidas; es la habilidad de recurrir a lo aprendido (un movimiento psicosocial) para ser usado apropiadamente de acuerdo con el contexto. Por ejemplo, la habilidad de comunicarse efectivamente en un ambiente de trabajo requiere que el individuo recurra a lo que sabe acerca de lenguaje, de formas de comunicación, de comportamiento, de actitudes, etc. Ninguna de las competencias presentadas en Décimo Grado apunta a lo que se considera como competencias. Es importante hacer notar que las competencias, como se entienden en el contexto de las “Competencias para el Siglo 21” están pensadas en relación con la transferencia de aprendizaje. Tal transferencia no se promueve en los materiales evaluados.

Consideraciones y Lecciones Aprendidas

Unidad de análisis. El análisis de los materiales por expertos se llevó a cabo utilizando al concepto crítico como unidad de análisis. Cada concepto se trató como un renglón en la hoja de Excel. Todas las habilidades prácticas, habilidades sociales, actividades instruccionales, acciones de pensamiento y competencias fueron tratadas en relación con dicha unidad. El uso de otra unidad de análisis podría llevar a diferentes resultados. Por lo tanto, es importante considerar que los juicios emitidos para todos los aspectos evaluados se hicieron en relación con dichos conceptos.

Juicios. Relacionado con el tópico anterior, es importante considerar que aproximadamente la mitad de los aspectos evaluados requirieron un juicio experto; la otra mitad de los aspectos eran básicamente descriptivos. Es factible, aunque poco probable, que otros expertos habrían emitido juicios diferentes. Es importante considerar que ciertas limitaciones de los materiales son tan serias en algunos casos, que resulta difícil imaginar desacuerdos entre expertos. Por ejemplo, cualquier experto puede identificar como error que en un material instruccional de ciencias se presente una ilustración con un estilo animista, como es el caso de la piedra sonriendo en una de las ilustraciones.

Nivel de Análisis. Algunas categorías de codificación usadas para algunos aspectos pueden ser refinadas tanto en el análisis de los expertos como en el de los docentes. Por ejemplo, se mencionó en varias ocasiones la necesidad de modificar los códigos de las habilidades sociales y separar argumentación de comparar/contrastar con compañeros. Esta separación haría más evidente la falta de atención que se le da en los materiales a la argumentación, considerada como punto crítico en las habilidades sociales en el contexto de la ciencia. Similarmente, el uso de la categoría “llevar a cabo un experimento” debió de haberse utilizado únicamente para aquellos casos en los que se manipulaban variables y utilizar un código diferente para prácticas que involucren estudios no experimentales. El uso

de distintos códigos hubiera hecho más evidente el problema de la carencia de experiencias de aprendizaje relacionadas con el control de variables.

Talleres. El uso de talleres de evaluación con los docentes es una estrategia que debiera de utilizarse con mayor frecuencia para evaluaciones de este tipo. Sin embargo, es importante considerar el factor tiempo. Con base en la experiencia de los dos talleres, es claro que los docentes necesitan un entrenamiento intenso antes de que hagan sus revisiones. A pesar de que se agregó un día al Taller 2, éste día fue insuficiente. Un pre-taller de tres o cuatro días de duración se considera como necesario para futuros esfuerzos de este tipo. Este pre-taller ayudaría a consolidar concepciones acerca de la enseñanza de la ciencia, descubrir concepciones erróneas, y preparar experiencias que les ayuden a los docentes a emitir juicios más precisos. A pesar de los problemas logísticos, conceptuales, de contexto político, el impacto de estos pre-talleres es doble: por un lado, son una fuente de desarrollo profesional para los docentes; por el otro, ayudan a coleccionar información sobre aspectos de los materiales. Es claro que este tipo de experiencias es perfectible. Es importante mencionar que la mayoría de los docentes, de manera informal, concluyeron el taller con comentarios acerca de la importancia de leer con mayor cuidado los materiales instruccionales y así poder apoyar de manera más efectiva a sus estudiantes.

En general, se puede concluir que la evaluación de los materiales instruccionales provee información crítica de gran valor práctico acerca de la calidad de los materiales. La información se puede utilizar para promover mejoras en los materiales o para desarrollar preguntas que se puedan utilizar como guía para analizar otros materiales.

Una conclusión es clara e inminente: Los estudiantes en zonas rurales merecen recibir una enseñanza de la ciencia más efectiva que corresponda mejor a las exigencias actuales de la sociedad y que los apoye, de manera más efectiva, a ser ciudadanos analíticos y críticos.

Recomendaciones

En esta sección se proporcionan algunas recomendaciones con base en los resultados encontrados y con base en dos suposiciones acerca de los materiales: los materiales (1) son esencialmente de autoaprendizaje, y (2) se les utiliza principalmente en salones multigrado en los que la atención del docente está dividida entre estudiantes con distintas necesidades.

- **Definir un marco de referencia que defina qué significa aprender ciencias.** Sin un marco de referencia en apoyo de los autores de los materiales, los docentes, y los estudiantes, no queda claro que ser competente en ciencia es una competencia multifacética y, por tanto, requiere de un amplio rango de experiencias que puedan apoyar el aprendizaje. Un marco de referencia ayudaría a entender claramente las deficiencias de los materiales y a proponer estrategias para resolverlas.
- **Definir un marco de referencia que defina qué características debe tener un material de auto-estudio.** ¿Qué características son necesarias para que un material sea efectivo como material de autoestudio? ¿Qué características deben tener las experiencias de aprendizaje para motivar al estudiante a controlar su actividad cognitiva en la tarea, para auto-regularse? ¿Qué

componentes son indispensables en un material de instrucción para autodidactas? ¿Cuál es el rol del docente en estos contextos? El papel de la autoevaluación, la retroalimentación, las acciones a seguir si algo no se entiende o no se ha aprendido deben definirse con claridad. Clarificar estos componentes ayudaría a mejorar el diseño de las experiencias de una manera más efectiva.

- **Adoptar un marco de referencia que ayude a identificar con claridad ideas disciplinarias centrales y prácticas a través de los grados.** Es claro que el propósito de la enseñanza de la ciencia no es el aprendizaje de una lista de conceptos y hechos (como se presenta en los materiales), sino el desarrollo en el estudiante de esquemas conceptuales que tengan un poder explicativo de aspectos importantes del mundo natural. El diseño curricular alrededor de estas grandes ideas o ideas centrales es crítico para ayudar a los estudiantes a construir dichos esquemas. La adopción de un marco de referencia para la enseñanza de las habilidades prácticas ayudaría a establecer una estrategia que permitiría enfocarse en prácticas fundamentales que se desarrollaran a lo largo de los grados. Es importante que los contenidos reflejen la importancia que tiene para los estudiantes entender la naturaleza y el desarrollo del conocimiento científico. Es importante presentar a la ciencia no como un cuerpo de conocimientos que refleja lo que se entiende actualmente acerca del mundo, sino también como una serie de prácticas que se usan para establecer, extender, y refinar ese conocimiento (National Research Council, 2012).
- **Diseñar un currículo y materiales instruccionales más enfocados.** El tratamiento de muchos conceptos de manera superficial e inconexa no ayuda a la formación de esquemas conceptuales. Pocos conceptos conectados alrededor de ideas centrales, pero tratados con mayor profundidad, pueden promover el aprendizaje de esquemas conceptuales más efectivamente y, con ello, se incrementa la probabilidad de que la transferencia del aprendizaje tenga lugar. El estudio de los currículos en países con un alto rendimiento en pruebas internacionales (e.g., TIMSS) indica que el número de conceptos que se espera que los estudiantes aprendan en un grado determinado es relativamente pequeño (por ejemplo, nueve en promedio en Segundo Grado de primaria) permitiendo que los conceptos se traten con mayor profundidad (Schmidt et al. 1999). El número de conceptos tratados en cualquiera de los grados en los materiales evaluados es el doble o más del doble.
- **Diseñar experiencias de aprendizaje (actividades instruccionales) con demandas cognitivas más altas.** Para que el aprendizaje y la transferencia de ese aprendizaje tenga lugar, deben diseñarse actividades que contengan demandas cognitivas altas. Las demandas cognitivas pueden ser altas aún en los primeros grados de primaria, como lo reflejan las expectativas de ejecución para los estudiantes de escuela primaria en estándares nacionales de otros países.
- **Diseñar experiencias de aprendizaje (actividades instruccionales) que involucren a los estudiantes en prácticas de proceso científico de manera significativa.** Las experiencias de

aprendizaje debieran requerir que los estudiantes se involucren en construir, aplicar, refinar y aplicar el conocimiento. Más allá de enseñarle al alumno algoritmos o procedimientos rutinarios, es necesario establecer prácticas que estén relacionadas con las prácticas científicas.

- **Diseñar las experiencias de aprendizaje con base en un modelo de autoaprendizaje que tenga como punto central la metacognición.** Las experiencias deben de estar organizadas alrededor de un proceso de *auto-regulación* que permita a los estudiantes definir metas de aprendizaje y desarrollar estrategias de auto-monitoreo de su aprendizaje y de auto-control y auto-reflexión. Las experiencias de aprendizaje tienen que diseñarse de una manera que permita a los estudiantes monitorear, controlar y regular sus acciones cognitivas (Pintrich, 2000, 2004; Zimmerman, 2001). El diseño de estas habilidades metacognitivas tiene que desarrollarse de una manera coherente que les ayude a construir, paso a paso, dichas habilidades mediante actividades guiadas como la de modelar estrategias.
- **Proporcionar desarrollo profesional al docente rural.** Las experiencias con los docentes en los dos talleres hizo evidente la necesidad de proveerlos de un desarrollo profesional orientado a promover una mejor comprensión de los dominios involucrados en la enseñanza de la ciencia, más que simplemente implementar los materiales. Este desarrollo profesional también debiera promover entre los docentes habilidades que les permitan saber si los estudiantes están aprendiendo y qué hacer cuando dicho aprendizaje no está ocurriendo. Es importante que el docente entienda las metas de aprendizaje perseguidas, conozca más profundamente los materiales, y que tenga conocimiento disciplinario y conocimiento de la pedagogía de la disciplina para poder ayudar a los estudiantes a alcanzar las metas de aprendizaje.
- **Revisar cuidadosamente las acciones de pensamiento y prácticas y las competencias alineadas con los desempeños de los estándares colombianos.** El alineamiento parcial de los desempeños con los materiales instruccionales es un problema que se podría considerar de menor importancia comparado con la calidad de las acciones y competencias propuestas. El análisis de las acciones propuestas en las guías indica la falta de coherencia de los desempeños. Los mismos desempeños se repiten de unidad a unidad y de grado a grado sin que se note de manera muy clara una transición entre desempeños de lo simple a lo complejo. Es claro que aquellos desempeños directamente relacionados con el contenido se hacen más complejos de acuerdo con el nivel, pero se presentan más como objetivos instruccionales que como competencias. La concepción de lo que es una competencia en los materiales parece ser incongruente con la concepción de competencia propuesta por la Organización para Cooperación Económica y del Desarrollo (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD, 2005). Es importante hacer notar que las competencias, como se les entiende en el contexto de las “Competencias para el Siglo 21” están pensadas en relación con la transferencia de aprendizaje. Claramente, los materiales evaluados no promueven esa transferencia.

- **Clarificar el papel de los materiales.** Se debe dejar claro al docente y al estudiante que los materiales son básicamente de auto-estudio, y que se pretende que sean utilizados en situaciones escolares formales en las que el estudiante juega un rol autodidacta. La falta de claridad del papel que juegan los materiales se refleja en la falta de una organización que le proporcione al estudiante las oportunidades necesarias para que se autoevalúe y sepa qué hacer si no entiende algo, y para que haya un proceso de retroalimentación (e.g., mediante rúbricas). Clarificar el papel de los materiales también ayudaría a esclarecer el rol del docente.
- **Desarrollar una guía de implementación para el docente.** En relación con la recomendación anterior, es claro que los docentes necesitan tener una guía que les ayude a implementar eficiente y efectivamente los materiales. En Grado Séptimo hay una guía para el docente pero esta guía es demasiado superficial e imprecisa (con errores).
- **Revisar cuidadosamente el diseño gráfico de los materiales.** Las características que deben tener las ilustraciones científicas que se usan en los materiales instruccionales de ciencias deben ser tomadas con mucha más seriedad. El uso de múltiples modos semióticos (e.g, visual y textual) de acuerdo con sistemas complejos de convenciones es una característica definitoria de la comunicación científica (Lemke, 1998). Las ilustraciones científicas son un tipo de comunicación visual en ciencias (Wood, 1994) que requiere que el ilustrador, antes que nada, tenga un conocimiento profundo de la disciplina para evitar errores (Wood, 1994) o que trabaje bajo la supervisión directa de los expertos en contenido. El ilustrador debe crear las ilustraciones de acuerdo con el nivel de conocimiento del usuario. Para que ello sea posible, el contenido de las ilustraciones en relación con el texto debe determinarse minuciosamente. Este es un trabajo que requiere la colaboración de los expertos en el contenido, los educadores que desarrollan los materiales instruccionales, y el ilustrador (Solano-Flores & Wang, 2011).
- **Desarrollar un marco de referencia para el diseño las ilustraciones incluidas en los materiales.** Desafortunadamente, muchas de las ilustraciones incluidas los materiales evaluados contienen errores que pueden engañar y confundir al estudiante y cuyas características (e.g., la caricaturización, el animismo) son cuestionables en el contexto de la enseñanza de la ciencia. A fin de optimizar el aprendizaje, las ilustraciones deben diseñarse siguiendo con una concepción que guíe el uso de los distintos recursos gráficos. El uso del color (o blanco y negro o tonalidades en gris), el tamaño de la ilustración, el tipo de línea y sombra (e.g., sólida o punteada), la proyección tridimensional, el uso de rótulos y flechas, y la referencia explícita a la ilustración en el texto, el uso de leyendas (y su estilo y extensión), entre muchos otros aspectos, no deben dejarse a la elección del ilustrador. Por el contrario, su uso debe decidirse con base en el tipo de contenido científico, la función pedagógica que se pretende tenga la ilustración, y las características del texto. Un diseño sistemático de ilustraciones produce consistencia en el material gráfico y contribuye a que el estudiante interprete mejor las ideas que se pretende transmitir usando el texto y la imagen en combinación.

- **Promover en los materiales instruccionales lineamientos claros de implementación para los docentes y los estudiantes y con metas de aprendizaje claramente especificadas.** Para que haya una mayor probabilidad de alcanzar exitosamente las metas de aprendizaje, se deben especificar claramente las condiciones bajo las cuales los materiales tienen que implementarse. Como están diseñados actualmente, los materiales no ayudan a una implementación con fidelidad de sitio a sitio. En cada aula, cada escuela y cada docente pueden implementarlos de muy diferentes maneras, lo cual afecta su efectividad. Es importante que en su implementación se identifiquen diferentes situaciones (e.g., unigrados, multigrados, número de estudiantes en el grado) y se establezcan los requerimientos necesarios para que los materiales funcionen adecuadamente. Esto es una cuestión de fidelidad de implementación que no está considerada en el diseño de los materiales (Ruiz-Primo, 2005). Es importante notar que estos materiales tienen, sin duda, un contexto más delimitado de implementación que otros materiales curriculares y por tanto, debiera sacarse provecho de esta característica.

Dada la importancia de estas recomendaciones aparecen también en el Resumen Ejecutivo.

Referencias

- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5(1), 7–74.
- Duschl, R.A. (2003). Assessment of inquiry. In: J.M. Atkin,&J.E. Coffey (Eds.), *Everyday assessment in the science classroom* (pp. 41–59). Washington, DC: National Science Teachers Association Press.
- Duschl, R. A., Schweinbgruber, H. A., & Shouse, A. W. (2007). *Taking science to school. Learning and teaching science in grades K-8*. National Research Council, Washington, DC: The National Academies Press.
- Furman, M., & de Podestá, M. E. (2010). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires, Argentina: Aique Grupo Editor.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–113.
- Lave, J & Wenger E, *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- Lemke, J. L. (1998). Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In J. R. Martin & R. Veel (Eds.), *Reading science: Critical and functional perspectives on discourses of science* (pp. 87-113). New York: Routledge.
- McKeown, M. G., & Beck, I. L. (2009). The role of metacognition in understanding and supporting reading comprehension. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & Graesser, A. C. (Eds.). *Handbook of metacognition in education* (pp. 8-25). New York, NY: Routledge.
- National Research Council (2012). *A framework for k-12 science education. Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Next Generation Science Standards for States by States* (2013). (Vol 1). Washington, DC: The National Academies Press.
- Organization for Economic Cooperation and Development (2005). Definition and selection of key competencies: Executive Summary. Paris: OECD. Available: <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>. [Accessed January 2012]
- Otero, J. (2009). Question generation and anomaly detection in texts. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & Graesser, A. C. (Eds.). *Handbook of metacognition in education* (pp. 47-59). New York, NY: Routledge.
- Paul, R. y Elder , L. (2007). The miniature guide to critical thinking: Concepts and tools. The Foundation for Critical Thinking: www.criticalthinking.org. Acceso: Enero 13, 2013.

- Pintrich, P.R., 2000. The role of goal orientation in self-regulated learning. In: M. Boekaerts, P.R. Pintrich, and M. Zeidner, (Eds.) *Handbook of self-regulation* (451-502). San Diego, CA: Academic Press.
- Pintrich, P.R., 2004. A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385–407.
- Rogoff, B. (1995). Observing sociocultural activity on three planes: participatory appropriation, guided participation, and apprenticeship. In J. V. Wertsch, P. del Río, & A. Alvarez (Eds.), *Sociocultural studies of mind*. New York, New York: Cambridge University Press.
- Ruiz-Primo, M. A. (2005). *A multi-method and multi-source approach for studying fidelity of implementation*. CSE: Technical Report 677. Los Angeles, CA: Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing/ University of California, Los Angeles.
- Ruiz-Primo, M. A. (2011) Informal Formative Assessment: The Role of Instructional Dialogues in Assessing Students' Learning. Special Issue in Assessment for Learning *Studies of Educational Evaluation*, 37(1), 15-24.
- Ruiz-Primo, M. A., & Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 57-84.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Birkby, E., Edwards, A., & Occhipinti, K., Aaron, M., Bair, M., (2013, April). Looking at quality of instruction and students' performance: Where do the teachers' questions come from? Paper presented at the International Annual Conference of the National Association of Research in Science Teaching. San Juan, Puerto Rico.
- Schmidt, W. H., Jorde, D., Cogan, L. S., Barrier, E., Gonzalo, I., Schimizu, K., Sawasa, T., Valverde, G. A., McKinght, C., Prawat, R. S., Wiley, D., Raizen, S. A., Britton, E.D., & Wolfe, R. G. (1996). *Characterizing pedagogical flow. An investigation of mathematics and science teaching in six countries*. Dordrecht. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2–3), 235–260.
- Solano-Flores, G., Contreras-Niño, L.A., & Backhoff, E. (2013). The measurement of translation error in PISA-2006 items: An application of the theory of test translation error. In Prenzel, M., Kobarg, M., Schöps, K., & Rönnebeck, S. (Eds.), *Research in the Context of the Programme for International Student Assessment* (pp. 71-85). Springer Verlag.
- Solano-Flores, G., & Wang, C. (2011). *Conceptual framework for analyzing and designing illustrations in science assessment: Development and use in the testing of linguistically and culturally diverse populations*. Paper presented the Annual Conference of the National Council on Measurement in Education, New Orleans, LA, April 7-11.

Wood, P. (1999). *Scientific illustrations* (2nd Ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Zimmerman, B.J., 2001. Theories of self-regulated learning and academic achievement: An overview and analysis. In: B.J. Zimmerman and D.H. Schunk (Eds.) *Self-regulated learning and academic achievement: theoretical perspectives* (pp. 1-37). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Apéndice A

Análisis de los Materiales Instruccionales de Ciencias de los Modelos Educativos Flexibles en Zonas Rurales

Maria Araceli Ruiz-Primo
University of Colorado Denver

**Material Preparado para el
Ministerio de Educación de Colombia**

Bogotá, Colombia

Septiembre, 2013

Contenido

	Página
I Introducción	3
II Descripción de la Estrategia de Análisis	
Qué se Analiza	4
Cómo se Analiza	4
Análisis de lo Deseado	
Objetivos de Aprendizaje	5
Tipos de Conocimiento	8
Actividades Instruccionales	10
Productos de las Actividades	10
Materiales	11
Representaciones Gráficas	11
Vocabulario Crítico	12
Evaluación del Aprendizaje	12
Apoyos para el Alumno	12
Análisis de lo Implementado	
Problemas y Preocupaciones sobre la Implementación	13
En Dónde se Documenta lo que se Analiza	14
III. Relación Intra-Grado y Entre-Grados	16
IV. Proceso de Análisis	16
V. Logística	17

Análisis de los Materiales Instruccionales de Ciencias de los Modelos Educativos Flexibles en Zonas Rurales

Maria Araceli Ruiz-Primo
University of Colorado Denver

Introducción

Este documento tiene como finalidad proveer información acerca de una estrategia para analizar materiales curriculares. Los propósitos del análisis son: (1) entender las *metas de aprendizaje* que se establecen en los materiales; (2) entender *cómo* el docente y los alumnos pueden alcanzar esas metas de aprendizaje (*cuáles* son los conocimientos científicos, las habilidades científicas, y las habilidades de comunicación asociadas a las ciencias que los alumnos tienen que aprender y *cómo* tienen que aprenderlos); y (3) entender la coherencia conceptual y metodológica entre grados (es decir, los conceptos o procesos críticos que sirven como pre-requisito para otros conceptos o procesos más sofisticados en grados más avanzados).

El análisis de los materiales considera el contenido, las actividades instruccionales, y los procesos de enseñanza y aprendizaje que deben tener lugar para alcanzar las metas de aprendizaje. En este análisis se toma en cuenta también la experiencia que usted, *como docente*, tiene con los materiales.

El análisis se hará en grupos pequeños de tres docentes. Esta forma de trabajar saca provecho de las distintas experiencias de los docentes con los materiales en distintos contextos. Estas experiencias diversas deberán considerarse durante todo el análisis. La información que se discuta se capturará en una tabla que le será proporcionada a usted en un archivo electrónico que permitirá revisar y cambiar cuantas veces sea necesario.

El análisis que se propone es un ejercicio de comprensión de los materiales que trasciende la simple descripción de la secuencia y los mecanismos de las actividades que los alumnos y usted realizan. El análisis requiere que identifique cuáles son los conceptos, principios, y habilidades alrededor de los cuáles los materiales fueron diseñados para alcanzar ciertos objetivos.

Entender los materiales a profundidad involucra:

- (1) Discernir las metas de aprendizaje que se persiguen es primordial. El ejercicio empieza con la pregunta: *¿Qué es lo que se quiere que el alumno aprenda en esta unidad?* Una vez que se les identifique, las metas serán el centro alrededor del cual se realiza el análisis.
- (2) Discriminar entre los que es crítico y lo que no lo es para el cumplimiento de las metas de aprendizaje.

- (3) Entender por qué una actividad está antes de una y después de otra.
- (4) Comprender qué situaciones son necesarias para que el alumno aprenda lo deseado; qué condiciones son necesarias.
- (5) Comprender qué evidencia se necesita para saber si el alumno aprendió (saber qué y cómo evaluarlo) y saber cómo se puede apoyar su aprendizaje.

Descripción de la Estrategia de Análisis

Qué se Analiza

Las fuentes de información que se utilizan para realizar este ejercicio son los materiales instruccionales, es decir, los libros o cuartillas. Estos libros o cuartillas están organizados en *unidades* (que en algunos grados se les llama *módulos*, y en otros *momentos*). Estas unidades, una por una, son las que hay que analizar. Por ejemplo, la Unidad 1 de la Primera Cartilla de Tercer Grado es “*Clasificación de los Seres Vivos*”. Esta unidad, como un todo (con sus tres guías), será el objeto de análisis. Una vez que la Unidad 1 se haya analizado, se pasará a analizar otra unidad, y así sucesivamente. Desde esta perspectiva, las guías se pueden considerar como lecciones.

Cada unidad o módulo está organizado en guías. Sin embargo, en grados más avanzados (décimo y undécimo), los momentos están organizados por disciplina (i.e., Química y Biología, Matemáticas, y Física). Por lo tanto, en estos grados solamente se analizarán aquellos contenidos que se refieran a Química y Biología (Apartado A en todos los momentos de ambos grados). Una mirada a la tabla de contenidos de cualquier cartilla o libro ayudará a aclarar la idea de “unidad”.

Cómo se Analiza

Por cada unidad se proponen dos preguntas críticas que tienen que estar en su mente todo el tiempo: (1) *¿Cuáles son los conceptos, procedimientos, explicaciones, principios, procesos o habilidades de comunicación a los que tienen que prestar atención el docente y los alumnos?* y (2) *¿Qué tiene que suceder para que el aprendizaje ocurra?*

Con estas dos preguntas en mente, el análisis se presenta como un ***ejercicio iterativo*** que se basa en documentar la información necesaria para apoyar el cumplimiento de las metas de aprendizaje de la unidad en cuestión (o *módulo* o *momento*). El ejercicio está basado en la suposición de que, para entender profundamente las metas de aprendizaje perseguidas, es importante construirlas a partir del análisis de los materiales, independientemente de las metas que se mencionen en los materiales. El ejercicio también ayuda a rastrear, a través de las lecciones y unidades, cómo se apoya a los alumnos a desarrollar un pensamiento más sofisticado en ciertos tópicos en ciencia.

Se propone que el análisis se realice a dos niveles: (1) En el primer nivel, *Análisis de lo Deseado*, se busca definir con claridad qué se espera sea *implementado* en el salón de clases, de acuerdo con los

autores del material, para que los alumnos alcancen las metas de aprendizaje de la unidad. (2) En el segundo nivel, *Análisis de lo Implementado*, se busca definir, con base en su experiencia como docente, cómo se implementa la unidad. La diferencia entre lo deseado y lo implementado, lo que realmente ocurre en el salón de clases, se puede deber a muchos factores. Ejemplos de esos factores son la insuficiencia de recursos materiales, la falta de tiempo para completar las actividades, la falta de claridad en los materiales acerca de qué hacer, las características de los estudiantes que puedan impedir que las actividades se realicen como lo dicen los materiales, y las diferencias en preferencias pedagógicas.

Análisis de lo Deseado. Como se mencionó, la unidad de análisis es *lección* (o “guías” o conocimientos de química y biología para 10º y 11º grado). El **análisis de lo deseado** considera *diez aspectos* de las lecciones de una unidad: (1) el objetivo de aprendizaje de la lección, en términos de conocimiento científico, habilidades científicas, y habilidades de comunicación en ciencias; (2) el tipo de conocimiento que se intenta enseñar (nivel de profundidad o demanda cognitiva); (3) las actividades críticas para alcanzar esos objetivos de enseñanza a nivel de lección; (4) los productos que se requieren por parte del alumno para documentar su aprendizaje; (5) los materiales requeridos (e.g., balanza para medir la masa de un objeto); (6) las representaciones gráficas que se utilizan como apoyo; (7) el vocabulario académico que se presenta en la lección; (8) la forma de evaluar el aprendizaje; (9) los apoyos a los alumnos para que mejoren su aprendizaje; y (10) los problemas y las preocupaciones en la implementación de materiales. A continuación se explica cada uno de estos aspectos.

1. **Objetivos de Aprendizaje.** La primera pregunta, *¿Cuáles son los conceptos, procedimientos, explicaciones, principios, procesos o habilidades de comunicación a los que tienen que prestar atención el docente y los alumnos?*, se enfoca básicamente en *entender las metas y objetivos de aprendizaje*. Estos conceptos son de suma importancia y se les explica con más detenimiento a continuación.

Es importante mencionar que en este ejercicio de análisis se hace una diferencia entre *metas* de aprendizaje y *objetivos* de aprendizaje. Las metas de aprendizaje se deben de pensar a nivel de unidad, y los objetivos a nivel de guía (o lección). Las metas de aprendizaje deben capturar la *esencia* de lo que se quiere que aprenda el alumno al finalizar la unidad. Los objetivos de aprendizaje se enfocan en los conocimientos y habilidades específicos que el alumno debe aprender en una guía (que es parte de una unidad).

A diferencia de los objetivos, las metas de aprendizaje expresan un nivel de aprendizaje más profundo de principios en ciencia, por encima del conocimiento factual o superficial. Cuando los alumnos demuestran que entienden algo, se presupone que han construido los esquemas mentales (conocimiento profundo) que permiten aplicar de manera flexible ese conocimiento en nuevas situaciones. Las metas de aprendizaje se deben entender como las grandes ideas en ciencia que consideran el *por qué* (conocimiento profundo), más que el *qué* (conocimiento superficial).

Las metas de aprendizaje de una unidad se discuten una vez que se han analizado las guías (lecciones) que conforman la unidad. Por ejemplo, el objetivo de una lección puede ser que el alumno entienda lo que es erosión (a través de investigaciones en la que manipula cantidad de agua), el objetivo de otra lección es que alumno entienda lo que es deposición (a través de investigaciones en las que manipula diferentes materiales y cantidades de agua). Después de un análisis de todas las lecciones, una de las metas de aprendizaje es que alumno entienda la relación entre erosión y deposición (es decir que la deposición y la erosión son procesos opuestos) más que simplemente lo que es erosión y lo que es deposición.

Cuando usted piense en las metas (a nivel de unidad) y en objetivos (a nivel de guía), es importante que considere que en las ciencias hay varios tipos de metas/objetivos:

- A. Los que se enfocan en el *conocimiento científico*. Este tipo de conocimiento considera básicamente conceptos, hechos, principios, explicaciones o modelos conceptuales (explicativos).
- B. Los que se enfocan en las *prácticas científicas*. Estas prácticas son aquéllas que ayudan al estudiante a desarrollar un entendimiento de los diseños y los procedimientos que se involucran en la indagación científica.
- C. Los que se enfocan en *procesos sociales* básicos en la ciencia como la argumentación, comunicación, debate, y formas de representación que de una u otra forma moldean nuestro conocimiento. Por ejemplo, cuando tenemos que explicar algo a algún compañero o colega, es importante pensar cómo debe de explicarse, qué evidencia se tiene que presentar para sustentar las conclusiones.

Revisemos la primera pregunta nuevamente: *¿Cuáles son los conceptos, procedimientos, explicaciones, principios, procesos o habilidades de comunicación a los que tienen que prestar atención el docente y los alumnos?* Una lectura cuidadosa y analítica de esta pregunta indica que se pide identificar qué conocimiento científico (e.g., saber qué es densidad), qué prácticas científicas (e.g., controlar variables), y que prácticas sociales (e.g., argumentar) son las que se quiere que el alumno aprenda. Por lo tanto, cuando usted analice las guías de la unidad, debe preguntarse: *¿cuáles son los conceptos críticos en esta lección (guía) que el alumno debe aprender? ¿cuáles son prácticas científicas en esta lección (guía) que el alumno debe aprender? y ¿cuáles son prácticas sociales en esta lección (guía) que el alumno debe aprender?*

Aunque sería deseable que cada lección (guía) tuviera los tres dominios de conocimiento de las ciencias, esto no es necesariamente cierto en todas las lecciones. Una lección puede enfocarse más en desarrollar la práctica científica de medición, otra enfocarse en el aprendizaje conceptual, y quizá otra en el aprendizaje de prácticas sociales. Por supuesto, es posible encontrar lecciones que se enfoquen en dos dominios al mismo tiempo.

En la Tabla 1 se presentan algunos ejemplos de los dominios de prácticas científicas y sociales. El conocimiento conceptual es diverso y más fácil de identificar. Por ejemplo, densidad, densidad relativa, erosión, deposición, mezcla, solución, magnetismo, tipos de fuerza, etc.

Tabla 1. *Ejemplos de los Dominios de Prácticas Científicas y Sociales*

Ejemplos de Prácticas Científicas	Ejemplos de Prácticas Sociales
<ul style="list-style-type: none"> - Observación - Clasificación-comparación - Medición - Hacer preguntas - Plantear hipótesis - Hacer Predicciones - Búsqueda de información científica para complementar un experimento - Diseñar/planear investigaciones - Hacer un experimento - Colectar datos - Organizar datos - Interpretar datos/gráficas/tablas - Concluir con base en evidencias y construir explicaciones - Diseñar modelos - Construir modelos - Evaluar (analizar y criticar) 	<ul style="list-style-type: none"> - Compartir con sus compañeros y/o el profesor - Comparar/contrastar/argumentar con los compañeros y/o maestro - Preguntar o encuestar a gente de la comunidad. - Presentar una investigación al resto del grupo

Partiendo del hecho de que usted, como docente, conoce las unidades y le son suficientemente familiares, es importante que se inicie el análisis con la discusión en el grupo de cuáles son los objetivos de aprendizaje de la primera lección (o primera guía). *Independientemente* de que el material (cuartilla o módulo) proponga o no objetivos de forma explícita, con base en lo que se presenta en el material y en lo que tiene que hacer el alumno, ¿cuál o cuáles son los conceptos, procedimientos, explicaciones, principios, procesos o habilidades de comunicación a los que se tiene que prestar atención? Contestar esta pregunta seguramente llevará al grupo a identificar, antes que nada, los conceptos que se manejan en la lección (guía). ¿Cómo se relacionan estos conceptos? Intente formular una oración que enuncie qué es lo importante que aprendan los alumnos. NO describa lo que los alumnos tienen que hacer. Si describe el objetivo como una actividad (e.g., “los estudiantes realizan un experimento para saber qué tipo de ambiente prefieren las cochinillas”), este es un indicador de que tiene que revisar el objetivo y analizar cuál es el propósito de conducir dicho experimento (actividad). Por ejemplo, el propósito puede ser que el alumno pueda aplicar el concepto de “control de variables.” Inicie el ejercicio con una propuesta de objetivo. Este puede cambiar conforme se analicen la guía y las actividades instruccionales que la conforman.

Algunas ideas que se pueden considerar para identificar los objetivos de aprendizaje de una lección particular pueden ser las siguientes:

- Los conceptos, procedimientos, principios, procesos en una lección, se desarrollan, aplican, expanden en subsecuentes lecciones, actividades, o investigaciones. Es decir, los conceptos, procedimientos, principios, y procesos son componentes básicos de otros que se ven más

adelante. Si el alumno no aprende esos conceptos, muy probablemente, no entenderá otros relacionados en lecciones posteriores.

- El objetivo de aprendizaje de una lección debe de relacionarse directamente (ser fundamental) para alcanzar las metas de aprendizaje.

Los objetivos de aprendizaje de una lección deben expresar una sola idea que pueda incluir otras ideas. Es de esperarse que los objetivos de aprendizaje se vayan haciendo más complejos conforme avanzan las lecciones. La Tabla 2 presenta algunos ejemplos de objetivos de aprendizaje.

Tabla 2. *Ejemplo de Objetivos de Aprendizaje Adecuados e Inadecuados*

Dominio de Conocimiento	Ejemplos Adecuados	Ejemplos Inadecuados
	El alumno puede...	El alumno...
Conocimiento Científico	Identificar factores medio ambientales terrestres y la influencia que tienen en el hábitat de los organismos.	Comprende los actores medio ambientales terrestres y sus efectos en los organismos.
	Describir como el calor puede cambiar los materiales de manera diferente.	Comprender la relación entre calor y materiales
Prácticas Científicas	Proveer una explicación de por qué es importante la exactitud cuando se utilizan instrumentos de medición.	Comprende la importancia de la exactitud cuando se utilizan instrumentos de medición.
	Colectar información/datos apropiadamente y con precisión a través de observaciones directas para determinar los ambientes preferidos de los organismos.	Son capaces de colectar datos de observación.
Prácticas Sociales	Comunicar a sus compañeros los resultados de una investigación con las normas establecidas por la comunidad científica (e.g., todas sus afirmaciones están apoyadas con evidencia)	Sabe cómo comunicar resultados.

Los objetivos de aprendizaje adecuados tienen tres características: (1) establecen claramente la evidencia para saber si el alumno alcanzó o no el objetivo; (2) proporcionan un marco de

referencia para obtener evidencia clara; y (3) proveen la suficiente información contextual acerca de las lecciones con las que están relacionadas.

2. Tipos de Conocimiento. ¿Qué es lo que tienen que aprender los alumnos? ¿Tienen que aprender un concepto, aprender a hacer algo, relacionar e integrar conceptos de manera que les permita explicar por qué o cómo ocurre algo? Para aumentar la probabilidad de que los alumnos transfieran lo que aprenden, es importante considerar la profundidad con la que se espera que aprendan; es decir, el tipo de conocimiento que se tiene como objetivo de una lección (y como metas de la unidad). Diferentes tipos de conocimiento implican diferentes demandas cognitivas. Un conocimiento superficial requiere únicamente de recuperación y reconocimiento de información (e.g., definir qué es una báscula). Un conocimiento más profundo requiere de aplicarlo (e.g., usar la báscula para medir la masa de un objeto). Un conocimiento aún más profundo requiere entender cuándo y cómo se puede utilizar dicho conocimiento para explicar un fenómeno o para aplicar el conocimiento aprendido (e.g., cuándo y en qué condiciones usar la báscula). Pensar en diferentes tipos de conocimiento ayuda a identificar con precisión lo que tienen que aprender los alumnos. El contenido de las lecciones de una u otra forma guía al alumno a adquirir:

- **Conocimiento Declarativo** – “saber qué” – conocimiento conceptual o factual. Este tipo de conocimiento requiere solamente de reconocer o reproducir información.
- **Conocimiento Procedural** – “saber cómo” hacer algo – conocimiento que requiere de una aplicación básica de procedimientos, secuencias, o acciones paso-a-paso, como lo es calcular la densidad de un objeto cuando se sabe su masa y su volumen e interpretar una gráfica.
- **Conocimiento Esquemático** – “sabe por qué” – conocimiento que usa para razonar acerca de algo, para predecir, para explicar cosas en la naturaleza (modelos conceptuales).

La Tabla 3 recapitula los tipos de conocimiento. Puede utilizar la tabla como referencia para identificar qué tipo de conocimiento promueven los materiales instruccionales.

Tabla 3. *Tipos de Conocimiento (Fuente: SEAL, 2003).*

Tipos de Conocimiento	Foco		Ejemplos
Declarativo	Saber qué	Conceptos y hechos	¿Qué es densidad?
Procedural	Saber cómo	Acciones, procedimientos, pasos	Encontrar la densidad de un líquido.
Esquemático	Saber por qué	Explicaciones, principios, y modelos mentales	¿Por qué las cosas flotan o se hunden?

De importancia crítica para identificar el tipo de conocimiento es el verbo que se elige para describir la demanda cognitiva. Es importante pensar en la evidencia que pueda indicar que el

alumno alcanzó los objetivos de aprendizaje. Esta evidencia ayuda a seleccionar los verbos a utilizar. Por ejemplo, “reconocer” implica que el alumno va a recuperar información de su memoria y ver si coincide con la información que se le presenta, busca igualar lo que aprendió con lo que se le da. Sin embargo, si se quiere que el alumno haga algo más que igualar información, entonces *reconocer* no es el mejor término. La Tabla 4 presenta ejemplos de maneras de describir los conocimientos.

Tabla 4. *Ejemplos de Formas de Describir Tipos de Conocimiento*

Conocimiento Declarativo	Conocimiento Procedural	Conocimiento Esquemático
Describir qué es medio ambiente.	Observar cómo las plantas crecen y registrar cambios en el crecimiento.	Proporcionar el fundamento de por qué se debe manipular una variable a la vez.
Proveer ejemplos de modelos.	Aplicar las reglas necesarias para leer el termómetro.	Predecir y explicar qué pasará cuando una taza de agua tibia se poner dentro de un recipiente de agua caliente.
Describir los efectos de erosión.	Controlar variables abióticas (e.g., humedad, luz).	Explicar cómo la energía calorífica fluye de un objeto a otro.

- 3. Actividades Instruccionales.** Para cada actividad que se encuentre en las lecciones hay que preguntar: *¿Cómo contribuye esta actividad al objetivo de aprendizaje de la lección? ¿Qué actividades son críticas e indispensables para alcanzar las metas de aprendizaje?* Si la actividad no contribuye sustancialmente a cumplir un objetivo o alcanzar una meta, ello indica que la actividad no es crítica o indispensable y no se le debe considerar. Si la actividad contribuye sólo parcialmente al objetivo de aprendizaje de la lección, la pregunta siguiente será: *¿Cómo se puede mejorar esta actividad para que contribuya sustancialmente al objetivo de la lección?* Las actividades se describirán usando tres dimensiones: (1) La organización de los alumnos durante la actividad (e.g., individualmente, en pares, en grupos pequeños, todo el grupo); (2) la tarea en la que se involucran los alumnos (e.g., diseñar una investigación, conducir una investigación, escribir en sus cuadernillos de ciencias), y (3) el contenido de la tarea (e.g., el contenido en la tarea que se relaciona al objetivo de aprendizaje de la lección).

Ejemplos de una actividad descrita adecuadamente son los siguientes:

- “En pares, los alumnos identifican qué objetos se pegan al imán.”
- “En pequeños grupos, los estudiantes deciden cómo plantar las semillas, plantan las semillas en el terrario, manipulan la cantidad de agua que se usará para regar las plantas, conducen las observaciones del crecimiento de las plantas durante dos semanas, y determinan qué planta creció mejor con la cantidad de agua manipulada. Cada grupo pequeño presenta sus

resultados y se discute en los todos grupos cuál cantidad de agua fue más favorable para cada planta.”

- “En grupos pequeños, los alumnos toman la temperatura de tres muestras de agua, una caliente, una tibia, y una fría.”

- 4. Productos de las Actividades.** Este aspecto se refiere a los productos que se proponen para documentar el trabajo realizado por los alumnos en las actividades. En el análisis de los productos se deben considerar dos piezas de información: (1) tipo de documentación (e.g., hojas de trabajo, posters, cuadernillo de ciencias), y (2) contenido de lo que se documenta (e.g., preguntas que el alumno tenga que contestar, dibujos o tablas que el alumno tiene que elaborar). Entender los productos que los alumnos tienen que desarrollar permite identificar las demandas cognitivas de las actividades y entender el tipo de conocimiento que la actividades pretenden promover.

Es importante que usted documente únicamente aquellos productos que son críticos para que el alumno alcance los objetivos de aprendizaje. Por ejemplo, 10 actividades instruccionales que le piden al alumno esencialmente lo mismo, no son seguramente necesarias porque no le permiten que aplique una gran variedad de habilidades.

Ejemplos de un producto descrito adecuadamente son los siguientes:

A los alumnos se les pide que...

- “escriban un argumento a favor del uso de modelos tridimensionales (ver hoja 9).”
- “registren la temperatura de tres muestras de agua, una caliente, una tibia, y una fría en una tabla que se proporciona (ver hoja 24).”
- “registre los resultados del experimento controlado con las “cochinillas”, organice los resultados en una tabla diseñada por el alumno, y saque conclusiones acerca de cuál medioambiente es el preferido por las cochinillas (ver página 20).”

- 5. Materiales.** En este aspecto se identifican los materiales importantes y esenciales para alcanzar los objetivos de la lección. Dos aspectos se considerarán en el análisis: (1) pertinencia para alcanzar los objetivos de la lección y (2) pertinencia en el contexto cultural y social. La pertinencia de los materiales se refiere a la relevancia de los materiales para cumplir con los objetivos de aprendizaje. Por ejemplo, el lápiz y la goma para escribir no se considerarían materiales críticos, pero si imanes, muestras de tierra, etc., que son específicos para que la actividad se realice adecuadamente.

La pertinencia en el contexto cultural y social se refiere a que los materiales sean accesibles y fáciles de conseguir, y que sean familiares en la vida cotidiana de los estudiantes. También se refiere a que los materiales sean significativos para los estudiantes, para que ellos puedan relacionar su experiencia diaria con las actividades prescritas en los materiales.

- 6. Representaciones Gráficas.** Por representaciones gráficas se entienden tablas, diagramas, dibujos, fotos, gráficas que apoyan el aprendizaje de los alumnos. Por ejemplo, la definición de alvéolos como “pequeñísimas bolsas de aire en los pulmones” es correcta pero difícil de entender. Si la definición se presenta con un dibujo que representan los alvéolos en los pulmones, será más fácil para el alumno entender el concepto.

El análisis se debe enfocar en dos aspectos de las representaciones gráficas: (1) la pertinencia para el aprendizaje del concepto, habilidad científica, o de comunicación y (2) la pertinencia para el contexto cultural y social del alumno. La pertinencia para el aprendizaje se refiere a qué tanto contribuye una representación gráfica para que el aprendizaje tenga lugar. A menudo, se usan dibujos, fotografías, caricaturas, etc., con la premisa de que una imagen vale más que mil palabras. En realidad, si no se les usa adecuadamente, las representaciones gráficas pueden dificultar tremendamente la complejidad de los materiales. El juicio sobre la pertinencia de una representación gráfica para el aprendizaje del concepto o habilidad científica o de comunicación en cuestión debe considerar qué tanto la imagen complementa el texto de los materiales y qué tanto se minimiza la complejidad de la imagen para evitar que el estudiante se confunda o se distraiga.

La pertinencia para el contexto cultural y social del alumno se refiere a que la representación sea familiar en el contexto en que vive el alumno. Representaciones de personajes o situaciones que no se relacionan con su contexto social pueden hacer que los estudiantes no se identifiquen con los materiales y que perciban como ajenos a sus vidas las habilidades y los conocimientos que se trata de enseñarles. La pertinencia para el contexto cultural y social también se refiere a que las fotografías, los dibujos, etc., no usen estereotipos culturales de los estudiantes o los representen de una manera ofensiva.

Para referirse a las representaciones gráficas, simplemente tiene que escribir la representación gráfica, el número de representación gráfica si es necesario, y la página. Aquí hay unos ejemplos:

- “termómetro (ver figura 2, página 20.)”
- “balanza, (ver página 4).”
- “sistema circulatorio (ver Figura 3, página 10).”

- 7. Vocabulario Crítico.** Vocabulario crítico se refiere a aquellas palabras que es esencial o importante que el alumno sepa o tenga conciencia de ellas para poder entender el material. *¿Cuál es el vocabulario técnico o académico que es crítico para que los alumnos alcancen los objetivos de aprendizaje de la lección?* Todas las lecciones tienen más de un concepto, pero no todos los conceptos son críticos para alcanzar los objetivos de la lección. Por ejemplo, en una lección sobre erosión hay la posibilidad de que se defina lo que es un cartógrafo. El que se le defina o se le presente en negritas y cursivas no significa necesariamente que saber qué es un cartógrafo es crítico para entender el proceso de erosión. Una estrategia para definir la importancia de un concepto consiste en identificar no sólo el papel que éste juega en la lección,

sino también en otras lecciones de la unidad. Un concepto no puede ser considerado crítico si se menciona una sola vez y nunca más se le elabora, expande, usa, o discute. Por ejemplo, si cartógrafo es un concepto que no se menciona en ninguna otra lección de la unidad, entonces no es crítico y no es tan importante que el docente evalúe si el alumno lo entiende.

- 8. Evaluación del Aprendizaje.** Este aspecto se refiere a las oportunidades que dan los materiales para que el docente corrobore que el aprendizaje deseado ha tenido lugar. Tres preguntas guían este aspecto: *¿Se establece un medio para obtener información acerca del aprendizaje de los alumnos (e.g., prueba, actividad, producto, preguntas)? ¿Es ese medio consistente con el objetivo de aprendizaje de la unidad? ¿Es ese medio adecuado para el tipo de conocimiento que se propone con las actividades instruccionales?* Por ejemplo, *¿corresponde lo que se le pide al alumno en la prueba a las oportunidades de aprendizaje que se le dieron?*

Ejemplos de formas de evaluación descritas adecuadamente son los siguientes:

A los alumnos se les pide que...

- “Contesten cinco preguntas acerca de los factores medioambientales que se revisan conjuntamente con el docente; (ver página 20).”
- “Contesten a la prueba al final de la unidad; (ver página 36).”
- “Presenten su experimento a todo el grupo y evalúe la presentación considerando claridad de comunicación, claridad de la evidencia, conclusiones.”

- 9. Apoyos para el Alumno.** Este aspecto se refiere a qué tanto los materiales ofrecen oportunidades a los alumnos para conocer el progreso en su aprendizaje (auto-evaluación) y oportunidades para que mejoren ese aprendizaje, si es necesario (e.g., ejercicios extras, rúbricas para autoevaluación, hojas de monitoreo, estrategias de aprendizaje). Las preguntas que guían esta dimensión son: *¿Cuáles son las estrategias en los materiales que permiten garantizar que el alumno sabe qué tiene que hacer y por qué? ¿Cuáles son las estrategias que permiten al alumno saber que ya aprendieron lo que tenían que aprender? y ¿Qué apoyos se le dan al docente y/o al alumno para mejorar el aprendizaje?*

Ejemplos de apoyos a los alumnos descritos adecuadamente:

A los alumnos se les da...

- “Una forma donde el alumno escribe acerca de cuánto entiende acerca de un tópico, elige entre cuatro opciones: “¡No entiendo nada!”, “Más o menos le entiendo”, “Le entiendo, pero no completamente”, “¡Soy un experto en el tema!” (ver página 50).
- “Una forma que dice: Necesito ayuda en _____ . (ver página 50)”
- Ejercicios adicionales en cada tópico (ver página 23).

Análisis de lo Implementado. En esta parte del análisis, su experiencia juega un papel importante. Esta forma de análisis se enfoca en los **Problemas y Preocupaciones sobre la Implementación** de los materiales. En esta parte del análisis usted podrá discutir con sus colegas los problemas enfrentados en la implementación de los materiales. La discusión se centrará en cinco

aspectos: (1) Dificultad para alcanzar los objetivos de la unidad; (2) Problemas de logística (e.g., organización de los alumnos para ciertas tareas, problemas para conseguir materiales; tiempo insuficiente); (3) Dificultad para motivar a los alumnos; (4) Manejo de la unidad en aulas multigrado, y (5) Sugerencias.

Ejemplos de problemas y preocupaciones descritos adecuadamente:

- “Falta de claridad en los objetivos de aprendizaje.”
- “Falta de tiempo para implementar las actividades sugeridas.”
- “Los alumnos se aburren después de la tercera actividad.”
- “Las actividades en la Lección (Guía) 5 son difíciles de implementar en salones multigrado.”

En Dónde se Documenta lo que se Analiza

Análisis de lo Deseado. El análisis de la de la unidad se documenta utilizando una tabla como herramienta que ayuda a organizar el análisis. La tabla contiene todos los aspectos descritos anteriormente y permite documentar las decisiones tomadas. La herramienta se proporcionará en un documento electrónico para que exista más flexibilidad en los cambios que se realicen con las diferentes iteraciones de análisis (Figura 1).

Lección Guía	Objetivos de Aprendizaje			Tipos de Conocimiento			Actividades	Productos de las Actividades	Representaciones Gráficas	Materiales Críticos	Vocabulario	Evaluación del Aprendizaje	Apoyos de Aprendizaje	Problemas y Preocupaciones de Implementación
	Conocimiento Científico	Conocimiento de Procesos Científicos	Conocimiento de Proceso Sociales/ Comunicación	Declarativo	Procedural	Esquemático								
1														
2														
3														

Figure 1. Herramienta para la documentación del Análisis de lo Deseado.

Las columnas de la tabla indican los aspectos a analizar y los renglones constituyen las lecciones de la unidad analizada. Por cada lección es importante identificar los objetivos de aprendizaje y a partir de ellos analizar los aspectos. Los objetivos (o cualquier otro aspecto de la tabla) pueden revisarse conforme el análisis de la lección se realice. Es común empezar con un objetivo que se va refinando poco a poco no sólo cuando se analiza la lección, sino cuando se analizan otras lecciones. El análisis de lecciones posteriores ayuda a refinar lo fundamental de lecciones anteriores.

Es importante recordar que se busca entender cómo las lecciones están conectadas conceptual y metodológicamente y cómo una unidad se conecta con otras unidades en el mismo grado y en grados diferentes.

Algunas Reglas

1. El análisis es iterativo. Se puede regresar a revisar el análisis de una lección cuantas veces sea necesario después de que otras lecciones has sido analizadas. **Entre mejor entienda usted el papel de la lección en la unidad y en otras unidades relacionadas, mejor se analizarán los distintos aspectos.**

2. Use un renglón por objetivo de aprendizaje. Si las actividades críticas son las mismas para más de un objetivo en diferentes dominios (conocimiento científico, prácticas científicas y sociales), utilice un renglón para todos los objetivos. NO repita información entre renglones.
3. Es importante considerar que escribir muchos objetivos de aprendizaje no es necesariamente recomendable. Considere revisar cómo se están definiendo dichos objetivos. Es muy posible que se requiera de una segunda (o tercera o cuarta) mirada a la lección en cuestión.
4. Es factible que no todos los aspectos puedan ser documentados. Por ejemplo, si la unidad no proporciona ningún mecanismo para evaluar a los alumnos, es importante indicar en la celda apropiada que *“Los materiales no proporcionan información en este aspecto.”* Si la lección no menciona objetivos de aprendizaje, la misma indicación es pertinente, seguida del objetivo de aprendizaje acordado por el grupo. Recuerde, si la lección proporciona objetivos de aprendizaje, el objetivo de aprendizaje del grupo prevalece sobre el indicado en los materiales.
5. Es factible que los materiales presenten un gran número de actividades relacionada con un mismo dominio de conocimiento (e.g., el concepto de ser vivo). Cuando éste es el caso, es importante que en el análisis se considere si las actividades propuestas agregan oportunidades nuevas y apropiadas para el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje. *“Mucho de lo mismo”* no es necesariamente adecuado o mejor. Cuando éste sea el caso, es importante escribir en la celda alguna indicación de las actividades que no se consideraron críticas. Por ejemplo, se puede escribir algo como, *“De las 10 actividades propuestas, sólo dos se consideraron críticas”* seguido de la descripción de las actividades críticas. De forma similar se pueden hacer indicaciones similares en otros aspectos.
6. Documente de manera concisa, breve, y clara.

Análisis de lo Implementado. Una vez que el análisis de lo deseado se haya documentado, es importante documentar el análisis de lo implementado. Al igual que en análisis de los deseado, una tabla ayuda a organizar las cuatro dimensiones (Figura 2).

Lección Guía	Dificultades en Alcanzar los Objetivos	Problemas Logísticos	Problemas de Motivación	Manejo de la Unidad en Aulas Multigrados	Sugerencias
1					
2					
3					

Figure 2. Herramienta para la documentación del Análisis de lo Implementado.

Algunas Reglas

1. Es importante poner atención y discutir problemas críticos relacionados con la implementación de los materiales. Otros problemas que no tienen que ver con los materiales desvían la atención del análisis propuesto.
2. Es importante poner atención a los problemas y preocupaciones comunes entre los participantes del grupo, más que a problemas muy específicos y particulares.

3. En este análisis se pueden proponer sugerencias, comentarios, o indicaciones que usted considere que pueden mejorar los materiales, el aprendizaje de los alumnos, y su papel como docente (e.g., las instrucciones para la actividad “XX” no son claras para los alumnos). Por favor, asegúrese de escribir sus comentarios, sugerencias, observaciones etc., de una manera muy específica, de manera que sea posible saber qué mejoras se pueden hacer. Comentarios como “Este material es muy bueno” o “¿En qué estaban pensando los que escribieron esto?” no informan acerca de las características de los materiales. En cambio, comentarios como “Las actividades están secuenciadas lógicamente” o “El mismo tipo de actividad se repite durante toda la lección” dan información precisa sobre las características de los materiales.

Relación Intra-Grado y Entre-Grados

Este aspecto del análisis del material ayuda a: (a) clarificar los conceptos que son prerrequisitos de otros; (b) definir cómo están interconectados los conceptos, y (c) señalar los conocimientos y habilidades que los alumnos deben de desarrollar y demostrar en un momento cualquiera durante de la unidad.

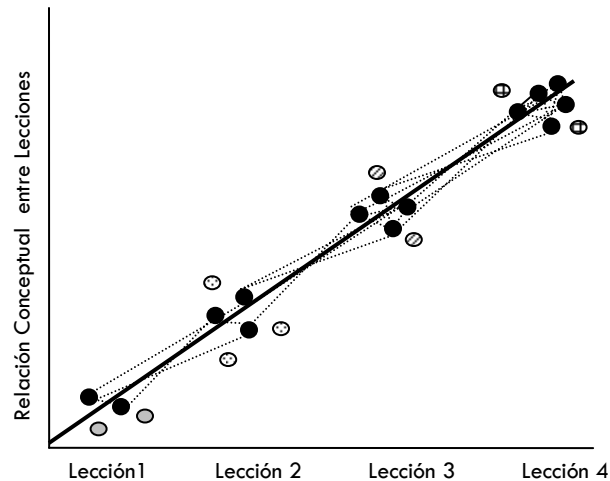
Este análisis de relación intra-grado y entre grados está guiada por las siguientes preguntas: (1) *¿Se pueden identificar conceptos, procedimientos, y explicaciones críticos que se consideren centrales a lo largo de las unidades?* (2) *¿Los conceptos centrales se pueden alinear con actividades instruccionales críticas?* y (3) *¿Los conceptos centrales se pueden organizar secuencialmente de manera que los alumnos puedan al final de una unidad (o más unidades) explicar y predecir fenómenos utilizando un modelo conceptual?*

La identificación de una trayectoria en una unidad permite analizar la coherencia interna de la unidad y la coherencia externa con otras unidades que toquen el mismo tópico científico. La Figura 3 provee una representación gráfica de la relaciones intra-unidad, que se puede extrapolar a nivel intra-grado o inter-grado.

Los círculos negros, grises, o punteados representan conceptos que son parte del contenido de una lección. Es importante notar que en cada lección se introducen nuevos conceptos, pero también conceptos introducidos en lecciones anteriores se conectan con conceptos en lecciones que vienen después. Es de esperarse que a medida que se estudian las relaciones entre conceptos que son críticos estas relaciones se hagan más complejas. Cuando los conceptos no son críticos, no está bien relacionarlos entre sí; se les introduce en algún momento en una lección pero no se les conecta con otros conceptos posteriormente. Para que se les considere como parte de los objetivos de una lección, los conceptos y los procesos científicos o de comunicación tienen que estar conectados con otros conceptos en otras lecciones.

De manera similar, es de esperarse que, dentro un tópico, los conceptos entre unidades de un mismo grado estén relacionados, al igual que en otros grados. Identificar este tipo de trayectoria ayuda a entender la importancia de los objetivos y de las metas de aprendizaje.

Se espera que este tipo de análisis pueda llevarse a cabo al final del análisis de las unidades asignadas.



Proceso de Análisis

Identificar las metas de aprendizaje de la unidad que se analiza es el último paso del análisis. La meta se discierne con base en el análisis de los diferentes objetivos de aprendizaje de las lecciones. Las metas tienen que captar la esencia de la unidad. Las metas no son el conjunto de los objetivos de cada lección sino una idea más grande que involucra, combina o relaciona los objetivos identificados por lección.

Para llevar a cabo el análisis se sugiere lo siguiente:

1. Familiarícese con los materiales no sólo desde la perspectiva como docente, sino también desde la perspectiva del alumno.
2. Conforme lea las lecciones, ponga atención a los distintos objetivos de aprendizaje, tipos de conocimiento, actividades, materiales, vocabulario, etc.
3. Evalúe el nivel de acuerdo o consenso entre los miembros de su grupo y asegúrese de trabajar en grupo para tomar decisiones y documentar sus juicios sobre los materiales.
4. Documente el análisis formalmente en la tabla.

Logística

En este taller se analizarán materiales de segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo, noveno, décimo, y onceavo grado. Para el ejercicio se eligieron tópicos que se consideren medianamente comunes a través de los grados. La elección de los materiales con este criterio permitirá hacer la revisión entre grados. La Tabla 5 presenta los tópicos y la organización por grupos.

Tabla 5. Organización de los Materiales por Grupo y Tópico

Grupos	Grado	Unidad a Analizar Estructuralmente	Nombre de la Unidad	Número de Lecciones (Guías)
Tópico: Seres Vivos				
Grupos 1 y 2	2º	Unidad 1	Seres de la naturaleza	5
	3º	Unidad 1	Clasificación de los seres vivos	3
	4º	Unidad 1	Los reinos de la naturaleza	3
	5º	Unidad 1	Estructura de los seres vivos	3
Tópico: Relaciones entre Seres Vivos				
Grupos 3 y 4	2º	Unidad 5	Relaciones de los seres vivos	3
	3º	Unidad 6	Relación de los organismos con el ambiente	3
	4º	Unidad 7	Contaminación	3
	5º	Unidad 3	Los ecosistemas	3
Tópico: Cómo funciona el Entorno				
Grupos 5 y 6	6º	Módulo 3	¿Cómo funciona tu entorno?	5
	7º	Módulo 3	La Tierra y sus organismos vivos hacen parte de un gran sistema	5
	8º	Módulo 3	La naturaleza los hace y ellos e juntan	4
	9º	Módulo 3	¿Qué otras formas existen de agrupar los seres vivos?	4
Tópico: Biología				
Grupos 7 y 8	10º	Momento 1-A	Visión sobre química y principios de genética	No guías
		Momento 2-A	Química en medio rural, microorganismos y su influencia	No guías
		Momento 4-A	Biotecnología	No guías
	11º	Momento 2-A	Moléculas, población y medio ambiente	No guías
		Momento 4-A	Ecosistemas	No guías

Apéndice B

Análisis de los Materiales Instruccionales de Ciencias de los Modelos Educativos Flexibles en Zonas Rurales

Maria Araceli Ruiz-Primo
University of Colorado Denver

**Material Preparado para el
Ministerio de Educación de Colombia**

Bogotá, Colombia

Noviembre 25, 2013

Contenido

	Página
I Introducción	3
II Descripción de la Estrategia de Análisis	4
Qué se Analiza	4
Cómo se Analiza	4
Análisis de lo Deseado	
Determinar qué conocimiento científico se tiene que aprender	5
Determinar las Habilidades Científicas y Sociales que Apoyan el Aprendizaje de los Conceptos	5
Determinar la Adecuación de las Habilidades para el Aprendizaje de los Conceptos	7
Identificar Otras Actividades Instruccionales	7
Identificar las Actividades Críticas para el Aprendizaje de los Conceptos	7
Determinar cómo se relacionan los conceptos a través de las guías	9
Identificar Qué Aprende el Alumno	10
Análisis de lo Implementado	11
Algunas Reglas	12
Logística	12

Análisis de los Materiales Instruccionales de Ciencias de los Modelos Educativos Flexibles en Zonas Rurales

Maria Araceli Ruiz-Primo
University of Colorado Denver

Introducción

Este documento tiene como finalidad proveer información acerca de una estrategia para analizar materiales curriculares. El propósito del análisis es: (1) entender *cómo* el docente y los alumnos pueden alcanzar los desempeños establecidos en los estándares (*cuáles* son los conocimientos científicos, las habilidades científicas, y las habilidades sociales asociadas a las ciencias) que los alumnos tienen que aprender y *cómo* tienen que aprenderlos); y (2) entender la coherencia conceptual y pedagógica entre grados (es decir, los conceptos o procesos críticos que sirven como prerrequisito para otros conceptos o procesos más sofisticados en grados más avanzados).

El análisis de los materiales considera el contenido, las actividades instruccionales, y los procesos de enseñanza y aprendizaje que deben tener lugar para alcanzar los desempeños. En este análisis se toma en cuenta también la experiencia que usted, *como docente*, tiene con los materiales.

El análisis se hará en grupos pequeños de tres docentes. Esta forma de trabajar saca provecho de las distintas experiencias de los docentes con los materiales en distintos contextos. Estas experiencias diversas deberán considerarse durante todo el análisis. La información que se discute se captura en una tabla que le será proporcionada a usted en un archivo electrónico que permitirá revisar y cambiar cuantas veces sea necesario.

El análisis que se propone es un ejercicio de comprensión de los materiales que trasciende la simple descripción de la secuencia y los mecanismos de las actividades que los alumnos y usted realizan. El análisis le pide que identifique cuáles son los conceptos, principios, y habilidades alrededor de los cuáles los materiales fueron diseñados para alcanzar ciertos desempeños.

Entender los materiales a profundidad involucra:

- (1) Entender los desempeños (competencias específicas en los estándares) que se persiguen en los materiales. Esta actividad es primordial. El ejercicio empieza con la pregunta: *¿Qué es lo que se quiere que el alumno aprenda en esta unidad? ¿Qué es lo que el alumno debe saber y saber hacer al final y con qué nivel de complejidad?* Una vez que se entiendan los desempeños buscados, éstos se convierten el centro alrededor del cual se realiza el análisis.
- (2) Discriminar entre los que es crítico y lo que no lo es para el cumplimiento de los desempeños.

- (3) Comprender qué situaciones y qué condiciones son necesarias para que el alumno aprenda lo deseado.

Descripción de la Estrategia de Análisis

Qué se Analiza

La fuente de información que se utiliza para realizar este ejercicio son los materiales instruccionales, es decir, los libros o las cuartillas. Estos libros o cuartillas están organizados en *unidades* (que en algunos grados se les llama *módulos*, en otros *momentos*, y en los materiales de aceleración se llama *proyectos*). Estas unidades, una por una, son las que hay que analizar. Por ejemplo, la Unidad 1 de la Primera Cartilla de Tercer Grado es “*Clasificación de los Seres Vivos*”. Esta unidad, como un todo (con sus tres guías), será el objeto de análisis. Una vez que la Unidad 1 se haya analizado, se pasará a analizar otra unidad, y así sucesivamente.

Cada unidad o módulo está organizado en guías. Sin embargo, en grados más avanzados (décimo y onceavo), los momentos están organizados por disciplina (i.e., Química y Biología, Matemáticas, y Física). Por lo tanto, en estos grados solamente se analizarán aquellos contenidos que se refieran a Química y Biología (Apartado A en todos los momentos de ambos grados). Una mirada a la tabla de contenidos de cualquier cartilla o libro ayudará a aclarar la idea de “unidad”.

Cómo se Analiza

Por cada unidad se proponen dos preguntas críticas que tienen que estar en su mente todo el tiempo: (1) *¿Cuáles son los conceptos, explicaciones, principios, habilidades científicas o habilidades de comunicación a los que tienen que prestar atención el docente y los alumnos?* y (2) *¿Qué tiene que suceder para que el aprendizaje ocurra?*

Con estas dos preguntas en mente, el análisis se presenta como un ***ejercicio iterativo*** que se basa en documentar la información necesaria para apoyar el cumplimiento de los desempeños de la unidad en cuestión (o *módulo* o *momento*). El ejercicio está basado en la suposición de que, para entender profundamente los desempeños perseguidos, es importante reconstruirlos a partir del análisis de los materiales, no basta con lo que declara el material al comienzo de cada sección. El ejercicio también ayuda a rastrear, a través de las lecciones y unidades, cómo se apoya a los alumnos a desarrollar un pensamiento más sofisticado en ciertos tópicos en ciencia.

Se propone que el análisis se realice a dos niveles: (1) En el primer nivel, *Análisis de lo Deseado*, se busca definir con claridad qué se espera sea *implementado* en el salón de clases, de acuerdo con los autores del material, para que los alumnos alcancen los desempeños de la unidad. (2) En el segundo nivel, *Análisis de lo Implementado*, se busca definir, con base en su experiencia como docente, cómo se implementa la unidad. La diferencia entre lo deseado y lo implementado, lo que realmente ocurre en el salón de clases, se puede deber a muchos factores. Ejemplos de esos factores son la insuficiencia de recursos materiales, la falta de tiempo para completar las actividades, la falta de claridad en los

materiales acerca de qué hacer, las diferencias en preferencias pedagógicas, las características de los alumnos que puedan impedir que las actividades se realicen como lo dicen los materiales, etc.

Análisis de lo Deseado. Como se mencionó, la unidad de análisis es *guía* (o “momentos” tales como se mencionan en los materiales de octavo y noveno o como los conocimientos de química y biología para 10º y 11º grado). El **análisis de lo deseado** considera diferentes *aspectos* de las guías de una unidad.

1. **Determinar qué conocimiento científico se tiene que aprender.** La primera pregunta por contestar en el análisis es: *¿Cuál es el conocimiento científico que se tiene que aprender de la unidad? ¿Cuáles son los conceptos, principios y explicaciones, a los que tienen que prestar atención el docente y los alumnos?* Para contestar esta pregunta se le pide que haga una lectura cuidadosa y analítica de los materiales que le permita identificar qué *conceptos, explicaciones, principios* se presentan en los materiales de una unidad dada. La Tabla 1 muestra cómo capturar esta información.

Tabla 1. *Formato para la Identificación de Conceptos, Explicaciones, y/o Principios por Guía y Unidad*

Grado:	Unidad/Modulo #:	Nombre de la Unidad/Módulo:
Grupo #	Nombres de los Miembros del Grupo:	
Guía	Conocimiento Científico (Conceptos, explicaciones, principios)	
1: [Nombre de la Guía]	Concepto 1 [Escriba el conceptos tratados en la guía uno por renglón]	
	Concepto 2	
	Concepto 3	
	Concepto 4	
	Concepto 5	
	Concepto 6	
2: [Nombre de la Guía]	Concepto 1	
	Concepto 2	
	Concepto 3	
	Concepto 4	
	Concepto 5	
	Concepto 6	
3: [Nombre de la Guía]	Concepto 1	
	Concepto 2	
	Concepto 3	
	Concepto 4	
	Concepto 5	
	Concepto 6	

2. **Determinar las Habilidades Científicas y Sociales que Apoyan el Aprendizaje de los Conceptos.** El siguiente paso en el análisis se le pide que haga una lectura cuidadosa y analítica de los materiales y se pregunte: *¿El tratamiento de este concepto conlleva al desarrollo de una*

habilidad científica y/o social importante? Se le pide que identifique qué **habilidades científicas** (e.g., controlar variables), y qué **habilidades sociales** (e.g., argumentar) son las que median el aprendizaje de los conceptos identificados anteriormente en la unidad. Cuando usted analice las guías de la unidad, debe preguntarse: *¿El tratamiento de este concepto conlleva al desarrollo y aprendizaje de una habilidad científica y o social? Si la respuesta es afirmativa, ¿Cuáles son las habilidades científicas en la guía que se utilizan para mediar el aprendizaje de los conceptos tratados? y ¿Cuáles son las habilidades sociales en esta guía que se utilizan para mediar el aprendizaje de los conceptos tratados?* Por ejemplo, en la misma Unidad 1 de Segundo Grado, Guía 1, el aprendizaje del concepto “*ser vivo*” está mediado por una práctica importante en ciencias “*observación*”. La comparación de seres vivos y objetos (llamados en la guía “*seres inanimados*”) está mediada por otra práctica científica, “*comparación de características*”.

En la Tabla 2 se presentan algunos ejemplos de prácticas científicas y sociales. El conocimiento conceptual es diverso y más fácil de identificar. Por ejemplo, densidad, densidad relativa, erosión, deposición, mezcla, solución, magnetismo, tipos de fuerza, etc.

Tabla2. *Ejemplos de Prácticas Científicas y Sociales*

Ejemplos de Habilidades Científicas	Ejemplos de Habilidades Sociales
<ul style="list-style-type: none"> - Observación - Clasificación - Comparación - Medición - Hacer preguntas - Plantear hipótesis - Hacer predicciones - Búsqueda de información científica para complementar un experimento - Diseñar/planear investigaciones - Hacer un experimento - Colectar datos - Organizar datos - Interpretar datos/gráficas/tablas - Concluir con base en evidencias y construir explicaciones - Diseñar modelos - Construir modelos - Evaluar (analizar y criticar) 	<ul style="list-style-type: none"> - Compartir con sus compañeros y/o el profesor - Comparar/contrastar con los compañeros y/o maestro - Argumentar con los compañeros y/o maestro - Presentar una investigación al resto del grupo

La Tabla 3 proporciona un modelo para llenar la tabla considerando las habilidades científicas y sociales que se utilizan para apoyar el aprendizaje de los conceptos en cada guía.

Tabla 3. *Formato para la Identificación de Habilidades Científicas y Habilidades Sociales por Concepto, Guía y Unidad*

Grado:	Unidad/Modulo #:	Nombre de la Unidad/Módulo:	
Grupo #:	Nombres de los Miembros del Grupo:		
Guía	Conocimiento Científico (Conceptos, explicaciones, principios)	Habilidades Científicas	Habilidades Sociales
1: [Nombre de la Guía]	Seres vivos	Observación Comparación	Compartir con compañeros
	Objetos (seres inanimados)	Observación Comparación	Compartir con compañeros
	Especies		
	Concepto 4		
	Concepto 5		
2: [Nombre de la Guía]			
3: [Nombre de la Guía]			

- Determinar la Adecuación de las Habilidades para el Aprendizaje de los Conceptos.** Para cada concepto identificado en la guía, es importante determinar si las habilidades que se utilizan para mediar su aprendizaje son adecuadas. Por ejemplo, ¿Es suficiente “observar ilustraciones” para poder identificar características que ayuden a discriminar entre seres vivos y objetos? Como grupo, es importante decidir SI es o NO suficiente esta experiencia de aprendizaje y por qué. Es importante que pueda proveer en su tabla de una razón clara por qué SI o por qué NO las habilidades científicas y sociales ayudan al aprendizaje de los conceptos identificados. La Tabla 4 proporciona un ejemplo de cómo llenar las nuevas columnas.
- Identificar Otras Actividades Instruccionales.** La siguiente tarea del grupo es identificar en qué otras actividades se tiene que involucrar al alumno para poder aprender los conceptos y habilidades identificadas. La pregunta que hay que hacerse es “¿Qué otras actividades tiene que realizar el alumno para mediar el aprendizaje del concepto?” Por ejemplo, dibujar o copiar un texto de la cuartilla a su cuaderno. Las *otras actividades instruccionales* se escriben en una nueva columna.
- Identificar las Actividades Críticas para el Aprendizaje de los Conceptos.** Para cada actividad que se encuentre en las guías, hay que preguntar: *¿Cómo contribuye esta actividad al desempeño que se quiere alcanzar? ¿Qué actividades son críticas e indispensables para alcanzar las metas de aprendizaje?* Si la actividad no contribuye sustancialmente a cumplir el desempeño, ello indica que la actividad no es crítica o indispensable y puede ignorarse. Si la actividad contribuye sustancialmente a alcanzar el desempeño, escriba la actividad en la columna correspondiente. La Tabla 4 proporciona un ejemplo de cómo llenar las nuevas columnas.

7. **Identificar Qué Aprende el Alumno.** ¿Qué es lo que tienen que aprender los alumnos? Para aumentar la probabilidad de que los alumnos transfieran lo que aprenden, es importante considerar la profundidad con la que se espera que aprendan; es decir, el nivel de conocimiento que se tiene como objetivo de desempeño. Un conocimiento superficial requiere únicamente de recuperación y reconocimiento de información (e.g., definir qué es una báscula). Un conocimiento más profundo requiere de aplicarlo (e.g., usar la báscula para medir la masa de un objeto). Un conocimiento aún más profundo requiere entender cuándo y cómo se puede utilizar dicho conocimiento para explicar un fenómeno o para aplicar el conocimiento aprendido (e.g., cuándo y en qué condiciones usar la báscula). Pensar en diferentes niveles de conocimiento ayuda a identificar con precisión lo que tienen que aprender los alumnos.

Las características de las actividades instruccionales imponen a los alumnos ciertas demandas que permiten que los conceptos y las habilidades se aprendan con diferentes niveles de profundidad:

- **Nivel Factual.** Este nivel de conocimiento requiere solamente de reconocer o reproducir información. Las actividades instruccionales que se utilizan para mediar el aprendizaje requieren del alumno aprender definiciones, términos, o procedimientos muy simples (e.g, aplicar un algoritmo). Verbos como *identificar, recordar, reconocer, usar, y seguir procedimientos* como recetas de cocinas, son verbos identificados con este nivel factual de conocimiento.
- **Nivel de Aplicación Básica.** Este nivel de conocimiento requiere de una demanda mayor por parte del alumno. *Organizar, estimar, hacer observaciones de manera sistemática, coleccionar, reportar datos y comparar datos de forma sistemática* representan verbos que reflejan un conocimiento que requiere de una aplicación básica de procedimientos, secuencias o acciones paso-a-paso, como lo son calcular la densidad de un objeto cuando se sabe su masa y su volumen e interpretar una gráfica. Dependiendo del desempeño que se busca con ciertas actividades, verbos como *explicar, describir e interpretar* forman parte de este nivel de conocimiento. Interpretar una gráfica simple requiere de un nivel de aplicación básica, mientras que interpretar una gráfica muy compleja que requiere de más decisiones forma parte de un nivel de conocimiento más profundo.
- **Nivel Esquemático.** Este nivel de conocimiento implica razonar, planear, y hacer conjeturas. Las tareas requieren más demandas de razonamiento. Requiere que los alumnos expliquen su pensamiento, el por qué de sus respuestas; busca saber por qué; conocimiento que usa para razonar acerca de algo, para predecir, para explicar cosas en la naturaleza (modelos conceptuales).

De importancia crítica para identificar el tipo de conocimiento es el verbo que se elige para describir la demanda cognitiva. La evidencia de que el alumno alcanzó los desempeños de aprendizaje ayuda a seleccionar los verbos a utilizar. Por ejemplo, “reconocer” implica que el alumno va a recuperar información de su memoria y ver si coincide con la información que se le presenta, e igualar lo que aprendió con lo que se le da. Sin embargo, si se quiere que el alumno

haga algo más que igualar información, entonces el *reconocer* no es el mejor término. La Tabla 7 presenta ejemplos de maneras de describir los conocimientos:

Tabla 7. *Ejemplos de Niveles de Conocimiento*

Conocimiento Factual	Conocimiento de Aplicación Básica	Conocimiento Esquemático
Describir qué es medio ambiente.	Observar cómo las plantas crecen y registrar cambios en el crecimiento.	Proporcionar el fundamento de por qué se debe manipular una variable a la vez.
Proveer ejemplos de modelos.	Aplicar las reglas necesarias para leer el termómetro.	Predecir y explicar qué pasará cuando una taza de agua tibia se pone dentro de un recipiente de agua caliente.
Describir los efectos de erosión.	Controlar variables abióticas (e.g., humedad, luz).	Explicar cómo la energía calorífica fluye de un objeto a otro.

8. **Evaluación del Aprendizaje.** Este aspecto se refiere a las oportunidades que dan los materiales para que el docente corrobore que el aprendizaje deseado ha tenido lugar. Tres preguntas guían este aspecto: *¿Se establece un medio para obtener información acerca del aprendizaje de los alumnos (e.g., prueba, actividad, producto, preguntas)?, ¿Es ese medio consistente con el objetivo de aprendizaje de la unidad? ¿Es ese medio adecuado al tipo de conocimiento que se propone con las actividades instruccionales?* Por ejemplo, *¿corresponde lo que se le pide al alumno en la prueba a las oportunidades de aprendizaje que se le dieron?*

Ejemplos de formas de evaluación descritas adecuadamente son los siguientes:

A los alumnos se les pide que...

- "Contesten cinco preguntas acerca de los factores medioambientales que se revisan conjuntamente con el docente; (ver página 20)."
- "Contesten a la prueba al final de la unidad; (ver página 36)."
- "Presenten su experimento a todo el grupo y evalúe la presentación considerando claridad de comunicación, claridad de la evidencia, conclusiones."

9. **Apoyos para el Alumno.** Este aspecto se refiere a qué tanto los materiales ofrecen oportunidades a los alumnos para conocer el progreso en su aprendizaje (auto-evaluación) y oportunidades para que mejoren ese aprendizaje, si es necesario (e.g., ejercicios extras, rúbricas para autoevaluación, hojas de monitoreo, estrategias de aprendizaje). Las preguntas que guían esta dimensión son: *¿Cuáles son las estrategias en los materiales que permiten garantizar que el alumno sabe qué tiene que hacer y por qué?* y *¿Cuáles son las estrategias que permiten al*

alumno saber que ya aprendieron lo que tenían que aprender? ¿Qué apoyos se le dan al docente y/o al alumno para mejorar el aprendizaje?

Ejemplos de apoyos a los alumnos descritos adecuadamente:

A los alumnos se les da...

- “Una forma donde el alumno escribe acerca de cuánto entiende acerca de un tópico, elige entre cuatro opciones: “¡No entiendo nada!”, “Más o menos le entiendo”, “Le entiendo, pero no completamente”, “¡Soy un experto en el tema!” (ver página 50).
- “Una forma que dice: Necesito ayuda en _____.” (ver página 50)”
- Ejercicios adicionales en cada tópico (ver página 23).

Análisis de lo Implementado

En esta parte del análisis, su experiencia juega un papel importante. Esta forma de análisis se enfoca en los **Problemas y Preocupaciones sobre la Implementación** de los materiales. En esta parte del análisis usted podrá discutir con sus colegas los problemas enfrentados en la implementación de los materiales. La discusión se centrará en cinco aspectos: (1) Dificultad para alcanzar los desempeños de la unidad; (2) Problemas de logística (e.g., organización de los alumnos para ciertas tareas, problemas para conseguir materiales; tiempo insuficiente); (3) Dificultad para motivar a los alumnos; (4) Manejo de la unidad en aulas multigrado, y (5) Sugerencias.

Ejemplos de problemas y preocupaciones descritos adecuadamente:

- “Falta de claridad en los desempeños de aprendizaje.”
- “Falta de tiempo para implementar las actividades sugeridas.”
- “Los alumnos se aburren después de la tercera actividad.”
- “Las actividades en la Lección (Guía) 5 son difíciles de implementar en salones multigrado.”
- “Las actividades propuestas no permiten desarrollar los aprendizajes esperados por ser muy simples o con otra orientación”

Una vez que el análisis de lo deseado se ha documentado, es importante documentar el análisis de lo implementado. Al igual que en análisis de los deseado, una tabla ayuda a organizar las cuatro dimensiones (Tabla 8).

Tabla 8. Columnas para la documentación del Análisis de lo Implementado.

Lección Guía	Dificultades en Alcanzar los Objetivos	Problemas Logísticos	Problemas de Motivación	Manejo de la Unidad en Aulas Multigrados	Sugerencias
1					
2					
3					

Algunas Reglas

4. Es importante poner atención y discutir problemas críticos relacionados con la implementación de los materiales. Problemas de otro tipo desvían la atención del análisis propuesto.
5. Es importante poner más atención a los problemas y preocupaciones comunes entre los participantes del grupo que a aquellos problemas muy específicos y particulares.
6. En este análisis se pueden proponer sugerencias, comentarios, o indicaciones que usted considere que pueden mejorar los materiales, el aprendizaje de los alumnos, y su papel como docente (e.g., si las instrucciones para una actividad no son claras para los alumnos, explique por qué). Por favor, asegúrese de escribir sus comentarios, sugerencias, observaciones etc., de una manera muy específica, de manera que sea posible saber qué mejoras se pueden hacer. Comentarios como “Este material es muy bueno” o “¿En qué estaban pensando los que escribieron esto?” no informan acerca de las características de los materiales. En cambio, comentarios como “Las actividades están secuenciadas lógicamente” o “El mismo tipo de actividad se repite durante toda la lección” dan información precisa sobre las características de los materiales.

Logística

En este taller se analizarán materiales de segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo, noveno, décimo, y onceavo grados y los materiales de aceleración. Para el ejercicio se eligieron tópicos que se consideren medianamente comunes a través de los grados. La elección de los materiales con este criterio permitirá hacer la revisión entre grados. La Tabla 9 presenta los tópicos y la organización por grupos.

Tabla 9. Organización de los Materiales por Grupo y Tópico

Grupos	Grado	Unidad a Analizar Estructuralmente	Nombre de la Unidad	Número de Lecciones (Guías)
Tópico: Seres Vivos				
Grupo 1	2º	Unidad 1	Seres de la naturaleza	5
Grupo 2	3º	Unidad 1	Clasificación de los seres vivos	3
Grupo 3	4º	Unidad 1	Los reinos de la naturaleza	3
Grupo 4	5º	Unidad 1	Estructura de los seres vivos	3
Tópico: Cómo funciona el Entorno				
Grupo 5	6º	Módulo 3	¿Cómo funciona tu entorno?	5
Grupo 6	7º	Módulo 3	La Tierra y sus organismos vivos hacen parte de un gran sistema	5
Tópico: Biología				
Grupo 7	10º	Momento 1-A	Visión sobre química y principios de genética	No guías
Grupo 8	11º	Momento 1-A	Nivel de química y biología	No guías
Aceleración: Salvar la Tierra				
Grupo 9	6	Subproyecto-1	Naturaleza frente al desarrollo: Equilibrio o Desequilibrio	No guías
	6	Subproyecto-2	Si existieran los árboles y los bosques, no existirías	No guías
Grupo 10	6	Subproyecto-3	El agua como preservarla	No guías
	6	Subproyecto-4	Protegiendo el Planeta, Soy Parte de la Solución	No guías