



SABER

**SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
GRUPO DE EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN BÁSICA Y
MEDIA**

ÁREA DE CIENCIAS NATURALES

**ANÁLISIS DE PREGUNTAS
APLICACIÓN 2005 - 2006**



Autores Colegiatura de Ciencias

Biología

Javier Toro (ICFES)
Carmen Reyes
Rosario Martínez

Química

Yanneth Castelblanco (ICFES)
Fidel Cárdenas
Carlos Ostos

Física

Oscar Avella
Marcela Bonilla

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
1. PROPÓSITOS DE LA EVALUACIÓN EN CIENCIAS NATURALES	5
2. ESTRUCTURA DE LA PRUEBA.....	7
2.1 Los Contextos.....	8
2.2 Competencias Específicas en Ciencias Naturales	8
2.3 Niveles de Competencia	10
2.4 Los Componentes	14
3. ANÁLISIS DE PREGUNTAS	15
3.1 Elementos de análisis	15
3.2 Ejemplos de preguntas	15
3.2.1 Grado Quinto.....	15
3.2.2 Grado Noveno	48
4. ANÁLISIS DE LA PREGUNTA ABIERTA.....	86
5. RECOMENDACIONES	99
6. ALGUNAS IDEAS SOBRE ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA	101
BIBLIOGRAFÍA	108

INTRODUCCIÓN

Los ciudadanos del siglo XXI estamos viviendo una época de grandes cambios en el nivel científico y tecnológico. Para enfrentar este reto es importante formar a nuestros jóvenes. No pretendemos que se conviertan todos ellos en científicos, ojala muchos de ellos lo hagan. Pero éstos, y aquéllos que no se dediquen a las ciencias, deben contar con una formación integral en ciencias y con un pensamiento científico que les permita desenvolverse en su medio. Así, buscamos que la educación en ciencias naturales impartida en la escuela prepare ciudadanos observadores, analíticos y críticos, que tomen decisiones basados en evidencias y que entiendan el papel que cumple la ciencia en la sociedad y en la vida personal de cada uno de ellos.

Al realizar las pruebas SABER en Ciencias Naturales, cuyo análisis presentamos a continuación, hemos querido acercar las ciencias naturales a los estudiantes situándolos en contextos cotidianos y con problemas que afectan sus vidas. La prueba trasciende el conocimiento particular exclusivamente. Evalúa la autonomía del estudiante en la aplicación de los conocimientos aprendidos, dentro y fuera de la escuela, en contextos diferentes.

Teniendo en cuenta el interés por formar un ciudadano competente que comprenda lo que aprende, que tenga una visión amplia del mundo y que pueda establecer conexiones entre las áreas de aprendizaje, la prueba SABER es presentada al estudiante con un hilo conductor en donde el alumno encuentra las preguntas relacionadas con un contexto o situación dada. La prueba se ha construido teniendo como referente los Lineamientos Curriculares para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental y los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.

La entrega los instrumentos de evaluación a cada una de las instituciones y la presentación de este análisis tienen como objetivo compartir con la comunidad educativa, especialmente con los docentes y estudiantes, el enfoque y la intención de la prueba. El docente puede utilizar las pruebas para convertir esta evaluación en una herramienta formativa discutiendo con sus alumnos lo que explícita e implícitamente se evalúa en cada pregunta: qué competencia o competencias específicas se examinan, cuáles competencias generales se requieren para responderla, qué formas de razonar o qué ideas preconcebidas pueden llevar a los estudiantes a seleccionar cada opción de respuesta.

El análisis individual y colectivo permitirá reflexionar sobre los aciertos y las dificultades al responder la prueba y se convertirá en un valioso material de análisis y

discusión acerca de cómo estudiar, de la necesidad de aprender ciertas formas de interpretar los fenómenos y ciertas maneras de razonar y de trabajar, y de cuáles son las fuentes de error que llevan a responder de ciertos modos. Este análisis puede ser un material esencial en la tarea de reconocer lo importante y de comprender por qué es importante. Puede ser útil en la tarea de hacer visibles las ventajas y los problemas de los modos de enseñar y de aprender que se están implementando en el aula. Esperamos que las Pruebas SABER se conviertan en un aporte para complementar su trabajo pedagógico en el aula y para enseñar a sus alumnos de manera efectiva y estimulante.

1. PROPÓSITOS DE LA EVALUACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

Las pruebas SABER se sitúan por ahora en el dominio de los conocimientos universales¹. Buscan establecer y diferenciar las varias competencias de los estudiantes para poner en juego conocimientos básicos de las ciencias naturales en la comprensión y resolución de problemas. Las pruebas, además, evalúan la comprensión que los estudiantes tienen sobre las particularidades y los alcances del conocimiento científico y la capacidad que poseen para diferenciar este conocimiento de otros saberes. Se espera que en el futuro la prueba permita conocer las actitudes de los estudiantes frente al conocimiento y a la ciencia.

Las pruebas evalúan la competencia para identificar, indagar y, reconocer y diferenciar explicaciones científicas y no científicas acerca del funcionamiento del mundo y de los acontecimientos que en él suceden. Esta evaluación también busca conocer la capacidad de los estudiantes para establecer relaciones entre nociones y conceptos provenientes de contextos propios de la ciencia y de otras áreas del conocimiento, poniendo en ejercicio su capacidad crítica, entendida como la habilidad para identificar inconsistencias y falacias en una argumentación, para valorar la calidad de una información o de un mensaje y para asumir una posición propia. Lo anterior hace parte de los requerimientos del mundo moderno que exigen la capacidad de interpretar y actuar socialmente de manera reflexiva, eficiente, honesta y ética.

En este mismo contexto, la prueba evalúa el conocimiento del lenguaje de la ciencia, para la comunicación según distintas circunstancias y modalidades en el mundo moderno. En este sentido, se tiene en cuenta que para lograr el dominio y la comprensión del lenguaje propio de las ciencias, el niño transita paulatinamente desde un universo de significados muy ligado a su realidad cercana, que se

¹ Cuando decimos "por ahora" queremos indicar que sería posible que las regiones generaran pruebas adicionales para tomar en cuenta situaciones o problemas locales y, además de los conocimientos de las ciencias, ciertos saberes de experiencia que se desarrollan en las localidades.

enriquece permanentemente, hasta alcanzar niveles cada vez más altos de abstracción y de generalización.

La prueba SABER también evalúa la comprensión que tienen los jóvenes de las relaciones dinámicas que se generan día a día entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, en lo que podría llamarse una educación en ciencias con compromiso social, es decir, con posibilidades de comprender y hacer uso de la ciencia en función del mejoramiento de la calidad de vida de las personas y de las comunidades.

Se tiene presente que en las instituciones escolares no se trata de formar científicos en sentido estricto, como ya se mencionó, sino de formar personas que sean capaces de reconstruir significativamente el conocimiento existente, aprendiendo a aprender, a razonar, a tomar decisiones, a resolver problemas, a pensar con rigurosidad y a valorar de manera crítica el conocimiento y su impacto en la sociedad y en el ambiente.

2. ESTRUCTURA DE LA PRUEBA

A lo largo de su educación básica y media el estudiante debe desarrollar competencias² que le permitan conocer su entorno, actuar sobre él e integrarse culturalmente y como ciudadano responsable a su medio social. Las diferencias culturales que existen en el país exigen un balance delicado en la educación entre lo que es necesario saber para integrarse como actor en los entornos locales y los conocimientos universales de los cuales no puede prescindirse en el mundo de hoy.

Las instituciones educativas deben ser respetuosas de la diversidad étnica y cultural y los programas educativos deben tomar en cuenta esta diversidad. Sin embargo, la extensión global de las innovaciones tecnológicas y su incidencia, cada vez más grande en la vida cotidiana de las personas, exigen una mínima comprensión de elementos fundamentales de las ciencias naturales así como un conocimiento de sus alcances y del tipo de problemas que pueden resolver. Por eso se hace necesario el desarrollo de competencias que le permitan al estudiante poner en juego conocimientos de las ciencias para comprender y contribuir a resolver problemas de su entorno.

La comprensión de las ciencias naturales, en el contexto de la vida cotidiana, se va adquiriendo gradualmente a través de las experiencias que responden a la curiosidad propia de los niños y en la medida en que el estudiante conoce el lenguaje y los principios de la ciencia. La estructura de la Prueba SABER propone, entonces, preguntas alrededor de situaciones de la vida diaria para estimular la costumbre de observar el medio y las situaciones cotidianas y de preguntar por los fenómenos desde la perspectiva de las ciencias naturales. Así, la presentación de preguntas o problemas, desde el entorno del estudiante, promueve un acercamiento hacia las ciencias naturales y una mayor comprensión de su importancia para adquirir competencias para la vida.

La prueba SABER se presenta en 3 cuadernillos, cada uno de los cuales contiene 12 preguntas de ciencias naturales distribuidas así: cuatro del componente Entorno Vivo, cuatro del componente Entorno Físico, y cuatro del componente Ciencia, Tecnología y Sociedad. Cada niño responde sólo un cuadernillo.

² En términos muy generales, la capacidad de actuar, interactuar e interpretar en un contexto dado se llama "competencia". Conviene recordar que la noción de competencia que se utiliza en la conceptualización de las pruebas SABER incluye la apropiación de conocimientos.

2.1 Los Contextos

Un contexto en la prueba SABER es un escenario en el que se desarrollan eventos particulares que involucran, en muchos casos, temáticas universales.

La elección de los contextos obedece a la intención que tiene la prueba de reducir la brecha que existe entre la vida escolar y la vida cotidiana. El contexto sitúa al estudiante en un espacio que permite vincular lo aprendido en la escuela con su cotidianidad. Busca además proponerle al docente orientaciones para que, desde el aula, conecte el conocimiento proveniente de las ciencias con la realidad circundante de los estudiantes.

Los contextos elegidos para las pruebas SABER de 2005 fueron: para grado 5°, Una salida pedagógica y para grado 9°, El mar, la escasez de agua y Las fuentes de energía. En el 2006 se seleccionaron: Los juegos en la escuela en grado 5° y El vuelo y los Biocombustibles en grado 9°.

2.2 Competencias Específicas en Ciencias Naturales

Las competencias básicas generales, **Interpretar, Argumentar y Proponer**³, se desarrollan y diferencian a lo largo de la experiencia escolar. Aprendemos en la escuela una manera de relacionarnos con el acumulado simbólico heredado en las ciencias y en las artes, con lo escrito y con la argumentación. Aprendemos a hacer uso del lenguaje hablado y escrito para planear nuestras acciones y hacer juicios o balances sobre ellas. Pensar en las competencias generales es básico en la formación escolar.

Cada área del conocimiento desarrolla formas particulares de comprender los fenómenos que le son propios e indagar acerca de ellos. Puede decirse también que cada disciplina desarrolla lenguajes especializados y en ellos las competencias generales adquieren connotaciones y formas de realización específicas. Para dar cuenta de esta especificidad en la enseñanza de las ciencias naturales conviene definir ciertas competencias específicas que dan cuenta de manera más precisa de la comprensión de los fenómenos y del quehacer en el área.

Para el área de ciencias naturales se han definido siete competencias específicas que corresponden a capacidades de acción que se han considerado relevantes, pero sólo tres de ellas, Identificar, Indagar y Explicar, son evaluadas en la prueba SABER. Las otras cuatro competencias: Comunicar, Trabajar en equipo, Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y Disposición para aceptar la naturaleza cambiante del conocimiento deben desarrollarse en el aula como parte de

³ Para una ampliación del significado de estas competencias se puede consultar el documento "Nuevo Examen de Estado para el ingreso a la educación superior. Cambios para el siglo XXI". ICFES, 1999.

la formación en ciencias, aunque de momento no se puedan rastrear desde una evaluación externa.

Las competencias específicas que serán evaluadas en la prueba SABER son:

1. **Identificar.** Capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos y representaciones (entendemos por representaciones las nociones, los conceptos, las teorías, los modelos y, en general, las imágenes que nos formamos de los fenómenos) a partir del conocimiento adquirido.

Esta competencia se desarrolla, como las demás, a lo largo de la vida escolar. El niño comienza diferenciando los objetos y los fenómenos según categorías básicas, desde la cotidianidad. Más tarde, la escuela introduce formas de diferenciación de objetos y fenómenos según categorías o criterios más elaborados. La apropiación de las categorías de las ciencias permite avanzar en la diferenciación y el reconocimiento de fenómenos. Las nuevas formas de reconocimiento y de diferenciación transforman la mirada y pueden convertirse en una fuente de preguntas y problemas. Aprendemos a ver el mundo que nos rodea en la medida en la cual avanzamos en el proceso de distinguir y agrupar las cosas, y de reconocer fenómenos y vínculos entre ellos. En este proceso, el lenguaje es fundamental.

Las preguntas de la prueba SABER relacionadas con esta competencia buscan que el estudiante relacione conceptos y conocimientos adquiridos, con fenómenos que se observan con frecuencia, de manera que pase de la simple repetición de los conceptos a un uso comprensivo de ellos. Involucran el reconocimiento, la diferenciación, la comparación a partir del establecimiento de relaciones entre nociones, conceptos y elementos propios de la disciplina. Tienen que ver con la capacidad para, por ejemplo, clasificar organismos o materiales de acuerdo con sus propiedades, características, funcionamiento y usos, u otras categorías, finas y gruesas que permitan una agrupación; reconocer la estructura que le permite a un organismo particular vivir en un ambiente determinado; asociar elementos comunes, que determinen una particularidad, a un grupo de organismos o materiales.

2. **Indagar.** *Capacidad para seleccionar, organizar e interpretar información relevante y para diseñar y elegir procedimientos adecuados con el fin de dar respuesta a una pregunta.*

La educación en ciencias busca promover una forma de trabajo propia de las ciencias como un tipo particular de indagación en el que se parte de una pregunta pertinente y se establecen los elementos que deben ser considerados para resolverla (lo cual implica apoyarse en la información fáctica, en el conocimiento adquirido y en la capacidad de crear o imaginar estrategias de solución posibles). Una vez se ha

logrado formular una pregunta relativamente precisa, se puede proceder a establecer un método de trabajo para resolverla. Incluye, además, la acción planeada, orientada a la búsqueda de información que ayude a establecer la validez de una respuesta preliminar y la planeación de un experimento sencillo, entre otros.

Para la evaluación de la competencia Indagar en la prueba se han incluido ítems relacionados con la capacidad para el planteamiento de nuevas preguntas, la búsqueda y establecimiento de relaciones de causa–efecto, la consulta en los libros u otras fuentes de información, la capacidad para hacer predicciones, identificar variables, seleccionar experimentos adecuados y organizar y analizar resultados. La prueba presenta gráficas y tablas de datos como una forma de reconocer la capacidad de los estudiantes para interpretar representaciones y para reconocer correlaciones, regularidades y patrones.

3. **Explicar.** Capacidad para seleccionar y comprender argumentos y representaciones adecuados para dar razón de fenómenos.

La búsqueda de explicaciones constituye una parte fundamental de la actividad del ser humano y puede considerarse inherente al deseo de entender el mundo que lo rodea. En la escuela las explicaciones están enmarcadas en el contexto de una “ciencia escolar”⁴ cuya complejidad debe ajustarse al grado de desarrollo de los estudiantes. La escuela debe orientar a los niños para que amplíen sus interpretaciones de los fenómenos que ocurren en su entorno, basadas en la experiencia cotidiana, y las enriquezcan con los conocimientos aprendidos para construir explicaciones cada vez más cercanas a las explicaciones científicas. La competencia explicativa fomenta en el estudiante una actitud analítica que le posibilite establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento.

Para evaluar esta competencia en la prueba se han incluido preguntas en las cuales el estudiante debe seleccionar la explicación más adecuada para dar razón de un problema o de una situación particular, deducir la validez de un argumento a partir de los referentes conceptuales que posee, o que se presentan en el enunciado, o a partir de la búsqueda de relaciones y conexiones entre fenómenos y conceptos.

2.3 Niveles de Competencia

Al evaluar las competencias específicas en ciencias naturales se reconocen los distintos niveles de desarrollo de las mismas y del conocimiento que proponen los estándares y que pueden ser alcanzados por los estudiantes, según el grado

⁴ Ciencia escolar: en la escuela la ciencia que se enseña no tiene la misma amplitud y finalidad que la ciencia de las comunidades científicas; los conceptos que se manejan en la escuela no tiene la misma complejidad. Por eso, podemos hablar de una ciencia escolar para diferenciarla de la ciencia de las comunidades científicas.

escolar. La prueba explora, consecuentemente, unos niveles de realización de las competencias específicas que es posible alcanzar sobre la base del desarrollo de las competencias generales. Así, se reconocen tres niveles de desarrollo de las competencias: B, C y D en quinto grado y C, D y E en noveno. Los estudiantes que por diversas razones no se ubican en ninguno de los niveles antes propuestos, se sitúan en el nivel A.

El nivel de competencia se refiere al grado de complejidad y abstracción de los procesos que el estudiante debe realizar en el momento de dar respuesta a una determinada pregunta. Las preguntas formuladas en la prueba SABER tienen en cuenta los lineamientos curriculares y los estándares en ciencias, y rastrean los tres niveles de competencia enunciados anteriormente.

Estos niveles señalan el desarrollo de las competencias específicas en un determinado grado de escolaridad (5° y 9° grado), identificadas a partir de la resolución de preguntas enmarcadas en los componentes **Entorno Físico**, **Entorno Vivo** y en **Ciencia Tecnología y Sociedad**.

El nivel más básico establecido por la prueba, B para quinto y C para noveno, da razón de lo más particular y concreto: la percepción diferenciada de fenómenos en la experiencia cotidiana. Para el nivel intermedio, C para quinto y D para noveno, la percepción se afina gradualmente, la diferenciación se hace cada vez más elaborada y se establecen nuevas y más generales relaciones entre los contenidos de la percepción. En el nivel más alto, D en grado quinto y E en noveno, el estudiante logra comprender los fenómenos desde conceptualizaciones más universales y teorías que implican un grado mayor de abstracción y conocimiento.

Grado 5º

El estudiante que alcanza este nivel...

<i>Nivel B</i>	Reconoce y diferencia fenómenos del <u>entorno cotidiano</u> e identifica relaciones sencillas ⁵ entre los fenómenos a partir de la experiencia cotidiana y del sentido común. Interpreta información explícita contenida en textos, tablas y gráficas para la comprensión cualitativa de los fenómenos. Logra construir explicaciones sencillas y coherentes sobre los fenómenos del entorno vivo, físico y de ciencia, tecnología y sociedad, utilizando <u>lenguaje no especializado</u> .
<i>Nivel C</i>	<p>Reconoce y diferencia los fenómenos del entorno cotidiano a partir de <u>nociones o categorías</u>, como por ejemplo metales y no metales, vivo y no vivo, lugar y tiempo, que le permiten discriminar aspectos cualitativos y cuantitativos.</p> <p>Hace uso comprensivo de su conocimiento cotidiano y <u>escolar</u> para solucionar problemas del entorno vivo, del entorno físico y para reconocer la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Utiliza la información que proporcionan los textos, tablas y gráficas para establecer relaciones sencillas <u>entre dos fenómenos o dos variables</u>. Identifica o reconoce las características y condiciones que los determinan y establece semejanzas y diferencias entre ellos.</p> <p>Construye explicaciones sencillas <u>basándose en nociones o categorías</u> que le permiten dar cuenta de fenómenos cotidianos utilizando un lenguaje más amplio.</p>
<i>Nivel D</i>	<p>Reconoce, diferencia y analiza los fenómenos del entorno cotidiano empleando nociones y categorías que involucren teorías y conceptos en el nivel más elemental de la ciencia, propios del quinto grado escolar. Muestra así un mayor desarrollo de su capacidad de abstracción y de generalización.</p> <p>Utiliza un lenguaje más especializado dentro del campo de las ciencias para dar cuenta de los fenómenos naturales que lo circundan y de la relación entre ciencia, tecnología y sociedad. Usa adecuadamente la información que proporcionan las distintas fuentes bibliográficas y la que ha obtenido en sus prácticas de aula para establecer relaciones y hacer inferencias sobre un fenómeno, atendiendo a criterios de causalidad y regularidad.</p>

⁵ El término "sencillo" en el texto hace referencia al uso de pocas variables y nociones en la explicación o descripción de un fenómeno. Así mismo, el término "complejo" hace referencia al uso de múltiples variables y relaciones entre ellas, o al empleo de un mayor número de nociones para explicarlo o describirlo.

Grado 9º

El estudiante que alcanza este nivel...

<p><i>Nivel C</i></p>	<p>Reconoce y diferencia los fenómenos del entorno cotidiano a partir de nociones o categorías que le permiten discriminar aspectos cualitativos y cuantitativos de estos eventos. Hace uso comprensivo de su conocimiento cotidiano y escolar para la solución de problemas del Entorno Vivo, del Entorno Físico y reconoce la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad.</p> <p>Utiliza la información que proporcionan los textos, tablas y gráficos y la que ha obtenido a partir de su práctica de aula para establecer relaciones sencillas entre dos fenómenos o variables atendiendo a <u>criterios de causalidad</u>.</p> <p>En este nivel logra construir explicaciones <u>basándose en nociones o categorías</u> que le permiten <u>reconocer</u> fenómenos cotidianos.</p>
<p><i>Nivel D</i></p>	<p>Reconoce, diferencia y <u>analiza</u> los fenómenos de la naturaleza <u>empleando categorías y conceptos</u>. En consecuencia, maneja un lenguaje más elaborado de los fenómenos naturales y sociales.</p> <p>Utiliza la información que proporcionan los textos, tablas, gráficos y la que ha obtenido en sus prácticas de aula para establecer relaciones entre fenómenos o variables atendiendo a principios de causalidad, a criterios de inclusión o exclusión y de correlación.</p> <p>En este nivel logra construir explicaciones empleando nociones o conceptos que permiten <u>caracterizar</u> los fenómenos naturales.</p>
<p><i>Nivel E</i></p>	<p>Reconoce, interpreta, analiza y hace inferencias de los fenómenos de la naturaleza <u>basándose en conceptos y teorías</u>. En consecuencia, maneja un lenguaje más elaborado de los fenómenos naturales y sociales.</p> <p>Utiliza la información que proporcionan textos, tablas y gráficos, selecciona métodos adecuados y usa conceptos y teorías para la resolución de problemas.</p> <p>En este nivel construye explicaciones basándose en conceptos y teorías que permiten dar razón de una situación problema o de un fenómeno natural.</p>

2.4 Los Componentes

Un componente en la prueba SABER es un elemento integrador de un sistema de representaciones que surge de la necesidad de abordar el estudio de las ciencias naturales a partir de categorías. Las ciencias naturales son entendidas como una construcción humana de conceptos, principios, leyes y teorías, a partir de los cuales el ser humano investiga, interpreta y da explicación acerca de los fenómenos que ocurren en el mundo natural y social.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta los estándares básicos de competencias, se proponen tres componentes denominados Entorno Vivo, Entorno Físico y Ciencia, Tecnología y Sociedad, CTS.

Entorno Vivo

El componente Entorno Vivo en la prueba SABER aborda los temas relacionados con los seres vivos y sus interacciones. Se centra en el organismo para entender sus procesos internos y sus relaciones con los medios físico y biótico. Este componente hace referencia a la comprensión y el uso de nociones y conceptos relacionados con la composición y el funcionamiento de los organismos, sus niveles de organización interna, su clasificación, sus controles internos -homeostasis- y su reproducción como mecanismo para mantener la especie. Indaga sobre el conocimiento de la herencia, las adaptaciones y la evolución de la diversidad de formas vivientes.

El componente Entorno Vivo hace referencia, igualmente, a las relaciones que establecen los organismos con otros organismos, con su ecosistema, con el ambiente en general, y a la necesidad de conservar y preservar los ecosistemas.

Entorno Físico

El componente Entorno Físico se orienta a la comprensión de los conceptos, principios y teorías a partir de los cuales el hombre describe y explica el mundo físico con el cual interactúa. Dentro de este componente se estudia el universo –haciendo énfasis en el sistema solar y la Tierra como planeta– y la materia y sus propiedades, estructura y transformaciones, apropiando nociones o conceptos como mezclas, combinaciones, reacciones químicas, energía, movimiento, fuerza, tiempo, espacio y sistemas de medición y nomenclatura.

Ciencia, Tecnología y Sociedad, CTS.

El componente CTS de la prueba SABER explora tres aspectos: 1) El reconocimiento de las tecnologías como resultado de la aplicación del conocimiento científico. 2) El uso, la aplicación y la explicación de avances tecnológicos a partir de nociones y conceptos científicos. 3) El análisis de la influencia –ventajas y desventajas- de la

ciencia y la tecnología en la sociedad y el ambiente. Para evaluar lo anterior se abordan aspectos relacionados con las comunicaciones, el transporte, el desarrollo de materiales, el uso de recursos naturales y, aspectos relacionados con la contaminación, entre otros. Este componente debe enfocarse de manera que promueva una actitud orientada al cuidado y conservación del planeta.

Siguiendo los lineamientos de los Estándares, en este componente se incluye la salud como elemento importante en el desarrollo y la formación del individuo, con lo cual se propende por el cuidado y el respeto del organismo y la promoción de la salud en la comunidad y en la sociedad.

3. ANÁLISIS DE PREGUNTAS

3.1 Elementos de análisis

A continuación se presenta el análisis de 43 preguntas de ciencias naturales abordadas para los grados 5° y 9° de las aplicaciones de 2005 y 2006. Cada pregunta analizada viene acompañada de un cuadro que se encuentra en el parte inferior de la pregunta, en el cual se indica la acción de pensamiento que se relaciona con la pregunta; debajo de este cuadro se presenta la caracterización de la misma, es decir, el grado, el entorno, la competencia, el nivel y la respuesta correcta o clave. Al lado derecho aparece una tabla que muestra el porcentaje por opción de respuesta. Finalmente, se presenta un análisis de la pregunta, que involucra un comentario sobre la intención evaluativa del ítem, la competencia, el nivel y componente evaluado. En el análisis se presentan posibles interpretaciones de los estudiantes para seleccionar las opciones de respuesta y una justificación teórica de la opción correcta.

3.2 Ejemplos de preguntas

3.2.1 Grado Quinto

Ejemplo 1 – 2006

Mientras juegan a saber quién dura más debajo del agua, la profesora explica que los peces pueden vivir en el agua porque

- A. respiran por la piel para evitar que se les llenen los pulmones de agua.*
- B. tienen branquias que les permiten tomar oxígeno debajo del agua.*
- C. tienen pulmones y salen a respirar en la noche porque en el agua falta oxígeno.*
- D. tienen branquias y no necesitan oxígeno para vivir debajo del agua.*

Acción de pensamiento: Identifico adaptaciones de los seres vivos teniendo en cuenta las características de los ecosistemas en que viven.

Grado: **5º**
Componente: **Entorno Vivo**
Competencia: **Identificar**
Nivel: **B**
Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
10%	56%	5%	30%

Esta pregunta se elaboró teniendo en cuenta una situación cotidiana: los niños se sumergen en el agua y aguantan la respiración durante un tiempo no prolongado después del cual deben volver a la superficie para respirar. Se les pide relacionar esta situación con la de los peces que permanecen bajo el agua durante toda su vida. La pregunta indaga sobre el reconocimiento del sistema respiratorio adecuado para sobrevivir en un ambiente determinado.

El 10% de los estudiantes contestó la opción A. Aunque este grupo relaciona a los peces con un sistema pulmonar (el cual está presente en algunos mamíferos acuáticos pero no en los peces), identifica la piel como un sistema auxiliar de respiración en medios acuáticos, por ejemplo en los anfibios. Los estudiantes que contestan esta opción no tienen claro que además de los pulmones existen otros tipos de sistemas respiratorios, como las branquias, en el caso de los peces. La elección de esta opción indica que en el aula debe hacerse más énfasis en la relación entre un sistema respiratorio y un ambiente determinado.

El 56 % de los estudiantes identifica que los peces tienen branquias y que éstas les permiten respirar bajo el agua. Entre los animales que viven en el agua el sistema respiratorio más común es el de branquias. Éstas, al estar en contacto directo con el agua permiten la difusión del oxígeno disuelto hacia la sangre que las irriga.

El 5% de los estudiantes considera que los peces tienen pulmones y que pueden permanecer horas bajo el agua sin respirar. Algunos animales acuáticos con pulmones, como las ballenas, pueden mantenerse largo tiempo bajo el agua sin respirar porque usan efectivamente el oxígeno acumulado en los pulmones tienen

una gran capacidad de reserva de aire en sus pulmones, pero aún así, necesitan salir varias veces al día a la superficie del agua para intercambiar aire.

El 30% de los estudiantes sabe que los peces poseen branquias pero no sabe que en el agua hay oxígeno disuelto ni que éste sea fundamental para sobrevivir en ambientes acuáticos, un pensamiento muy cotidiano. Estos estudiantes consideran que el oxígeno sólo es fundamental para los animales que viven sobre la superficie terrestre. Esto indica que en el aula se debe profundizar más en la importancia del oxígeno para todos los animales acuáticos o terrestres, pues con excepción de las bacterias anaeróbicas, todos lo necesitan para vivir.

Ejemplo 2 – 2006

En un grupo de cuatro niñas que tiene la misma preparación y estado físico, quien tiene mayor posibilidad de ganar una competencia de natación es aquella que ha consumido alimentos más energéticos. En la siguiente tabla se muestra de qué se compone el desayuno de cada niña

CLASE DE PORCENTAJE DE ALIMENTOS INCLUIDOS EN EL DESAYUNO			
Nombre de la niña	¿Título?		
	% carbohidratos	% proteínas	% grasa
Yuli	20	60	20
Antonia	15	5	80
Marcela	50	20	30
Jimena	80	15	5

Según la información de la tabla, la niña que ha consumido el desayuno más energético es

- A. Yuly.
- B. Antonia.
- C. Marcela.
- D. Jimena.

Acción de pensamiento: *Selecciono información apropiada para dar respuesta a mis preguntas. Explico las necesidades de energía y nutrientes de los seres vivos.*

Grado:	5º
Componente:	Entorno Vivo
Competencia:	Indagar
Nivel:	D
Clave:	D

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
34%	12%	12%	42%

La pregunta indaga sobre la importancia que tiene la nutrición para el funcionamiento óptimo del cuerpo humano. Se busca que los estudiantes comprendan que lo que comemos diariamente y lo que comemos antes de hacer deporte se refleja en nuestro desempeño.

Esta pregunta de la competencia indagación se construyó teniendo en cuenta el manejo de variables y constantes en el diseño de un trabajo experimental. Se especifica que todas las niñas tienen el mismo estado físico (constante) y que habían tomado desayunos diferentes (variable), de manera que al final es posible relacionar una respuesta con la variable que se quiere evaluar. Adicionalmente, esta pregunta requiere que los estudiantes interpreten la información presentada en la tabla y utilicen los conocimientos de las funciones de los alimentos para tomar una decisión. Este ítem muestra la importancia de enseñar a los estudiantes desde los primeros años de estudio, a presentar la información en tablas o gráficas de manera que se facilite su comparación o interpretación.

El 34% seleccionó la opción A, en la cual las proteínas constituyen el 60% del desayuno. La composición de este desayuno, aunque no es el más energético, si constituye el desayuno más constructor, porque las proteínas son la base de la construcción de tejidos, hormonas y enzimas del cuerpo y por ello son importantes en la alimentación. Al elegir esta opción, los estudiantes reconocen la importancia de las proteínas en la nutrición diaria pero no relacionan que en el momento de hacer deporte se requieren alimentos que liberen energía rápidamente y las proteínas liberan la energía lentamente. Adicionalmente, consumir una dieta muy alta en proteínas antes de hacer deporte puede ocasionar deshidratación por la mayor necesidad de orinar.

El 12% seleccionó la opción B, relacionada con un desayuno cuyo grupo principal son las grasas. Estos estudiantes reconocen que las grasas tienen un alto nivel calórico pero dado que su aprovechamiento toma más tiempo, las grasas no constituirían el alimento más adecuado para una competencia a corto plazo. El 12% de los estudiantes seleccionó la opción C, en la cual se muestra el desayuno más balanceado pero con un porcentaje mayor de carbohidratos, lo cual es muy adecuado para actividades físicas de baja o mediana intensidad que no requieran tanta energía de manera inmediata.

El 42% de los estudiantes seleccionó la opción correcta D, que presenta un desayuno muy energético, es decir, que cuenta con un 80% de carbohidratos. Los

carbohidratos se consideran alimentos muy energéticos y, aunque los otros tipos de alimento también proporcionan energía, el sistema digestivo aprovecha los carbohidratos más rápidamente. En este caso se reconoce en los estudiantes un manejo de los conceptos y del lenguaje técnico de las ciencias.

Ejemplo 3 – 2006

Uno de los niños del equipo de baloncesto no pudo correr porque tiene problemas en su sistema circulatorio. Ese problema le reduce

- A. la inhalación del aire.*
- B. las defensas del cuerpo.*
- C. el calcio de los huesos de las piernas.*
- D. el transporte del oxígeno en el cuerpo.*

Acción de pensamiento: Represento los diversos sistemas de órganos y explico su función. Establezco relaciones entre deporte y salud física y mental.

Grado: **5º**
 Componente: **Entorno Vivo**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **B**
 Clave: **D**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
13%	19%	23%	44%

Esta pregunta se enmarca en una situación cotidiana de las aulas de clase y su intención es que el estudiante relacione órganos con funcionamiento y funcionamiento adecuado de los órganos con buena salud. Con frecuencia los estudiantes dejan de establecer relaciones correctas entre un órgano y la función que éste cumple en el organismo.

El 13% de los estudiantes eligió la opción A. Esta opción se propuso para identificar el conocimiento cotidiano que manejan los estudiantes y que debe ampliarse con los conocimientos que da la escuela. Desde el conocimiento cotidiano el estudiante reconoce que una respiración adecuada es importante cuando se hace deporte, pero no establece la distinción entre inhalar aire, que es función del sistema respiratorio, y transportar oxígeno al resto del cuerpo, que es función del sistema circulatorio.

El 19% cont
 defensas del
 de la informa

Mientras juegan a saber quién dura más debajo del agua, la profesora explica que los peces pueden vivir en el agua porque

- A. respiran por la piel para evitar que se les llenen los pulmones de agua.*
- B. tienen branquias que les permiten tomar oxígeno debajo del agua.*
- C. tienen pulmones y salen a respirar en la noche porque en el agua falta oxígeno.*
- D. tienen branquias y no necesitan oxígeno para vivir debajo del agua.*

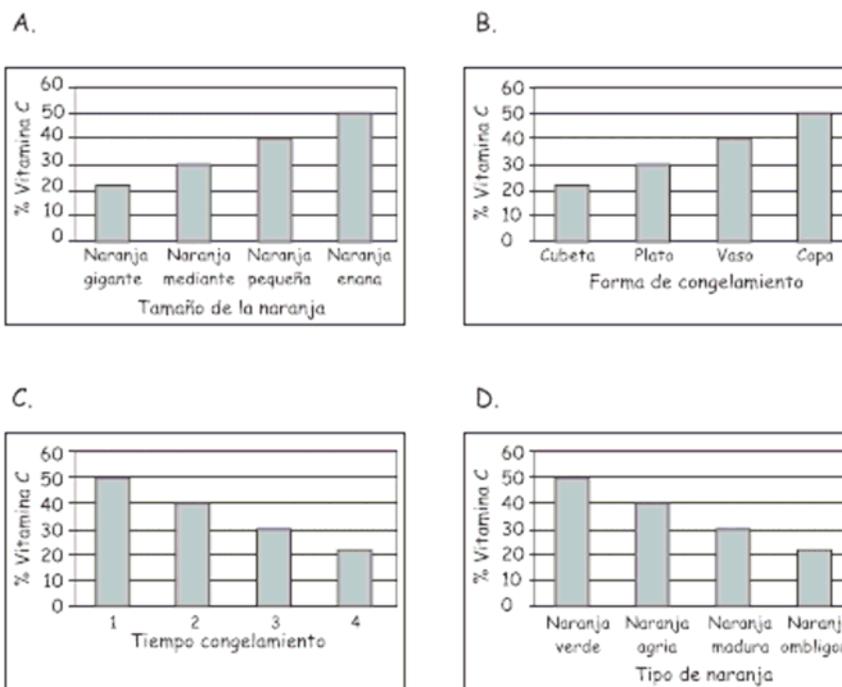
para orientar las actividades de comprensión del sistema circulatorio y diferenciar algunos tipos de enfermedades.

El 23% contestó la opción C. En esta opción el grupo de estudiantes asocia la falta de calcio en los huesos de las piernas con la dificultad para correr. Aunque el calcio se transporta a los huesos mediante el sistema circulatorio, y es necesario para formar huesos fuertes y sanos, la reducción de calcio está más relacionada con la dieta y la absorción de este elemento, información que no es suministrada en el enunciado.

El 44% contestó la opción correcta. Estos estudiantes identifican que el sistema circulatorio transporta al resto del cuerpo el oxígeno necesario para correr. Reconocen que esta función del sistema circulatorio es la que explica la dificultad de un niño, que aunque tenga un sistema respiratorio sano, no tiene oxígeno suficiente para correr durante todo el partido.

Ejemplo 4 – 2006

Los niños tomaron jugo de naranja después del partido. Carmen les explicó que este jugo era rico en vitamina C. Como el jugo estaba frío los niños se preguntaron si el porcentaje de vitamina C variaba dependiendo del tiempo de congelamiento de las naranjas. ¿Cuál de las siguientes gráficas sirve para resolver esta pregunta?



Acción de pensamiento: *Selecciono la información adecuada para dar respuesta a mis preguntas. Identifico condiciones que influyen en el resultado de un experimento y que pueden permanecer constante o cambiar.*

Grado: **5º**
Componente: **Entorno Vivo**
Competencia: **Indagar**
Nivel: **C**
Clave: **C**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
14%	17%	46%	20%

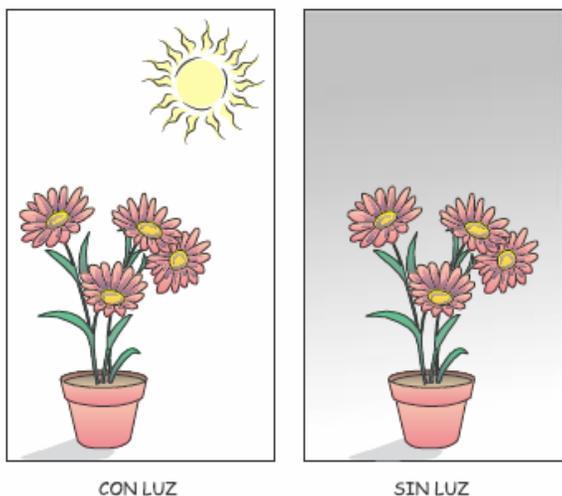
El trabajo en ciencias debe partir de preguntas orientadoras que permitan al estudiante desarrollar investigaciones y llegar a conclusiones desde la evidencia. Una vez formulada la pregunta sigue la etapa de diseño y ejecución de un experimento; en este ítem se presentan al estudiante cuatro gráficas que corresponden a experimentos que relacionan diferentes variables con la concentración de vitamina C. En todos los casos que ilustran las gráficas se muestra variación en la concentración de vitamina C, pero sólo una de ellas se relaciona con la pregunta.

El 14 % contestó la opción A. Estos estudiantes asociaron la concentración de la vitamina C con el tamaño de las naranjas y no con el tiempo de congelación. El 17% contestó la opción B. Estos estudiantes relacionan la forma de congelamiento, eje X de la gráfica, con diferentes concentraciones de vitamina, pero no tuvieron en cuenta el factor tiempo, planteado en la pregunta. El 46% de los estudiantes eligió la opción correcta, C. Estos estudiantes entendieron que la gráfica mostraba cuatro tiempos de congelamiento diferentes y que en ella sí se relacionaba la concentración de vitamina C con el tiempo de congelamiento.

El 20% de los estudiantes asoció la concentración de la vitamina C con la acidez de las naranjas, opción D. Un preconceito de muchas personas es que a mayor maduración de la fruta, o mayor dulzura, hay menor concentración de vitamina C, lo cual no es necesariamente cierto. Aunque la gráfica muestra variación en la concentración de vitamina C, dependiendo del tipo de naranja, estos estudiantes no tuvieron en cuenta el tiempo de congelamiento.

Ejemplo 5 – 2005

En la huerta hicieron el experimento que se muestra a continuación:



Con este experimento se quiere investigar el efecto de:

- A. la humedad en el crecimiento de las plantas.
- B. el sol en el crecimiento de las plantas.
- C. el tamaño de la maceta en el crecimiento de las plantas.
- D. la forma de la maceta en el crecimiento de las plantas.

Acción de pensamiento: Diseño y realizo experimentos modificando una sola variable para dar respuesta a mis preguntas. Identifico condiciones que influyen en el resultado de un experimento.

Grado: **5º**
Componente: **Entorno Vivo**
Competencia: **Indagar**
Nivel: **C**
Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
19%	62%	9%	9%

Cuando los niños se acercan a la ciencia desde una pregunta y trabajan sobre ella pueden aprender de una forma más significativa. Experimentar no consiste en hacer actividades o seguir instrucciones de manera mecánica, sino en tener claro lo que se quiere saber y pensar en formas de responder las preguntas. Los estándares de Ciencias Naturales señalan la importancia de la experimentación en la construcción de conocimiento. En este sentido, esta pregunta de la competencia indagación presenta un experimento y se le pide al estudiante que deduzca su objetivo.

El 19% de los estudiantes eligió la opción A. Aunque los dibujos no indican que este factor responda a la pregunta a partir de la cual se planeó el experimento, los niños

relacionan a la humedad y a la luz como factores importantes para el desarrollo de las plantas. Por otro lado, esta opción puede relacionarse con la pérdida de agua cuando las plantas están expuestas al Sol dado que en esta situación una planta estaría más seca que la otra. Sin embargo la información que se deduce de los dibujos muestra que estas condiciones son iguales en ambas plantas.

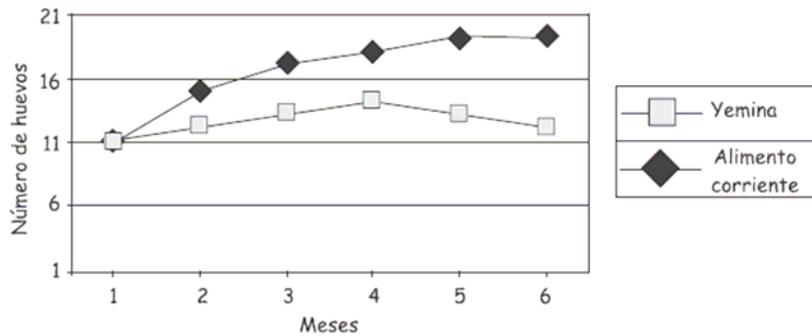
El 62% respondió la opción B. Este grupo reconoce que el factor que varía en los dibujos es la luz. En este sentido establecen que la pregunta que orienta este experimento es ¿cuál es el efecto de la luz en el crecimiento de las plantas? La identificación de las variables y su relación con la pregunta del experimento puede considerarse como una señal de que estos niños pueden plantear experimentos sencillos en los cuales solamente se maneja una variable; aspecto que es importante en la construcción de su propio conocimiento.

Las opciones C y D fueron seleccionadas, cada una, por el 9% de los estudiantes. En estas opciones de respuesta se consideran el tamaño y la forma de la materia, que son una constante en los dos dibujos. Este grupo de niños no considera que al hacer un experimento con el objeto de investigar la influencia de un factor, es necesario variar este factor. Como la forma y el tamaño de la materia no cambian tienen el mismo efecto sobre el crecimiento de la planta.

El planteamiento de experimentos sencillos por los niños en el aula guiados por el docente, permitirá fortalecer esa competencia de manejar una o más variables al preguntarse sobre algunos fenómenos cercanos a ellos.

Ejemplo 6 – 2005

Un trabajador de la granja les contó a los niños que durante un tiempo dio a algunas gallinas un alimento tradicional y a otras un alimento nuevo llamado Yemina, para investigar el efecto en la producción de huevos. En la siguiente gráfica se muestra el resultado.



De acuerdo con la gráfica ¿qué debería hacer el trabajador?

- A. Seguir comprando Yemina porque no afecta la producción de huevos.
- B. No seguir comprando Yemina porque baja la producción de huevos.
- C. Seguir dando Yemina a las gallinas porque aumenta la producción de huevos.
- D. No seguir dando Yemina a las gallinas porque acaba con la producción de huevos.

Acción de pensamiento: Seleccione la información apropiada para dar respuesta a mis preguntas. Registro mis observaciones de forma organizada y rigurosa utilizando dibujos, palabras y números.

Grado: **5º**
 Componente: **Entorno Vivo**
 Competencia: **Indagar**
 Nivel: **C**
 Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
19%	40	18%	21%

Esta pregunta es del componente Entorno Vivo porque está relacionada con los efectos de la nutrición sobre la producción avícola. Está clasificada en la competencia de indagación porque desde este tipo de preguntas se busca evaluar en el alumno habilidades para la interpretación de datos en tablas y gráficas y para tomar decisiones después de analizar los resultados de un experimento. La puesta en escena de estas preguntas enseña a presentar los datos de una forma organizada y clara para su interpretación.

La opción A fue seleccionada por el 19 % de los estudiantes. Los niños que contestan esta opción determinan correctamente que la alimentación con Yemina no afecta el número de huevos, pero no tuvieron en cuenta que el objetivo del experimento era mejorar la producción de huevos en la finca y no compararon las dos curvas.

El 40% de los estudiantes contestó acertadamente la opción B. Estos estudiantes comparan las dos curvas y deducen que el alimento corriente incrementa la producción de huevos. La selección de esta opción refleja la formación de un pensamiento crítico, que se relaciona con la toma de decisiones basadas en evidencia y no sólo en la información que promueven los medios. Los niños fueron capaces de detectar que, a pesar de ser un alimento corriente, era más adecuado para la producción de huevos que el producto nuevo.

El 18% de los estudiantes contestó la opción C. Esta respuesta puede partir de la idea de que todos los productos nuevos son mejores. Además, es una evidencia de que estos estudiantes no tuvieron en cuenta la información presentada en la gráfica para tomar una decisión, pues no analizaron que la producción de huevos después de consumir Yemina era menor a la de las gallinas mantenidas con el alimento corriente.

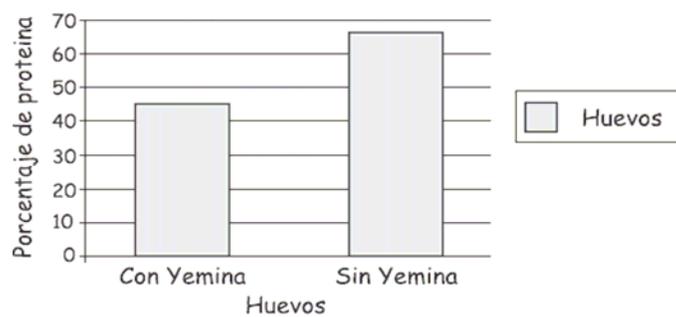
El 21% de los estudiantes contestó la opción D. Aunque la gráfica muestra un leve descenso en la producción de huevos con Yemina, los estudiantes no tienen en cuenta que la producción de huevos nunca llega a cero (0), luego no hay evidencia de que el producto Yemina acabe con la producción de huevos.

Para analizar las graficas se deben mirar detalladamente las tendencias que se muestran; los valores máximos y mínimos, las unidades de magnitud, los ejes, entre otros. La observación y atención al detalle son habilidades que se desarrollan en ciencias naturales y se pueden aplicar en muchas circunstancias de la vida. Esta pregunta implica hacer una comparación entre dos curvas y tomar una decisión con base en ellas. El 60% de los estudiantes no lo hace.

Ejemplo 7 – 2005

La pregunta de este ejemplo se asocia a la problemática anterior e indaga por la relación entre el porcentaje de proteína de los huevos y el alimento que se les suministra a las gallinas. En este ítem se espera que los niños identifiquen que un porcentaje alto de proteína está asociado con un alto nivel alimenticio, debido a que el huevo es un alimento con un aporte proteínico alto.

La siguiente gráfica muestra los porcentajes de proteína contenidos en los huevos del experimento anterior



A partir de esta gráfica podemos concluir que los huevos de las gallinas alimentadas con Yemina

- A. son menos nutritivos.
- B. son más nutritivos.
- C. son igual de nutritivos.
- D. no son nutritivos.

Acción de pensamiento: Registro mis observaciones de manera organizada y rigurosa en forma escrita utilizando esquemas, gráficas y tablas.

Grado: **5º**
 Componente: **Entorno Vivo**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **C**
 Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
49%	22%	12%	15%

El 49% de los estudiantes contestó correctamente. Estos estudiantes identifican en la gráfica de barras que las gallinas alimentadas con Yemina ponen huevos menos nutritivos. La opción A fue elegida por el 49% de los estudiantes, debido, muy posiblemente, a que la relación entre el porcentaje de proteínas y el alimento que se les suministró a las gallinas es directa. Estos resultados indican que las gráficas que manejan una sola variable y que se representan en barras son trabajadas en estos grados y se comprenden mejor que las curvas continuas, especialmente cuando se establecen relaciones directas (la barra más corta se asocia con un menor grado nutritivo).

El 22% de los estudiantes contestó la opción B. Estos estudiantes no asocian un porcentaje bajo de proteína en los huevos con un menor valor nutritivo. Esta opción fue elegida por un número apreciable de estudiantes porque la lectura del tamaño de las barras fue directa, es decir, asociaron la barra alta con un alto porcentaje de proteína pero pasaron por alto que esta barra corresponde a gallinas alimentadas sin

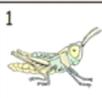
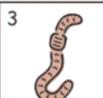
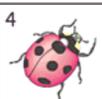
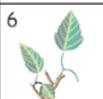
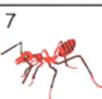
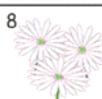
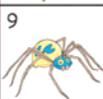
Yemina. El 12% de los estudiantes contestó la opción C. Estos estudiantes no interpretaron correctamente los datos representados en la gráfica de barras. Las barras muestran porcentajes diferentes de proteína y aunque esta diferencia no es muy grande, es claro que el porcentaje de proteína no es igual. Esto permite reconocer una debilidad en la lectura de gráficas y en la interpretación de los datos en este grupo de estudiantes. Otro factor que puede incidir en la elección de esta opción de respuesta es que no asocian el concepto de proteína con nutrición.

El 15% de los estudiantes responde la opción D. De acuerdo con la gráfica es difícil afirmar que los huevos no sean nutritivos, ya que presentan porcentajes considerables de proteína. En este caso es necesario revisar, más que la lectura de las gráficas, el conocimiento que tienen los niños de lo *nutritivo*. Esta respuesta puede estar asociada al conocimiento cotidiano de algunas personas con relación al huevo, es decir, que no es nutritivo y que eleva los niveles de colesterol en todas las personas. Por otro lado, estos niños pudieron considerar que los resultados mostrados en la gráfica indican que ninguno de los dos tipos de huevo es nutritivo, quizás porque el porcentaje de proteína no es 100%.

Lo anterior muestra la conveniencia de trabajar sobre las concepciones de los niños, no para erradicarlas sino para actuar sobre ellas, identificando las debilidades de los argumentos y mostrándoles otras evidencias que les ayuden a transformar sus conocimientos. Igualmente, debe trabajarse en una lectura completa de los datos, lo cual disminuirá análisis superficiales o sin base alguna.

Ejemplo 8 – 2005

Manuel dibujó animales y plantas que le llamaron la atención.

1	2	3
		
4	5	6
		
7	8	9
		

De los seres vivos que dibujó Manuel, son herbívoros

A. 9 y 2 B. 5 y 1 C. 8 y 6 D. 1 y 2

Acción de pensamiento: Describo características de los seres vivos, establezco semejanzas y diferencias entre ellos y los clasifico. Clasifico seres vivos en diversos grupos taxonómicos.

Grado: **5º**
Componente: **Entorno Vivo**
Competencia: **Identificar**
Nivel: **C**
Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
10%	47%	19%	23%

En el proceso de aprendizaje el estudiante aprende cómo algunos organismos comparten características, pero otros no, lo cual puede ser aprovechado pedagógicamente para agrupar a los organismos en conjuntos o categorías. Esto conduce a la clasificación, una herramienta valiosa cuando se utiliza apropiadamente en el aprendizaje porque, al clasificar el estudiante va estableciendo relaciones entre los objetos que agrupa y al formar subgrupos reconoce características compartidas al interior de cada uno.

Clasificar es un proceso difícil porque significa abstraer semejanzas y diferencias y, a partir de ellas, proponer relaciones entre los objetos (formas de organizar). En la historia de la ciencia han aparecido muchos sistemas de clasificación de los organismos, que se desecharon, modificaron o ajustaron a medida que se tuvo más comprensión de la naturaleza y se contó con herramientas más precisas. En este sentido, en la enseñanza primaria la clasificación tiene la utilidad de relacionar al estudiante con una forma de organizar el mundo para comprenderlo, pero siempre recordando que los niños pueden encontrar más de una forma de clasificar dependiendo del referente y que cada propuesta debe ser analizada.

En las salidas pedagógicas, o en los alrededores del colegio, se pueden realizar actividades cuyo propósito sea observar el entorno, para trabajar y afianzar algunos temas que resulta difícil trabajar dentro del aula. En el caso de esta pregunta se aprovecha la curiosidad del estudiante para establecer relaciones y asociaciones y luego clasificar algunos organismos como herbívoros.

Cada opción de respuesta propone un par de organismos. El estudiante debe analizar lo que come cada uno y decidir si puede generalizar o no. Aquí se aplican procesos de abstracción y síntesis que hacen parte de la formación en ciencias naturales.

La opción A fue seleccionada por el 10% de los estudiantes. En esta opción se señalan una araña y una garza y el estudiante debe establecer si son herbívoros. Las arañas se incluyeron en este ítem porque son animales muy comunes y si bien no es objeto de la formación en primaria que los niños sepan qué come cada animal, si es parte de su propósito que el niño sea capaz de establecer asociaciones y hacer

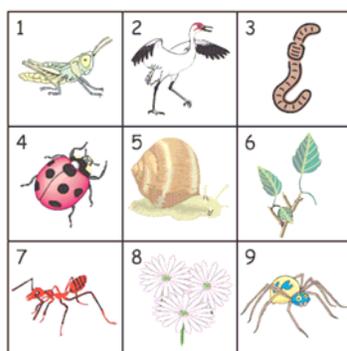
deducciones. En este caso, se sabe que las arañas elaboran telarañas con las cuales capturan animales. El niño debe usar el conocimiento de su vida diaria y relacionarlo con el concepto de herbívoro vs. carnívoro que ha aprendido en el aula. Si la araña caza animales es para comerlos, por lo tanto no es herbívora. Esta conclusión acerca de la alimentación de la araña, debería llevarlo a rechazar la opción A, así no conozca la alimentación del otro animal propuesto en el par. El propósito de esta opción de respuesta es mostrar que no es necesario saberlo todo, sino que a partir de razonamientos basados en experiencias, observaciones y conocimiento se puede aceptar o rechazar una generalización.

Al elegir la opción B, el 47% de los estudiantes identifica correctamente que los grillos y los caracoles se alimentan de hierbas y por eso los ubican como herbívoros. Establecen una relación entre lo que comen y una categoría específica. Para responder esta opción los niños pueden reflexionar sobre los caracoles y recordar que se comen las plantas. Muchos niños no necesariamente saben qué comen los insectos (que de hecho pueden tener dietas diversas) pero al pensar en los grillos saltando en el pasto es posible asociar que éste sea su fuente de alimento.

La opción C, elegida por el 19% tiene el propósito de establecer si los niños diferencian entre plantas y herbívoros. Los estudiantes que la eligen reconocen que los elementos mostrados en los cuadros 8 y 6 son partes de una planta, pero sólo asocian parcialmente herbívoros con plantas, dejando ver que aún no tienen claro que el concepto se relaciona con la clase de alimento que consume un animal. Esta situación es interesante porque el resultado de la prueba muestra que un quinto de la población estudiantil de primaria no ha comprendido el concepto. Es posible que los niños sepan qué es un herbívoro pero aún no hacen uso competente del lenguaje de las ciencias naturales pues lo confunden con hierba o planta. En este sentido, actividades como las salidas de campo o los documentales sobre animales pueden ser aprovechados por el docente para facilitar la comprensión de conceptos relacionados con la clasificación y vida de los animales.

La opción D fue elegida por el 23%. El grillo y la garza fueron seleccionados como herbívoros, lo cual sugiere que los niños no tuvieron en cuenta algunas características del ave para relacionarlas con su tipo de alimentación. En muchas partes del país se puede observar que cuando llegan las garzas se paran con sus largas patas en los lagos o pantanos, y allí capturan peces y pequeños animales con su pico. Al elegir esta opción los niños relacionan los hábitos de muchas aves con una alimentación basada en hierbas o sus derivados. El docente puede aprovechar esta opción para que los niños investiguen qué comen los diferentes tipos de aves y relacionen algunas características del cuerpo de esos animales con sus hábitos y formas de alimentación.

Ejemplo 9 – 2005



De los seres vivos que aparecen en la gráfica anterior, ¿cuáles producen su propio alimento?

- A. 9 y 2
- B. 5 y 6
- C. 8 y 6
- D. 1 y 5

Acción de pensamiento: Propongo y verifico necesidades de los seres vivos. Identifico patrones comunes a los seres vivos. Explico la dinámica de un ecosistema teniendo en cuenta las necesidades de energía y nutrientes de los seres vivos (cadena alimentaria)

Grado: **5º**
 Componente: **Entorno Vivo**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **B**
 Clave: **C**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
12%	7%	66%	13%

Esta pregunta de la competencia Identificar usa la misma información de la pregunta anterior, pero se trabaja desde una perspectiva complementaria. Se puede trabajar en el aula para analizar las razones que tuvieron algunos estudiantes al identificar como *productores* a animales tales como caracoles, aves o insectos.

La opción correcta fue respondida por el 66%, lo cual indica que dos tercios de la población estudiantil asocia a las plantas con los productores y excluye a los animales de esta categoría. El concepto de productores es muy importante en la comprensión de las redes o cadenas alimenticias en la naturaleza y da pie para entender que la mayoría de seres vivos depende de las plantas para existir.

La noción de producir el propio alimento parece entenderse desde otras perspectivas puesto que el 34% de los estudiantes seleccionó alguna de las opciones A, B, o D, en las cuales hay animales. Para contestar esta pregunta el estudiante debe reconocer que la capacidad de producir alimento propio depende de la fotosíntesis u otros mecanismos que las plantas y las bacterias (bacterias quimio-sintéticas) pueden realizar. Es posible que estos estudiantes asocien a las plantas con *productores* pero desconocen su significado en términos de producir alimento.

Considerando que la formación en ciencias naturales propende por la comprensión y uso del lenguaje científico y la competencia para comprenderlo y usarlo correctamente, esta pregunta es un ejemplo base para hacerlo.

Ejemplo 10 – 2006

La piscina donde nadan se limpia con “cloro”. La adición del cloro al agua produce una solución porque el cloro

- A. se distribuye homogéneamente en el agua.*
- B. se pierde al mezclarse con el agua.*
- C. se evapora dentro de la piscina.*
- D. se acumula en el fondo de la piscina.*

Acción de pensamiento: *Verifico la posibilidad de mezclar diversos líquidos, sólidos y gases.*

Grado: **5º**
 Componente: **Entorno Físico**
 Competencia: **Explicar**
 Nivel: **C**
 Clave: **A**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
46%	23%	18%	12%

Esta pregunta está orientada a buscar en los niños una explicación para el concepto de solución. Pertenece al nivel de competencia C, este nivel exige que el estudiante construya explicaciones sencillas a partir de nociones o categorías que le permiten dar cuenta de fenómenos cotidianos utilizando un lenguaje más amplio. Se pretende rastrear cómo entienden ellos, de manera muy nocional, la relación soluto-solvente, para el caso de la solución que conforman el cloro y el agua.

Desde el contexto de la química, las soluciones son mezclas homogéneas en las cuales las partículas del soluto se distribuyen de manera uniforme entre las del solvente obteniendo una única fase.

En el enunciado de la pregunta se presenta la palabra cloro entre comillas, notación que se ha incluido para indicar que en realidad lo que se adiciona al agua en las piscinas, no es el elemento cloro en su estado libre, sino más bien, uno de sus compuestos, el hipoclorito de sodio (NaClO), por ejemplo, el cual se disocia en contacto con el agua. Este compuesto es muy empleado en la desinfección de las aguas de piscina, donde se conoce con el nombre genérico de "cloro", también se usa en la industria alimenticia, en tratamiento de aguas residuales y en la desinfección en general.

Un análisis al interior de cada opción de respuesta permite establecer que el 46% de los estudiantes, dentro de los alcances y limitaciones de la prueba, ha apropiado adecuadamente el concepto de solución, al seleccionar como respuesta correcta la opción A. Esta opción deja ver que para que se forme una solución el soluto, cloro, debe distribuirse homogéneamente en el agua, solvente.

Un 30% de los estudiantes seleccionó las opciones C y D, que hacen alusión a la evaporación del cloro y a su acumulación en el fondo de la piscina respectivamente. Para el primer caso, el docente debe hacer claridad en que el proceso de evaporación es un fenómeno que involucra principalmente las moléculas de la superficie de un líquido que están en contacto directo con la atmósfera. Para el segundo caso, elegir que el cloro se acumula en el fondo de la piscina, contradice el hecho que afirma el enunciado donde el cloro y el agua forman una solución y no una mezcla heterogénea.

Con respecto a los preconceptos que trae el estudiante, es preciso que el docente esté atento a ellos, ya que se presenta el caso de algunos de ellos consideran que en una solución el soluto se pierde o desaparece. Este puede ser el caso del 23% de la población que seleccionó la opción B. Este tipo de respuesta está más cerca del contexto cotidiano de los niños, puesto que su experiencia con el fenómeno de solubilidad está directamente relacionada con lo percibido, por ejemplo, al mezclar agua con azúcar o con sal. Al no ser visible uno de los componentes de la mezcla, algunos niños creen que éste desaparece.

Es pertinente entonces, que desde el aula se refuerce el trabajo sobre las mezclas y sus características. La importancia de este tema radica en que hay muchas mezclas en nuestra vida cotidiana, de hecho, la mayor parte de los materiales que usamos a diario están constituidos por mezclas de sustancias. Así mismo, es necesario que el docente haga claridad suficiente en el sentido de que las soluciones, como cualquier mezcla, son susceptibles de separar y, por tanto, de recuperar el soluto y el solvente como sustancias individuales sin modificar sus propiedades particulares.

Ejemplo 11 – 2006

Al terminar la salida al parque se recogieron botellas, plásticos, cáscaras de naranjas y restos de mazorca; la mejor forma de manejar estas basuras es

- A. separar lo orgánico de lo inorgánico para aprovechar lo útil.*
- B. enterrar todo junto para esconderlas.*
- C. quemarlas para que desaparezcan.*
- D. dejarlas al aire libre para que se descompongan.*

Acción de pensamiento: *Propongo alternativas para cuidar mi entorno y evitar peligros que lo amenazan.*

Grado: **5º**
Componente: **Ciencia, tecnología y sociedad**
Competencia: **Identificar**
Nivel: **B**
Clave: **A**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
64%	6%	20%	9%

La pregunta se ubica en el nivel de competencia B. Los estudiantes que la contestan son aquellos que reconocen y diferencian fenómenos del entorno e identifican relaciones sencillas a partir de la experiencia cotidiana y del sentido común. En esta pregunta se presenta una situación en la que los niños tienen que identificar que los residuos que forman las basuras pueden ser de origen orgánico y de origen inorgánico. La distinción entre los unos y los otros, le permite al niño clasificarlos y separarlos de acuerdo con sus características. A partir de esta identificación él puede orientar su decisión acerca de la manera más adecuada de disponer los residuos.

En general, el 64% de los estudiantes reconoce y diferencia entre los distintos residuos y su naturaleza, orgánica o inorgánica al seleccionar la opción A como la más adecuada para su disposición. Es probable que este alto porcentaje de respuesta correcta se deba a que la pregunta se enmarca bajo un contexto común, en donde los materiales que se suponen como residuos, son fácilmente identificables y puede obedecer además, a hábitos aprendidos o seguidos en casa.

Una aproximación en el aula de clase, que podría seguir un docente, a partir del porcentaje de estudiantes que optó por responder las opciones B, C y D, es trabajar las ventajas y las desventajas que tiene cada una de esas formas de tratar las basuras. Quemarlas, por ejemplo, no es la forma más recomendada ya que, si bien las destruyen, se incrementa el contenido de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono en la atmósfera; para enterrarlas, actualmente en los llamados rellenos sanitarios, es necesario realizar varios procedimientos y separaciones con el fin de evitar la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas por un mal

tratamiento de los gases y de líquidos lixiviados⁶ procedentes de la descomposición de los residuos. Tanto los líquidos como los gases pueden afectar la salud de las poblaciones aledañas.

En relación con la opción D, dejarlas al aire libre para que se descompongan, el docente puede desarrollar trabajos enfocados al estudio de los principales problemas ambientales que se generan por la descomposición de los residuos y su interacción con el aire. Por ejemplo, pueden ser objetos de estudio y profundización la generación de malos olores, la contaminación de cuerpos de agua, la contaminación del suelo y las enfermedades que se pueden producir en la población.

A partir del análisis de preguntas como ésta el docente, junto con sus estudiantes, puede aprovechar la discusión para reforzar en ellos la necesidad de conservar el ambiente y hacer conciencia sobre la importancia que tiene reutilizar, en la medida de lo posible, algunos materiales. También, podría ampliar la discusión en el aula para reforzar en los niños las ventajas y desventajas de cada una de las formas de disponer de los desechos en el hogar, en el colegio y en las industrias. Este es también el escenario adecuado para que el docente dé a conocer a los estudiantes las convenciones, en términos de colores y símbolos, que existen actualmente y que se ponen en práctica para la recolección de desechos de manera clasificada en algunos lugares públicos.

Ejemplo 12 – 2006

Los niños elaboran varias figuras de animales con arena húmeda y las dejan expuestas al sol por algún tiempo. Al regresar, las figuras están secas y desmoronadas debido a que

- A. la mayor parte del agua se ha evaporado.*
- B. el agua se ha combinado con la arena.*
- C. la arena se ha descompuesto.*
- D. el agua se ha condensado.*

Acción de pensamiento: *Identifico diferentes estados físicos de la materia (el agua, por ejemplo) y verifico causas para el cambio de estado.*

⁶ Los líquidos lixiviados se forman mediante la circulación vertical de agua en el suelo a través de sustancias en proceso de descomposición. El líquido, al fluir, disuelve algunas sustancias y arrastra partículas con otros compuestos químicos, por ejemplo, ácidos orgánicos como el ácido acético, láctico o fórmico que disuelven los metales contenidos en los residuos.

Grado:	5º
Componente:	Entorno Físico
Competencia:	Explicar
Nivel:	B
Clave:	A

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
48%	25%	16%	10%

La pregunta se enmarca dentro de la competencia explicativa en el nivel de competencia B, donde el niño logra construir explicaciones sencillas y coherentes sobre los fenómenos del entorno vivo, físico y de ciencia, tecnología y sociedad, utilizando lenguaje no especializado. La pregunta se relaciona con un contexto cotidiano para los niños, una mezcla muy común y con la cual casi todos ellos están o han estado en contacto, el agua y la arena. Se trata de que ellos distingan y puedan explicar lo que sucede con la mezcla cuando se expone al Sol por un tiempo ocasionando la separación de sus componentes. El agua se evapora y queda la arena seca.

El agua presenta un cambio físico al pasar del estado líquido, que facilita la compactación de la arena para hacer las figuras, al estado gaseoso, donde el agua se separa de la arena durante el proceso de secado. Sin el agua, la arena pierde estabilidad para mantenerse unida y se desmorona.

Si bien la pregunta fue contestada correctamente por el 48% de los niños, un 25% de ellos seleccionó la opción B, que sugiere la existencia de un cambio químico entre el agua y la arena; esto puede indicar una dificultad en la diferenciación entre un cambio físico y un cambio químico. El término combinación se usa para indicar que el producto de la interacción entre dos o más sustancias es una nueva sustancia, es decir, que los componentes de la mezcla reaccionan químicamente entre ellos y por tanto, ya no es posible separarlos con facilidad.

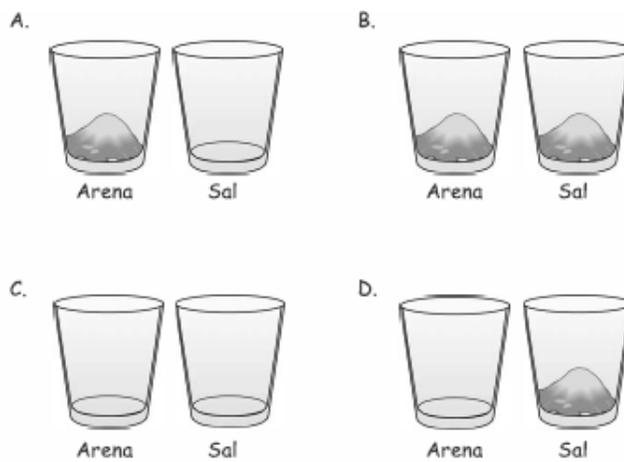
En el caso de las opciones C y D que fueron seleccionadas por un 26% de los estudiantes, y que hacen relación a la descomposición de la arena y a la condensación del agua, es preciso notar que la opción C, no es factible dada la gran estabilidad química y térmica de la arena, la temperatura del sol no es suficientemente alta para descomponer la arena. La situación anterior es un fenómeno de la cotidianidad ya que la arena, por ejemplo, desde el conocimiento de los niños, se emplea como material en la construcción y se usa comúnmente en juegos en parques y colegios. Para la opción D, la condensación del agua representa un cambio físico del estado gaseoso al estado líquido que requiere un descenso de la temperatura, caso contrario al presentado, dado que las figuras estaban en contacto directo con el sol.

Desde esta pregunta el docente puede aprovechar la situación para enfatizar y aclarar dudas sobre la diferenciación entre un cambio físico y un cambio químico, y

para explicar cómo cada uno de ellos influye sobre la conservación de las propiedades de los componentes de una mezcla.

Ejemplo 13 – 2006

Al jugar con arena los niños desean saber si en el agua la arena se comporta de la misma manera que la sal. Toman dos vasos con agua y adicionan una cucharada de arena en uno de los vasos y una de sal en el otro y los agitan por varios minutos. La ilustración que mejor representa el resultado es



Acción de pensamiento: *Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias.*

Grado: **5º**
 Componente: **Entorno Físico**
 Competencia: **Indagar**
 Nivel: **B**
 Clave: **A**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
44%	39%	10%	6%

Esta pregunta es el escenario para evaluar en el estudiante su competencia para indagar, es decir, para seleccionar, organizar e interpretar información relevante y para elegir procedimientos adecuados, con el fin de dar respuesta a una pregunta.

Dos sólidos granulosos se ponen en contacto con el mismo líquido para que los niños decidan que sucede. En la pregunta se observan cuatro dibujos que describen lo que podría suceder al final del experimento. La opción seleccionada va a depender de las nociones y conceptos que tengan los niños sobre las tres sustancias que se presentan en la situación: agua, arena y sal.

La respuesta correcta, la opción A, muestra una situación en la que la sal se ha disuelto completamente y la arena se ha quedado en el fondo del vaso. Esta opción

fue seleccionada por un 44% de los estudiantes, confirmando el hecho de reconocer que un soluto determinado actúa de una manera específica con respecto a un solvente particular, el agua. Desde el punto de vista pedagógico, un docente puede hacer uso de esta pregunta en el aula para ayudar a los niños en el proceso de indagación necesario para llegar a la respuesta correcta de una problemática determinada con el desarrollo de un experimento.

El 39% de los niños seleccionó la opción B. Esta población considera que la sal y la arena en el agua se comportan de la misma manera. De ellos es posible pensar que algunos no tuvieron en cuenta la información dada en el enunciado de la pregunta, en el sentido de que se requería agitar la mezcla, o posiblemente, no se ha comprendido que no todos los solutos son solubles en agua, y que ello depende de factores como son la naturaleza de la sustancia sólida, la temperatura y la concentración.

El 16% restante de los niños optó por las opciones C y D. La opción C representa aquella situación incorrecta, en la cual, tanto la sal como la arena son solubles en agua. La opción D asume que la arena es soluble y la sal no lo es, caso completamente contrario al de su experiencia cotidiana cuando se agrega sal a un vaso con agua y se agita. Este tipo de experimentos sencillos se puede realizar en el aula y son de gran importancia para fortalecer conceptos de solubilidad y mezcla. Estas experiencias generan especial interés por la formulación y análisis de situaciones que involucran conceptos y nociones de la ciencia, y así mismo, se promueve la vinculación de éstos con la experiencia cotidiana de los niños.

Ejemplo 14 – 2005

En la orilla de la laguna Diana observa el siguiente letrero.



La unidad que debe estar escrita en el letrero es

- A. m^3
- B. m
- C. m^2
- D. cm

Acción de pensamiento: Establezco relaciones entre magnitudes y unidades de medida apropiadas.

Grado: **5º**
Componente: **Entorno Físico**
Competencia: **Indagar**
Nivel: **C**
Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
36%	30%	13%	19%

Esta pregunta se ubica en el nivel de competencia C, que hace referencia al reconocimiento y diferenciación de los fenómenos del entorno cotidiano a partir de nociones que permiten discriminar los aspectos cualitativos y cuantitativos de dichos eventos. La competencia evaluada es indagación, la cual tiene que ver con la interpretación y el análisis de información relevante, en el caso particular de la pregunta, para establecer la relación correcta entre la magnitud y la unidad de medida, dimensión, adecuada. Para responderla correctamente es necesario que el estudiante, a partir de la información suministrada en el letrero, establezca la relación entre la profundidad de la laguna y la unidad de longitud apropiada.

Para el 36% de la población, al elegir la opción A como respuesta, es claro que la relación establecida es profundidad-volumen, puesto que la unidad de medida seleccionada está en tres dimensiones (m^3). Es probable que la elección de esta opción de respuesta se deba a que los estudiantes relacionaron profundidad con cantidad de líquido, atributo conocido como volumen, medible en m^3 . Así, se puede afirmar que los estudiantes asociaron la característica de profundidad con volumen y no con longitud.

El 19% de los estudiantes seleccionaron la opción D. Es probable que, si bien eligieron una unidad de longitud no tuvieron en cuenta lo expresado en el letrero: "Prohibido nadar...", y la magnitud que se presenta en el mismo. ¿Por qué está prohibido nadar si la profundidad de la laguna tan sólo es de 3,50 cm? No hay una identificación de las proporciones de la unidad de medida requerida.

Teniendo en cuenta las condiciones de la pregunta, en la que el letrero advierte un posible peligro, zona profunda, si se analizan adecuadamente tanto la dimensión como las proporciones de las unidades de medida presentadas en cada una de las opciones de respuesta, las únicas opciones que se refieren a unidades de longitud son B y D, sin embargo, un metro es 100 veces mayor que un cm. Lo anterior permite afirmar que desde la observación cotidiana es imposible hablar de que una laguna de 3,50 cm de profundidad represente un peligro.

A la luz del análisis anterior y de acuerdo con lo propuesto en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, es necesario fortalecer el trabajo interdisciplinar, entre las ciencias y la matemática, orientado al estudio de temáticas relacionadas con los sistemas de medición y su aplicación, por ejemplo, en el

establecimiento de las relaciones entre magnitudes y unidades de medida. Problemáticas como la presentada en la pregunta, proporcionan un espacio en el que se vinculan, no sólo, situaciones cotidianas con las nociones, conceptos y procedimientos propios de las ciencias, sino también, hace posible su trabajo con otras áreas del conocimiento.

El docente de ciencias, junto con el de matemática, pueden dirigir actividades en el aula que involucren, desde la exploración perceptual de las cualidades que se van a medir hasta la toma de varias mediciones de una misma característica, pasando por la selección adecuada de los instrumentos de medida y la utilización de la medición para resolver problemas de longitud, área, temperatura y tiempo, entre otros.

Ejemplo 15 – 2005

Manuel ha aprendido que la fórmula del agua es H_2O . Esta fórmula representa

A. una mezcla homogénea conformada por hidrógeno y oxígeno.
B. una mezcla heterogénea conformada por hidrógeno y oxígeno.
C. un compuesto conformado por hidrógeno y oxígeno.
D. un elemento conformado por hidrógeno y oxígeno.

Acción de pensamiento: *Identifico términos y códigos del lenguaje propio de las ciencias naturales.*

Grado: **5º**
 Componente: **Entorno Físico**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **D**
 Clave: **C**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
22%	19%	28%	29%

Esta pregunta, que esta orientada a establecer la capacidad de los niños para interpretar la conformación de la fórmula de un compuesto, presentó un nivel de dificultad alto, D. Sólo la respondió correctamente el 28% de los estudiantes.

A pesar de que desde muy temprana edad ellos empiezan a tener contacto con la terminología y el lenguaje propio de las ciencias, es común encontrar casos en los cuales los niños “memorizan” las expresiones pero no las comprenden. Es probable que los estudiantes reconozcan la simbología H_2O como una fórmula que representa una sustancia pero no comprenden su significado y, por tanto, se trata simplemente de una expresión memorizada. El 22% de los estudiantes asocia la composición del agua a una mezcla homogénea, opción A; esto puede significar que los niños tengan

el conocimiento del agua conformada por hidrógeno y oxígeno, pero éste es entendido como la mezcla de estos elementos en una sola fase.

Todavía más sorprendente, es el hecho de que un 19% de la población haya seleccionado la opción B, es decir, que consideren que el agua es una mezcla heterogénea. El hecho anterior, junto con el de que, para el 29%, el agua es un elemento formado por el hidrógeno y el oxígeno, en realidad puede interpretarse como una dificultad en la comprensión y manejo de las nociones de mezcla, elemento y compuesto, las cuales presentan un alto nivel de abstracción para los niños de este grado. Sin embargo, estas nociones deben comenzar a trabajarse en el aula, es necesario crear condiciones para que los niños y las niñas se familiaricen cada vez más con el lenguaje propio de las ciencias.

Ejemplo 16 – 2005

Diana leyó que en algunas regiones del norte de América los lagos comienzan a congelarse a finales de noviembre y se descongelan alrededor de marzo. Entre noviembre y marzo ocurre un cambio

- A. químico, porque varía la composición del agua.*
- B. físico, porque el agua se transforma en otro material.*
- C. químico, porque a partir del agua se obtiene una nueva sustancia.*
- D. físico, porque sólo varía el estado físico del agua.*

Acción de pensamiento: Identifico diferentes estados físicos de la materia (el agua, por ejemplo) y verifico causas para cambios de estado.

Grado: **5º**
 Componente: **Entorno Físico**
 Competencia: **Explicar**
 Nivel: **C**
 Clave: **D**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
15%	25%	18%	40%

En esta pregunta se ubica al niño en una situación en la cual, para un fenómeno natural, nunca visto en países como el nuestro, se le solicita una explicación de los procesos de congelación y fusión periódica del agua de la superficie de los lagos en épocas de temperaturas muy bajas. La situación representa un escenario por excelencia para vincular los conceptos aprendidos en el aula con una situación del ambiente natural.

El 40% de los estudiantes, al seleccionar la clave, opción D, demuestra que comprende y explica, de manera correcta, que un cambio de estado es una

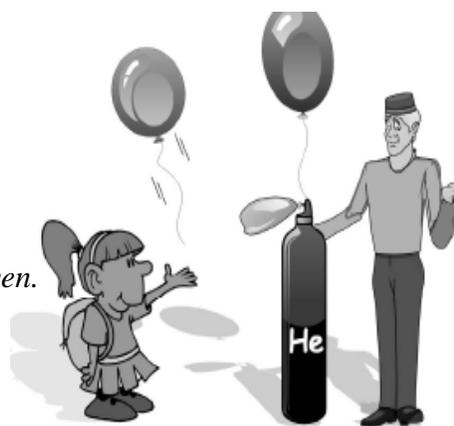
transformación física de los materiales en el cual, tanto las propiedades químicas como la composición del mismo se conservan. Del 25% de la población, agrupado en la opción B, se puede afirmar que si bien escoge una opción de respuesta que involucra un cambio físico, no tiene claro que este proceso no conlleva a la transformación de un material en otro. Esta explicación se considera como una idea previa, que tienen los niños muy arraigada, al considerar el agua líquida y el hielo como sustancias diferentes y no como estados físicos distintos del mismo material. El 33% de la población, al seleccionar las opciones A y C, considera que el cambio ocurrido en la superficie de los lagos es un cambio químico, lo que probablemente significa que los estudiantes no han logrado comprender las diferencias entre un cambio químico y un cambio físico.

Esta pregunta ofrece un contexto para desarrollar actividades y experiencias que permitan un acercamiento al estudio de las propiedades de los materiales y al análisis de su comportamiento bajo determinadas condiciones. Se pueden desarrollar ejercicios orientados a que los estudiantes identifiquen las propiedades, las características y los cambios que ocurren en los materiales y sustancias de uso cotidiano. Así mismo, realizar actividades en las cuales los estudiantes reconozcan y diferencien los cambios físicos y cambios químicos en procesos que ocurren a diario. Es importante vincular los conocimientos con la cotidianidad de los estudiantes a partir del desarrollo de diferentes prácticas que les permitan observar cómo en las transformaciones químicas cambian las propiedades y la composición de las sustancias mientras que en las transformaciones físicas éstas se conservan.

Ejemplo 17 – 2006

Muchos niños juegan con bombas infladas con gas, que comienzan a elevarse en el aire tan pronto se sueltan. La comparación más acertada para explicar científicamente por qué se elevan las bombas es la siguiente:

- A. suben como las burbujas de aire en el agua.*
- B. son como algunas ilusiones que se van y no vuelven.*
- C. son como los peces, suben cuando quieren.*
- D. son como pelotas lanzadas al aire.*



Acción de pensamiento: Establezco relaciones entre objetos que tienen masas iguales y volúmenes diferentes o viceversa y su posibilidad de flotar.

Grado:	5º
Componente:	Ciencia, tecnología y sociedad
Competencia:	Identificar
Nivel:	C
Clave:	A

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
48%	30%	3%	19%

Con esta pregunta se busca en primer lugar, establecer si el niño identifica las características de una explicación científica; por ejemplo, si reconoce que en una explicación científica hay variables que pueden ser medidas. En segundo lugar, se busca establecer si tiene la noción de por qué los objetos pueden flotar en un fluido. Un factor importante en el diseño de esta pregunta es que cada opción propone una analogía con la explicación del fenómeno y se pide al estudiante identificar aquella que da la explicación científica correcta.

Para escoger la respuesta acertada debe tenerse en cuenta que el aire, al igual que el agua, es un fluido y por lo tanto el principio de Arquímedes proporciona la explicación científica adecuada para el fenómeno en cuestión. Puesto que la densidad del gas dentro del globo es menor que la densidad del aire, el globo puede flotar.

De acuerdo con lo anterior, la explicación correcta se construye a partir de dos elementos: el fluido y el objeto que puede flotar. En la opción A se identifican como fluido el agua y como objeto que flota a la burbuja, ambos análogos al aire y al globo respectivamente. Puesto que las burbujas tienen menor densidad que el agua el principio de Arquímedes explica el que ellas suban al igual que en el caso del globo y por lo tanto la opción correcta A, fue elegida por el 48% de la población, lo que ubica a la pregunta en un nivel de competencia C.

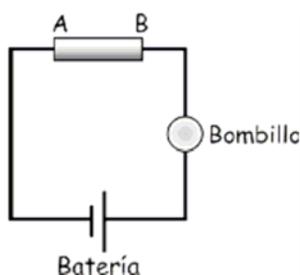
La segunda opción con mayor porcentaje de elección fue la B, escogida por un 30% de los estudiantes. En ella no se pueden identificar los dos elementos que llevarían a construir la explicación científica del fenómeno, tan sólo puede compararse al globo con las ilusiones, pero las ilusiones no pueden identificarse como objetos con propiedades físicas, susceptibles de ser medidas. En este sentido no es correcto afirmar que esta opción constituya una explicación científica de la situación.

En la opción C, el pez es el objeto que flota y el agua es el fluido en analogía con el globo y el aire respectivamente, sin embargo en la opción se presenta al pez como un objeto dotado de voluntad que puede subir cuando lo desee y por lo tanto la comparación entre el globo y el pez no puede completarse pues el globo considerado como un objeto en una explicación científica no puede tomar decisiones. Esta opción tuvo el menor porcentaje de elección para el ítem, un 3% de los estudiantes la escogió.

En el caso de la comparación entre la pelota y el globo propuesta en la opción D, se plantea el movimiento de un objeto al que debe imprimírsele una velocidad inicial para que pueda moverse. En esta situación se tienen todos los elementos para construir una explicación científica pero no se describe el caso del globo que se eleva sin necesidad de darle impulso. Esta opción fue escogida por el 19% de los estudiantes. Por su estructura el ítem se ha clasificado en la competencia de “identificar”.

Ejemplo 18 – 2006

La profesora Carmen nos propuso que indagáramos sobre la conductividad eléctrica de varios materiales. Trajo barritas de vidrio, madera, cobre y plástico. Armamos el siguiente circuito:



Entre los puntos A y B colocamos sucesivamente las barritas. Si se enciende el bombillo, el material es conductor de la electricidad. El bombillo encendió al colocarse la barrita de

- A. madera.
- B. vidrio.
- C. cobre.
- D. plástico.

Acción de pensamiento: Verifico la conducción de electricidad o calor en materiales.

Grado: 5º
 Componente: Entorno Físico
 Competencia: Identificar
 Nivel: C
 Clave: C

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
14%	27%	48%	10%

En esta pregunta se busca determinar si el estudiante puede identificar entre las opciones propuestas cuál material es conductor. Es de notar que no se pregunta por ningún mecanismo que haga conductor al material y por lo tanto para escoger la

opción acertada, el niño fundamentalmente debe hacer uso de su conocimiento cotidiano. Este tipo de nociones sobre la clase de materiales que permiten la conducción de la electricidad pueden adquirirse en casa cuando el niño observa que las clavijas de los electrodomésticos que se conectan al tomacorriente están hechas de materiales metálicos y es advertido de que si las toca cuando están conectadas puede sentir una descarga. En el caso del plástico propuesto en la opción D, los estudiantes han visto que los cables con los que conectan los aparatos eléctricos están forrados con materiales plásticos, lo que permite que al tocarlos no sientan una descarga y de esta manera han aprendido que no es un material conductor.

De otro lado experiencias en el aula tal como la que se propone en el ítem, también pueden servir de ayuda para reforzar y ampliar lo aprendido en casa. Materiales como la madera, el vidrio y el plástico propuestos en las opciones A, B y D pueden usarse como ejemplo para reflexionar sobre su uso como aislantes de electricidad. Además pueden señalarse otras propiedades de estos materiales que se relacionan directamente con sus usos en la vida diaria, por ejemplo el que la madera sea buena conductora térmica y se use en el tablado de techos y pisos en las casas.

La respuesta correcta fue seleccionada por un 48% de la población señalando que los niños asocian los metales con materiales conductores y ubicando al ítem en un nivel de competencia C.

Ejemplo 19 – 2005

Cuando llegan a la laguna, los niños se divierten tirando objetos al agua. Juanita tira una ramita de madera seca, Juan tira un tronco grande y pesado y María tira una piedra. ¿Cuáles objetos flotan?

- A. sólo la ramita.*
- B. la ramita y la piedra.*
- C. la ramita y el tronco grande.*
- D. la ramita, el tronco grande y la piedra.*

Acción de pensamiento: Establezco relaciones entre objetos que tienen masas iguales y volúmenes diferentes o viceversa y su posibilidad de flotar.

Grado: **5º**
 Componente: **Entorno Físico**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **D**
 Clave: **C**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
46%	4%	41%	7%

La pregunta se responde correctamente al identificar el conjunto de objetos que satisfacen las condiciones necesarias para flotar en el agua. Para hacer la identificación el niño debe leer cuidadosamente la descripción de los objetos en el enunciado, de esta manera puede determinar diferencias tales como tamaño, forma y peso entre ellos. La pregunta indaga sobre la comprensión del principio de Arquímedes, en el sentido de que un objeto se mantendrá a flote siempre que tenga menor densidad que el fluido en el que flota.

De acuerdo con lo anterior, en el caso de la ramita seca, que puede pensarse pequeña y liviana, el niño debe entender que con estas características este objeto tiene menor densidad que el agua y debe flotar. Sin embargo, entre los objetos que se proponen en el enunciado no sólo la ramita se mantiene a flote y por esto la opción A no es correcta. Esta opción fue escogida por el 46 % de la población, mostrando que estos niños relacionan el que un objeto se hunda con su peso y no con su densidad, y por lo tanto equivocadamente descartan al tronco pesado como uno de los objetos que flota.

Ahora bien, en la opción correcta, que es la C, se considera además de la ramita al tronco grande y pesado. Los niños que seleccionan esta opción tienen la noción de que los troncos, sin importar su peso, flotan. Esto es cierto puesto que la densidad de la madera nunca es mayor que la del agua. El 41% de la población seleccionó esta opción como la correcta ubicando al ítem en un nivel de competencia D.

En las opciones B y D se considera que la piedra es uno de los objetos que flota, puede esperarse que la experiencia cotidiana oriente a la hora de descartar estas dos opciones, lo que explica el que tengan los porcentajes de escogencia más bajos, 4% y 7% respectivamente.

Ejemplo 20 – 2005

Durante el paseo, Manuel observó varios objetos: unas pinzas, un destapador de gaseosa, una linterna, una carretilla y una lupa. De estos objetos, Manuel clasifica como máquinas simples

- A. las pinzas, la carretilla y la lupa.*
- B. las pinzas, la carretilla y el destapador de gaseosa.*
- C. la linterna, las pinzas y el destapador de gaseosa.*
- D. la linterna, la lupa y las pinzas.*

Acción de pensamiento: *Identifico máquinas simples en objetos cotidianos y describo su utilidad.*

Grado:	5º
Componente:	Entorno Físico
Competencia:	Identificar
Nivel:	D
Clave:	B

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
17%	31%	20%	30%

Para responder correctamente esta pregunta se requiere que el niño tenga la noción de que una máquina simple es un mecanismo que se emplea para cambiar la magnitud y dirección de aplicación de una fuerza y que sepa reconocer cuáles de los cinco objetos propuestos en el enunciado se usan para ejercer una fuerza. Esta noción puede adquirirse al identificar que una máquina simple aumenta la fuerza que una persona aplica usando únicamente sus músculos. De esta manera sólo la carretilla, el destapador de gaseosa y las pinzas son máquinas simples.

El concepto de máquina simple puede interpretarse de manera errónea al considerar que una máquina simple es aquella que puede funcionar con mecanismo elemental, que no requiere de mucha fuerza para ponerlo en marcha. Este es el caso de los niños que consideran que la linterna es una máquina simple porque funciona oprimiendo un interruptor, como nos sugieren las opciones C y D con un porcentaje de escogencia de 20% y 30 % respectivamente.

Escoger a la lupa como máquina simple se relaciona con la idea de que este tipo de máquinas están constituidas por pocas piezas lo que se puede asociar con un mecanismo de funcionamiento sencillo. Tal es el caso de la opción A, con el porcentaje más bajo de escogencia, elegida por un 17% de los estudiantes. En conclusión, si se desconoce la noción correcta de máquina simple, es fácil confundir el concepto al dar una interpretación equivocada a la palabra simple.

La opción B es la correcta y señala que los niños que la escogieron tenían la noción correcta de máquina simple sin embargo tiene un bajo porcentaje de escogencia dejando a las demás opciones con un acumulado cercano al 70 %. La opción C se relaciona directamente con la idea de que la máquina simple es la que funciona con un mecanismo simple, como las pinzas, la linterna y el destapador de gaseosa. La opción D se relaciona también con esta idea.

La pregunta se ha clasificado en la competencia de identificación y su nivel de competencia es D.

Ejemplo 21 – 2005

Al anochecer, aparece una luna grande y redonda. Diana dice: .La semana pasada no era redonda y se veía más delgadita. - ¿Por qué cambió de forma?: porque la luna

- A. tiene un lado brillante y otro oscuro.*
- B. refleja la luz del sol y a veces vemos toda la parte iluminada y otras sólo la mitad.*
- C. se mueve alrededor del sol y a veces se va muy lejos y no la volvemos a ver en un buen tiempo.*
- D. es como una linterna; tiene una luz propia que va cambiando.*

Acción de pensamiento: Describo los principales elementos del sistema solar y establezco relaciones de tamaño, movimiento y posición.

Grado: **5º**
Componente: **Entorno Físico**
Competencia: **Indagar**
Nivel: **D**
Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
13%	13%	16%	27%

Esta pregunta busca determinar si el niño tiene las nociones básicas acerca de los cambios de fase periódicos que observamos en la Luna. Fundamentalmente se pretende que el niño cuestione sus preconcepciones acerca de esos cambios y que a partir del conocimiento cualitativo adquirido en el aula, al describir el movimiento de los astros, reevalúe sus conocimientos y comience a justificar científicamente las observaciones que hace sobre su entorno.

Para responder correctamente la pregunta, de un lado el estudiante debe conocer algunas propiedades del movimiento de este cuerpo celeste, como la rotación alrededor de su eje y la traslación alrededor de la Tierra; de otro lado debe entender que la Luna como todos los satélites naturales no produce luz por si misma sino que refleja la luz del sol hacia nuestro planeta lo que nos permite verla brillante en el cielo. Teniendo en cuenta que la Luna siempre da la misma cara a la Tierra, el que cambie de forma periódicamente se debe a que en algunos momentos de su movimiento de traslación la cara de la luna que podemos ver desde la Tierra no recibe parte de la luz del Sol y por eso no la vemos completamente iluminada.

La opción A fue escogida por un 13% de los niños y aunque evidentemente debido a su movimiento de rotación una parte de la Luna siempre está oculta a la luz del Sol y por lo tanto es oscura, esta opción de respuesta no explica por qué cambia la forma del satélite, tan sólo señala una de sus características. La opción B proporciona la razón que explica porque se puede ver la Luna como un astro luminoso y además enuncia correctamente que cambia su forma porque a veces vemos toda la parte

iluminada y otras sólo la mitad. La clave fue seleccionada por el 43% de los niños lo que ubica al ítem en el nivel de competencia D.

La opción C describe la situación en la que el movimiento de traslación del satélite es como el de un planeta alrededor del Sol, de manera que en ciertas posiciones de su órbita no es posible verla completamente. Finalmente en la opción D se supone que la luz que permite ver a la luna brillante proviene de si misma, y que por medio de algún mecanismo desconocido el astro regula la intensidad de la luz que emite. Esta opción escogida por un 27% de los niños se relaciona directamente con la idea errónea de identificar a la luna y al sol como astros de igual naturaleza y que emiten luz propia.

Con el fin de desarrollar la observación de los fenómenos naturales con criterio científico, pueden plantearse estrategias en el aula para aclarar conceptos y llevar a los estudiantes a que se cuestionen sobre el movimiento de la luna. Una posibilidad es pedirles a los niños que durante un mes, noche a noche, dibujen la forma que tiene la Luna y anoten las diferencias que encuentran a medida que transcurre el tiempo.

3.2.2 Grado Noveno

Ejemplo 1 – 2006

Los colibríes son polinizadores. En una investigación se determinó la frecuencia con la que los colibríes visitan las flores de distintos colores. A partir de dicha observación se obtuvieron los siguientes resultados:

Color de Flor	Porcentaje de flores visitadas
Roja	84%
Anaranjada	83%
Amarilla	85%

De ahí se puede concluir que:

- A. los colibríes visitan con mayor frecuencia las flores amarillas.*
- B. los colores no determinan la frecuencia de visita a las flores.*
- C. los colibríes visitan con menor frecuencia las flores anaranjadas.*
- D. los porcentajes muestran una fuerte preferencia por las flores amarillas y rojas.*

Acción de pensamiento: Utilizo las matemáticas para organizar, analizar y presentar datos. Interpreto los resultados teniendo en cuenta el orden de magnitud del error experimental.

Grado: **9º**
Componente: **Entorno Vivo**
Competencia: **Indagar**
Nivel: **E**
Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
29%	20%	4%	46%

Esta pregunta del componente Entorno Vivo indaga sobre la capacidad para sacar conclusiones a partir de los datos obtenidos durante una investigación. Está clasificada bajo la competencia Indagar puesto que su objetivo es analizar si los estudiantes interpretan correctamente la información estadística presentada. En este caso, una conclusión relacionada con el comportamiento de los colibríes se apoya en la interpretación de datos cuantitativos, que deben ser analizados con precaución.

En esta pregunta el porcentaje de flores de cada color visitado es esencialmente igual: 83, 84 y 85. Aquí se requiere discriminar entre diferencias significativas y las que no lo son: Se les pide a los alumnos pensar si, con base en la información, pueden afirmar que los tres porcentajes permitan asegurar que los colibríes tienen preferencia por un color específico.

Esta pregunta se introduce en este análisis de resultados de las pruebas SABER con el propósito de promover en el aula el uso de los conocimientos de probabilidad trabajados en matemática en un contexto de las ciencias naturales.

El 29% de los estudiantes elige la opción A. La elección de esta opción parte de relacionar el valor numérico más alto con una preferencia. Este grupo de estudiantes interpretó la pregunta en términos numéricos sin tener en cuenta las nociones de probabilidad y conteo que aprenden en el aula y que deben ser usadas en este contexto.

El 20% de los estudiantes contestó la opción correcta B. Estos jóvenes analizaron el contexto del experimento y dedujeron que dada la cercanía entre los tres porcentajes, la probabilidad de que una de esas flores fuera visitada es similar y por lo tanto no puede decirse que los colores determinan la frecuencia de visita.

El 4% de los estudiantes contestó la opción C, que describe una relación directa entre el menor porcentaje observado y las flores que aparentemente fueron menos visitadas. Estos jóvenes interpretaron los datos en términos matemáticos exactos, pero llama la atención que aunque es una opción de respuesta equivalente a la opción A, el porcentaje de estudiantes que la elige sea mucho menor. Esto puede explicarse por la tendencia de los estudiantes a escoger el número de mayor valor.

El 46% de los estudiantes contestó la opción D. Estos estudiantes la interpretaron de manera numérica a pesar de la afirmación “fuerte preferencia” en esta opción. Esto indica que el criterio para ponderar los resultados parte del ordenamiento estrictamente numérico de los datos.

La dificultad que tuvo esta pregunta resalta la necesidad de articular los conceptos de probabilidad en la interpretación de resultados experimentales, y analizar la distancia entre las cifras obtenidas en un contexto o en una escala antes de tomar una decisión.

Ejemplo 2 – 2006

En una especie de colibríes los machos presentan colores rojizos en las plumas del vientre, mientras que el vientre en las hembras es de color verde. Se puede afirmar que estos colores están determinados por genes

A. *dominantes.*
 B. *recesivos.*
 C. *de los cromosomas sexuales.*
 D. *de los cromosomas autosómicos.*

Acción de pensamiento: *Comparo los diferentes tipos de reproducción. Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario.*

Grado:	9º
Componente:	Entorno Vivo
Competencia:	Explicar
Nivel:	D
Clave:	C

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
41%	11%	42%	5%

Nos hemos acostumbrado a que los colores de las plumas de las aves de los machos y las hembras en algunas especies son diferentes. Sin embargo la explicación de este fenómeno no es muy clara para todos. Los estándares en ciencias señalan la importancia de la variabilidad biológica, tanto en el nivel de ecosistemas, como en el de poblaciones. En esa dirección, este ítem pregunta qué determina la variabilidad dentro de una especie, y lo contextualiza en las aves. La adaptación, el comportamiento o, en este caso la base genética de la variabilidad, son clave para entender las variaciones dentro de una especie. Aunque esta pregunta sólo hace referencia a qué produce la diferencia de plumaje entre machos y hembras, la respuesta en el aula debe darse en términos mucho más amplios.

Las opciones de respuesta tienen en cuenta dos niveles de complejidad: los cromosomas y los genes contenidos en los cromosomas. Por un lado, se explora el conocimiento y la comprensión tienen los jóvenes de los conceptos *dominante* y *recesivo*, y por otro, el de *cromosomas sexuales* y *autosomas*.

Los cromosomas de los organismos diploides están presentes en pares homólogos excepto en un par conocido como *los cromosomas sexuales*. (En el ser humano el número diploide de cromosomas es 46: 44 autosomas y dos cromosomas sexuales.) Otros genes diferentes a los que definen el sexo están presentes en los cromosomas sexuales y éstos se comportan de acuerdo con los patrones de segregación y están ligados al sexo.

El 41% de los estudiantes escogió la opción A. Estos estudiantes han comprendido que los genes dominantes se expresan cuando están presentes en un individuo, sin embargo, no tienen en cuenta que los genes dominantes pueden estar presentes en machos y hembras y por tanto no explican la diferencia entre los sexos. Existe el preconceito entre los estudiantes de que los genes dominantes siempre determinan en los individuos un color específico y que los recesivos determinan ausencia de éste (albinismo).

El 11% de los estudiantes escogió la opción B. La información presentada en la pregunta no relaciona los colores rojo y verde con genes recesivos y por tanto quienes eligen esta opción no tienen en cuenta que los dos colores no pueden ser recesivos en la misma especie.

El 42% de los estudiantes contestó correctamente. El contexto de la pregunta se enfoca en comparar la diferencia entre los sexos y no sólo entre los individuos. La opción C se relaciona con los cromosomas sexuales. El estudiante que contesta correctamente aplica conceptos de genética y deduce que la diferencia de coloración entre machos y hembras está determinada por los cromosomas sexuales y los genes presentes en ellos. El estudiante ve diferencia entre los sexos y lo relaciona con los cromosomas sexuales y aunque no asegura una comprensión profunda de los conceptos asociados, sí muestra competencia al establecer relaciones y al ampliar la visión de que estos cromosomas determinan algo más que el sexo en la especie.

El 5% de los estudiantes seleccionó la opción D. Estos estudiantes no reflexionan que si la característica fuera autosómica tanto hembras como machos podrían ser de color verde o rojo.

Ejemplo 3 – 2006

En los cultivos de caña se emplean grandes cantidades de fertilizantes para aumentar la producción. Estos fertilizantes

- A. eliminan las malezas que compiten por los nutrientes con la caña de azúcar.*
- B. proporcionan nutrientes minerales y orgánicos a las plantas de caña.*
- C. reducen la evaporación de agua por parte de las plantas de caña de azúcar.*
- D. acaban con las babosas y los insectos que dañan hojas y tallos de la caña.*

Acción de pensamiento: Explico la función del suelo como depósito de nutrientes. Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.

Grado: **9º**
Componente: **Entorno Vivo**
Competencia: **Explicar**
Nivel: **C**
Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
14%	57%	4%	25%

Esta pregunta se ubica en el contexto de un cultivo de caña de azúcar y de los abonos e insumos que se requieren para manejar los cultivos. Teniendo en cuenta que la mayor parte de los cultivos requiere nutrientes y debe protegerse de plagas, esta pregunta busca indagar si los estudiantes reconocen la función que cumple un fertilizante y si lo diferencian de un pesticida. Las opciones de respuesta incorporan algunos de los aspectos que se controlan en los cultivos, especialmente en los monocultivos, que son más fácilmente atacados por plagas, y que además requieren grandes cantidades de nutrientes. Los estándares en ciencias naturales consideran la importancia del suelo en la producción de alimentos y también los avances tecnológicos asociados.

El 14% de los estudiantes contesta la opción A. Estos estudiantes no distinguen entre herbicidas (matamalezas) y fertilizantes. Si bien es cierto que las malezas son un problema en los cultivos porque utilizan los nutrientes del suelo y por ello entran en competencia con las plantas del cultivo, la aplicación de fertilizantes no acaba con las malezas. Los estudiantes que eligen esta opción muestran poca familiaridad con el lenguaje de la ciencia en el tema, que por estar relacionado con la necesidad de construir una posición respecto a las ventajas y desventajas del uso de productos químicos u orgánicos en los cultivos, debe fortalecerse en el aula.

El 57% de los estudiantes contesta correctamente la opción B. Estos estudiantes relacionan el encabezado del ítem –aumentar la producción– con el hecho de que las

plantas necesitan nutrientes minerales y orgánicos que son absorbidos de la tierra a través de las raíces. Cuando un suelo pierde nutrientes por pastoreo excesivo, por erosión o por cultivo permanente, es necesario volver a adicionarle los elementos que ha perdido, es decir, hay que fertilizarlo. Estos estudiantes identifican la función que cumplen los fertilizantes. El 4% de los estudiantes responde la opción C, en la cual se tiene en cuenta otro aspecto importante en los cultivos, como es el manejo del agua y los problemas asociados a su escasez. En algunos casos se busca reducir la exposición del suelo a los rayos solares y para ello se cubre el suelo con hojarasca. Reducir la pérdida de agua por evaporación es importante en muchos cultivos, pero los fertilizantes no resuelven este problema.

La opción D que fue respondida por el 25% de los estudiantes, aborda el tema de las plagas que hacen daño a los cultivos. Las plagas pueden ser animales grandes como las aves o pequeños como insectos y babosas, que consumen partes de la planta y disminuyen la producción. Las sustancias empleadas para controlarlas se denominan pesticidas. Al elegir esta opción, los estudiantes creen que la función de los fertilizantes es acabar con las plagas que azotan a los cultivos de caña. Teniendo en cuenta que la cuarta parte de los estudiantes confunde fertilizante con plaguicida es importante discutir estos temas en el aula a partir de casos de la vida cotidiana para que no sólo distinguan los conceptos sino que entiendan cómo funcionan y cuándo aplicarlos.

Ejemplo 4 – 2006

La propagación de plantas por medio de cultivo de tejidos in vitro es un método de reproducción asexual en el cual, a partir de células de tejidos jóvenes de una planta se producen gran cantidad de plántulas. Las plántulas producidas por este método

- A. heredan todas las características de la planta madre.*
- B. heredan la mitad de las características de la planta madre.*
- C. sólo heredan las características ventajosas de la planta madre.*
- D. no heredan ninguna característica de la planta madre.*

Acción de pensamiento: *Comparo mecanismos de división celular y argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos.*

Grado: **9º**
 Componente: **Ciencia, tecnología y sociedad**
 Competencia: **Explicar**
 Nivel: **D**
 Clave: **A**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
47%	27%	17%	8%

Esta pregunta evalúa la comprensión que el estudiante tiene acerca de las características de los descendientes obtenidos por un método de propagación asexual, como el cultivo de tejidos o la propagación por estacas, entre otros. La propagación de plantas empleando métodos de reproducción asexual tiene una serie de ventajas y desventajas que deben tenerse en cuenta al cultivar en pequeña o gran escala.

La pregunta se centra en la reproducción asexual o vegetativa, proceso reproductivo en el cual un organismo genera individuos nuevos por división celular. En este proceso no interviene la unión de dos gametos, no hay intercambio genético (como sucede con la reproducción sexual en la cual intervienen la meiosis y la fecundación) y, por tanto, los individuos producidos asexualmente son genéticamente idénticos a sus padres.

El 47% de los estudiantes contesta correctamente la opción A. Estos estudiantes comprenden que en la reproducción asexual los descendientes son copias iguales del progenitor. Esta opción de respuesta plantea que al tomar células de una planta y multiplicarlas, en este caso en una condición de laboratorio, las características de las nuevas plantas serán iguales a las de la planta donante.

El 27% de los jóvenes contestó la opción B. La opción tiene en cuenta aspectos de la reproducción sexual en la cual los progenitores aportan la mitad de la información genética; posiblemente consideran que al no haber unión sexual de dos gametos sólo se hereda la mitad de las características. Los estudiantes no diferencian la reproducción asexual de la sexual, y consideran que como cada progenitor aporta la mitad del material genético, entonces una planta donante solo da la mitad de su información genética al nuevo individuo. Los interrogantes que deja esta opción son entonces ¿De donde se obtiene la otra mitad de la información?, ¿Puede un individuo vivir con la mitad de su información genética y por qué? Preguntas que podrán generar mucho interés en los estudiantes si se trabajan como discusión.

El 17% contesta la opción C, donde se introduce un preconceito según el cual cuando se producen organismos en el laboratorio estos organismos siempre tienen las características deseadas, como por ejemplo ser resistentes a plagas, o ser más productivas. Aunque esto es cierto porque para el mejoramiento se seleccionan las plantas con las mejores características, también debe tenerse en cuenta que las plantas madres o donantes aportan todas sus características, incluso las que no son ventajosas.

El 8% de los estudiantes eligió la opción D. Este grupo, relativamente pequeño, no emplea los conceptos de herencia al aceptar que las características de la planta donante no pasan a la descendencia. Este grupo no asoció la experiencia cotidiana, que muestra que los descendientes heredan características de los padres, con la herencia en las plantas que sigue principios similares. Esto último puede

aprovecharse para trabajar en el aula la importancia de tener en cuenta hechos y observaciones de la vida diaria en la comprensión de algunos conceptos y en la resolución de problemas.

Ejemplo 5 – 2005

En una ocasión se capturaron tiburones para un experimento; para identificarlos se marcaron algunos, cortándoles la punta de la cola. Se espera que los hijos de los tiburones marcados

- A. nazcan sin la punta de la cola porque a los padres se les quitó.*
- B. nazcan con cola completa porque sus padres la tenían antes de la captura.*
- C. nazcan sin la punta de la cola en las generaciones siguientes.*
- D. nazcan con la punta de la cola de diferente forma.*

Acción de pensamiento: Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario. Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.

Grado: **9º**
 Componente: **Entorno Vivo**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **D**
 Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
6%	32%	16%	45%

Esta pregunta indaga sobre el concepto de herencia y busca conocer si los estudiantes comprenden que las características adquiridas no pueden heredarse. La pregunta se enmarca en un tema de actualidad que tiene que ver con los cambios que se producen artificial y superficialmente en los organismos. Estos cambios pueden tener fines estéticos o de salud, como por ejemplo una cirugía estética. Es importante que los estudiantes sean conscientes de que un cambio externo en un organismo –que no actúe directamente sobre los genes de sus gametos– no será heredado por sus descendientes.

El 22% de los estudiantes eligió entre las opciones A y C. Este grupo considera que cualquier cambio en el aspecto externo de los organismos es transmitido a los hijos. El mecanismo por el cual una característica modificada pasa de padres a hijos tiene que provenir de una modificación en el nivel del gen que determina la característica *en los gametos*. Si esta modificación ocurre en las células somáticas por causas físicas o químicas como por ejemplo estar expuesto a radiación, el organismo seguramente enfermará pero no transmitirá el cambio a sus hijos. Es conveniente

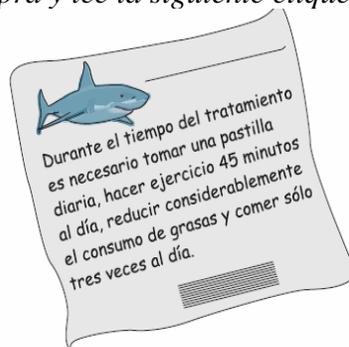
usar ejemplos de la vida diaria en el aula de clase para ayudar a que los procesos de pensamiento conecten lo directamente observable con lo que ocurre en el nivel celular.

El 32% de los estudiantes contestó la respuesta correcta (B). Este grupo de estudiantes, que representa un tercio de la población evaluada, muestra competencia en la aplicación de conceptos aprendidos en genética, distingue las características heredadas de las adquiridas y comprende que estas últimas no se pueden heredar.

El 45% de los estudiantes escogió la opción D, en la cual se indica variación en la forma de una parte del cuerpo. Casi la mitad de la población evaluada considera que un cambio externo en la apariencia de un organismo puede ser heredado por la siguiente generación. Esto sería cierto si estuviera asociado a una mutación en los genes de los gametos, pero como el ítem se relaciona con cambios externos, no es acertado predecir un cambio en la siguiente generación. A partir de estos resultados se evidencia la necesidad de profundizar en la relación entre **gen**→**proteína**→**característica específica**, pues es una asociación de difícil abstracción.

Ejemplo 6 – 2005

En la radio anuncian un producto, elaborado a partir de aletas de tiburón, para bajar de peso. Una persona lo compra y lee la siguiente etiqueta:



El comprador piensa que bajo esas condiciones es muy difícil saber si el medicamento sirve para algo. ¿Por qué es difícil saberlo?

- A. Porque dejar de comer entre comidas disminuye la absorción del medicamento.*
- B. Porque la compañía no muestra la composición química del medicamento en la etiqueta.*
- C. Porque la compañía desconoce el peso del comprador antes y después del tratamiento*
- D. Porque no es fácil establecer si lo que baja el peso es el remedio, o las indicaciones de la etiqueta.*

Acción de pensamiento: Comparo la información química de las etiquetas de los productos manufacturados por diferentes casas comerciales.

Grado: **9º**
Componente: **Ciencia, tecnología y sociedad**
Competencia: **Indagar**
Nivel: **C**
Clave: **D**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
5%	13%	10%	72%

Esta pregunta del componente Ciencia Tecnología y Sociedad busca desarrollar en los estudiantes capacidad de análisis y pensamiento crítico. La pregunta pide al estudiante reflexionar sobre las propiedades de un producto nuevo que los medios masivos le están *persuadiendo* comprar. El ítem parte de una situación común, pues en los medios de comunicación se ofrecen productos que satisfacen los deseos o las necesidades del ciudadano. La mayor parte de los productos viene acompañados de etiquetas informativas sobre sus características y ventajas, y desde la escuela debe desarrollarse el hábito de leer esa información antes de usar o consumir un producto. Si el estudiante se acostumbra a comprar sin pensar o, a aceptar todo tipo de información sin un análisis previo, podrá caer fácilmente en manos de charlatanes o de personas inescrupulosas.

La opción A respondida por el 5% de los jóvenes; quienes eligen esta opción reconocen que los productos que se administran por vía oral son asimilados por el organismo en el intestino. Sin embargo, la ingesta de alimentos no es condición para que estos productos sean absorbidos y, por el contrario, comer con frecuencia es contrario a lo que se busca cuando hay que reducir el peso.

La opción B elegida por el 13% muestra que este grupo de jóvenes considera necesario conocer la composición del producto. Esta es una posición válida, porque le permite al comprador identificar algunos compuestos de los productos y tomar decisiones frente a lo que el médico o un experto le recomienda. Sin embargo, aunque el comprador conozca la acción de los compuestos del producto, conocer su composición química no garantiza que sea el factor que reduce el peso, porque en el contexto de la etiqueta influyen otras variables.

El 10% de los estudiantes seleccionó la opción C. Saber cuánto pesa la persona antes y después del tratamiento no tiene efecto sobre la pérdida de peso. Al elegir esta opción el estudiante identifica el peso de los individuos como una de las variables estudiadas durante el desarrollo científico del producto, pero no reconoce que el cambio de peso, antes y después del tratamiento, varía individualmente y sólo podrá ser conocido por cada consumidor, no por la compañía. El cambio de peso constituye información útil para el comprador del producto pues le permite saber si ha logrado perder peso después de usar el producto.

El 72% de los estudiantes seleccionó la opción correcta D. Esta elección muestra un manejo de la competencia indagación al distinguir que cuando se modifican simultáneamente varias variables no es fácil establecer una verdadera relación causa→efecto. Un porcentaje alto de jóvenes entendió que todas las indicaciones de la etiqueta contribuyen a la pérdida de peso de una persona. Entonces, el comprador no podrá establecer si la pérdida de peso es debida al producto o a las demás indicaciones.

La elección de las opciones A, B y C indica que existe una tendencia a leer o prestar atención sólo a aquello que es de interés personal. Por ejemplo en muchos empaques de medicamentos se establecen las contraindicaciones y usualmente las personas no leen esta información, o lo hacen después de haber tomado el medicamento cuando sienten que algo les incomoda y lo relacionan con la medicina. Identificar y corregir esta tendencia puede ser útil en muchas circunstancias de la vida.

Ejemplo 7 – 2005

El comprador resuelve tomar el medicamento una vez al día durante dos meses, sin tener en cuenta las otras indicaciones, y mide el nivel de colesterol en su sangre antes y después del tratamiento. El nivel de colesterol en la sangre es

- A. una hipótesis.
- B. una variable.
- C. un experimento.
- D. una conclusión.

Acción de pensamiento: *Identifico y verifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o variar.*

Grado: **9º**
 Componente: **Entorno Vivo**
 Competencia: **Indagar**
 Nivel: **D**
 Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
25%	29%	26%	19%

Esta pregunta, al igual que la anterior se enmarca en el uso de productos para reducir el peso, aprovecha una situación de interés general, porque los niveles altos de colesterol en la sangre se relacionan con el sobrepeso. Es de la competencia indagar porque tiene como objeto conocer si dado un experimento específico los estudiantes establecen diferencias entre algunos conceptos relacionados con el

diseño de una investigación: hipótesis, variable, experimento y conclusión. Dado que en la pregunta se estudia la variación en el nivel de colesterol, esta sustancia es la variable dependiente o variable-respuesta del experimento.

La opción A fue respondida por el 25%. Al considerar esta opción válida, se establece que el concepto de hipótesis no es claro para este grupo de estudiantes. En el ejemplo la hipótesis que fundamenta el experimento es “el uso de un producto de aletas de tiburón baja el colesterol”. Investigar el cambio en el nivel de colesterol sirve para validar la hipótesis pero esta variación, en sí misma, no es una hipótesis.

El 29% de los jóvenes contestó correctamente la opción B. Estos jóvenes comprendieron que una variable es una cantidad, factor o característica que tiene la posibilidad de cambiar en el marco del diseño de un experimento como respuesta a una variable independiente. El nivel de colesterol es un factor que puede cambiar después de tomar el producto durante dos meses. El nivel de colesterol anterior al consumo del producto sirve para establecer la efectividad del mismo cuando se compara con una lectura posterior.

En este experimento se establecen dos tipos de variables: 1- la que uno controla o variable independiente; en este caso el producto, y 2 - la variable dependiente, en este caso el cambio en el nivel de colesterol. En el aula se pueden desarrollar actividades para comprender el sentido de estos términos.

El 26% de los estudiantes eligió la opción C. Aunque lo planteado en el ítem se relaciona con un experimento, la pregunta indaga específicamente por uno de los componentes de un experimento, no por el conjunto en su totalidad. Estos jóvenes creen que el nivel de colesterol es un experimento, cuando en realidad es un factor dentro del contexto de un experimento y no un experimento en sí.

La opción D, elegida por el 19% de los estudiantes, plantea que el nivel de colesterol en la sangre es una conclusión. Al finalizar la etapa experimental no se ha llegado a la conclusión o a la finalización del experimento; una conclusión se obtiene cuando se analizan los datos y se puede establecer si la hipótesis con la cual se planteó el experimento es cierta o no. El resultado de medir el colesterol antes y después del tratamiento es un elemento *más* para llegar a una posible conclusión pero no es una conclusión en sí misma.

La distribución del porcentaje de respuesta en esta pregunta sugiere que fue respondida al azar. Esta distribución muestra que aunque la realización de actividades que involucran tomar datos y llegar a conclusiones se está incorporando en las aulas, se debe profundizar más en la naturaleza filosófica y científica de la experimentación. Se debe enfatizar que la experimentación no consiste en seguir instrucciones o saber de memoria los componentes del método científico sino que es

necesario hacerse preguntas y buscar formas de responderlas buscando evidencia en pro y en contra de una hipótesis inicial.

Ejemplo 8 – 2005

Un grupo de biólogos marinos, ha estudiado los huesos de ballenas, tiburones, rayas y leones marinos para determinar la cercanía evolutiva entre ellos.

Huesos de ballena



Huesos de león marino

Los biólogos encontraron similitudes en las aletas de la ballena y el león marino. ¿A qué se deben las similitudes encontradas en los huesos de las aletas?

- A. A la reproducción entre ballenas y leones marinos hace millones de años.*
- B. A la existencia de un ancestro evolutivo cercano entre la ballena y el león marino.*
- C. A las condiciones ambientales que transformaron las estructuras de la ballena y el león marino.*
- D. Al tipo de alimentación y el medio en el que se desarrollaron en el pasado la ballena y el león marino.*

Acción de pensamiento: Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos. Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Grado: **9º**
 Componente: **Entorno Vivo**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **D**
 Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
13%	45%	26%	15%

Esta pregunta de la competencia identificar tiene como objetivo investigar la comprensión de los estudiantes de un tema fundamental en biología como es la *evolución*. Es un tópico poco trabajado que requiere dedicación y análisis en el aula pues existen muchos preconceptos al respecto.

El 13% de los estudiantes contestó la opción A. Este grupo de estudiantes relaciona correctamente al tiempo, millones de años, como una condición importante en la evolución. Así mismo, reconoce que ciertas características se heredan y mantienen en la descendencia, pero no reconoce que las especies están aisladas reproductivamente y en los casos excepcionales en que se cruzan dos especies diferentes la descendencia no es fértil. Los miembros de una misma especie al tener los mismos cromosomas pueden tener descendientes. Las ballenas y los leones marinos, al igual que los gatos y los perros, pertenecen a especies diferentes, tienen cromosomas diferentes y no pueden dejar prole, una condición necesaria para la evolución.

El 45% de los estudiantes que contesta la opción B reconoce la similitud entre los huesos de las aletas de las ballenas y leones marinos y deduce que los dos mamíferos tienen un ancestro común. Los huesos de los dos mamíferos acuáticos muestran una enorme semejanza. Estas dos especies posiblemente se originaron a partir de mamíferos terrestres pues sus extremidades son parecidas a las de ellos. Así por ejemplo, las aletas de los dos animales tienen huesos homólogos a los de nuestras propias manos. Esta homología revela entonces la existencia de un antepasado común.

El 26% de los estudiantes contestó la opción C. Aproximadamente la cuarta parte de la población estudiantil tiene la idea (preconcepción) de que los cambios ambientales son los que causan los cambios en los organismos. En la naturaleza las mutaciones y la selección natural son las que dan lugar a cambios en los organismos. Cuando los individuos heredan características que les proporcionan una ventaja para su supervivencia y reproducción en un ambiente dado, esas características tienden a mantenerse y a aumentar en frecuencia. Por eso, la ballena y el león marino que viven en el mar tienen estructuras análogas a las aletas de los peces que son fundamentales para moverse en el agua. Sin embargo, no aparecieron mamíferos con aletas por exigencia del ambiente sino por mutaciones en sus ancestros.

El 15% de los estudiantes seleccionó la opción D. Estos estudiantes y los que seleccionaron la opción C creen que algunos agentes externos, como la dieta y el ambiente en que se desarrollaron ballenas y leones marinos, son los que producen las semejanzas en sus extremidades. Efectivamente las condiciones ambientales fijan por medio de la selección natural las características que favorecen el éxito reproductivo de una especie; sin embargo, considerarlas como el factor fundamental en la presencia de homologías es desconocer la base genética de estas estructuras.

Ejemplo 9 – 2006

Decir que el volumen de etanol en la mezcla etanol/gasolina “no debe ser superior al 10% en climas fríos y templados” significa que

- A. el máximo porcentaje de etanol en la mezcla está entre 0-10% en volumen.*
- B. la gasolina en la mezcla debe encontrarse entre el 5-10% del volumen de etanol.*
- C. el contenido máximo de etanol en la mezcla no depende de la temperatura del medio.*
- D. es recomendable adicionar un valor superior al 10% de etanol en la mezcla.*

Acción de pensamiento: Establezco relaciones cuantitativas entre los componentes de una solución.

Grado: **9º**
Componente: **Entorno Físico**
Competencia: **Identificar**
Nivel: **E**
Clave: **A**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
37%	28%	23%	11%

La comprensión y el uso de porcentajes para indicar la composición de una solución, en términos de la cantidad de los distintos componentes de la mezcla, es una situación cotidiana que se presenta dentro y fuera del contexto escolar, y que niños y adultos, debemos aprender a calcular y sobre todo a interpretar. En la pregunta anterior se plantea un caso particular de comprensión, identificación y reconocimiento del significado de cierto lenguaje propio de la disciplina, en este caso, el uso del porcentaje como unidad física para expresar la concentración de un componente en una mezcla.

Esta pregunta se ubica en el nivel E de competencia. Los estudiantes que alcanzan este nivel reconocen, interpretan, analizan y hacen inferencias de los fenómenos de la naturaleza basándose en conceptos y teorías; manejan un lenguaje más elaborado de los fenómenos naturales y sociales. Utilizan información que le permite discriminar aspectos cualitativos y cuantitativos para caracterizar eventos. Así mismo, es necesario que el estudiante haga uso comprensivo de su conocimiento cotidiano y escolar para la solución de problemas enmarcados en el entorno físico. Para responder la pregunta correctamente, el estudiante debe hacer un reconocimiento e interpretación del significado de “10%” como la máxima cantidad de etanol que puede contener la gasolina en relación con la temperatura del medio.

De acuerdo con los datos de la tabla, la opción A fue seleccionada por un 37% de estudiantes que demuestra la correcta interpretación del significado de 10% como el volumen máximo de etanol, que en esta mezcla es el soluto, que debe contener la

mezcla. Un 28% de los estudiantes seleccionó la opción B, la cual es una interpretación inversa a la correcta, es decir, que la gasolina, solvente, es la que se adiciona al etanol, soluto. Para un 23% de los estudiantes la cantidad de etanol que se puede adicionar a la gasolina, no depende de la temperatura. Esto puede ser interpretado como expresión de la dificultad para comprender la información dada en el enunciado de la pregunta, dado que el contenido de la mezcla esta influenciado por la temperatura del ambiente donde se lleva a cabo el proceso. Finalmente, la opción D, respondida por el 11% restante corresponde a una opción que no está de acuerdo con la pregunta debido a que el límite máximo de adición aceptado es del 10%.

De acuerdo con lo anterior, la dificultad promedio de esta pregunta es alta con relación a lo esperado. Es de notar que la pregunta se enmarca en un contexto que describe una situación que se presenta en la actualidad y con la cual el estudiante, con base en sus conocimientos en ciencias, puede interactuar en un momento dado, por ejemplo, al comprar la gasolina para un carro en una estación de servicio. Esta pregunta puede ser utilizada por el docente para enfatizar con sus estudiantes, la importancia del empleo correcto del lenguaje propio de las ciencias, en el momento de trabajar las mezclas y su composición. Así mismo, se puede establecer relación con el entorno cotidiano y reflexionar con ellos sobre cómo una decisión equivocada podría tener consecuencias negativas no solamente para él sino para quienes lo rodean.

Ejemplo 10 – 2006

Uno de los riesgos de cocinar con gas, en ambientes cerrados o con muy poca ventilación, es la asfixia. Esto ocurre debido a que

- A. el oxígeno se consume en la combustión y los habitantes terminan respirando otros gases.*
- B. el gas combustible se expande por todas las habitaciones y no permite la respiración.*
- C. el oxígeno, que es menos denso que el gas combustible, es desplazado de la habitación.*
- D. la combustión consume otros gases y solo queda oxígeno en el ambiente.*

Acción de pensamiento: *Identifico factores de contaminación en mi entorno y sus implicaciones para la salud.*

Grado: **9º**
 Componente: **Ciencia, tecnología y sociedad**
 Competencia: **Explicar**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
---	---	---	---

Nivel:	E
Clave:	A

35%	44%	16%	5%
-----	-----	-----	----

Ubicada en el entorno ciencia tecnología y sociedad, la pregunta exige de los estudiantes la explicación de la causa por la cual un ser humano muere cuando se encuentra en medio de un proceso de combustión en un ambiente cerrado. La pregunta se ubica en el nivel de competencia E, el cual exige que los estudiantes construyan explicaciones basándose en conceptos y teorías que permiten dar razón de una situación problema o de un fenómeno natural.

La respuesta correcta de esta pregunta es la opción A y fue elegida por el 35% de la población. Elegir esta opción, implica que el estudiante tiene claro que el proceso de respiración humana requiere oxígeno y que esta demanda de oxígeno también es necesaria en el proceso de combustión. La concentración de oxígeno presente en la atmósfera de la habitación disminuirá hasta ser consumido completamente por la combustión, por lo tanto, al no haber oxígeno disponible, se inhalarán otros gases.

La opción B fue seleccionada por el 44% de los estudiantes. Quienes la seleccionaron, posiblemente, consideran que la expansión de los gases genera el desplazamiento del oxígeno e impide la respiración. Cuando lo que ocurre en realidad, como se dijo anteriormente, es la disminución de la concentración de oxígeno en el aire, y aunque se sigue respirando, la mezcla es pobre en oxígeno y no supe los requerimientos del cuerpo.

La opción C, sugiere que se produce un desplazamiento del oxígeno por los gases combustibles. Quienes se inclinaron por esta opción, el 16% de la población, posiblemente asumen que el oxígeno, dada su menor densidad, se desplazará a la parte superior de la habitación, quedando en la parte inferior únicamente el gas combustible. El 5% de los estudiantes señaló como respuesta la opción D; esta opción se aleja completamente de lo que ocurre en la combustión al afirmar que se consumen los demás componentes del aire y en la atmósfera sólo queda oxígeno, de ellos es posible pensar que no comprenden con claridad el fenómeno de la combustión, en el cual se consume oxígeno.

De acuerdo con el análisis anterior, se puede afirmar que aunque este tema se trabaja ampliamente en el aula, la pregunta resultó de un nivel de dificultad más alto del esperado. Como trabajo en el aula a partir de esta pregunta, el docente no sólo podrá trabajar los procesos asociados con el fenómeno de la combustión, sino también, involucrar conceptos desde la biología para tratar las diferencias entre lo que es una asfixia y una intoxicación. Aclarando por ejemplo, que la primera se presenta por falta de oxígeno en el ambiente donde se encuentra la persona, quien respira otros gases diferentes el oxígeno porque hay menos de lo requerido; la segunda, se da por reacciones químicas complejas que tienen lugar al interior del organismo entre sustancias de la sangre y un agente toxico.

Se puede hacer énfasis en lo que ocurre en el caso de una combustión incompleta, es decir, cuando la cantidad de monóxido de carbono se produce en cantidades apreciables, es posible que los habitantes inhalen este gas cuya presencia en el organismo bloquea el transporte de oxígeno por la hemoglobina y en consecuencia el paciente muere aún en presencia de alguna cantidad de oxígeno en el ambiente.

Ejemplo 11 – 2006

Para cocinar los alimentos un ama de casa utiliza estufa eléctrica, otra emplea estufa de gas natural y otra emplea una estufa de carbón. Frente a la situación anterior, es válido afirmar que existe un proceso de combustión

*A. en las estufas 1 y 2.
B. sólo en la estufa 1.
C. en las estufas 2 y 3.
D. sólo en la estufa 3.*

Acción de pensamiento: *Identifico y diferencio cambios químicos y físicos.*

Grado: **9º**
 Componente: **Ciencia, tecnología y sociedad**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **D**
 Clave: **C**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
27%	11%	45%	16%

Esta pregunta genera una reflexión sobre la manera como la ciencia y la tecnología han propuesto alternativas de gran uso en la sociedad moderna, como es el caso de la estufa eléctrica y el gas natural como reemplazo de la estufa de carbón que se había venido utilizando desde hace muchos años atrás. En el funcionamiento de una estufa de carbón, el docente encuentra un buen ejemplo para explicar a los niños el principio y la definición de una reacción de combustión. En ella, se involucra un comburente, que para el caso es el carbón, y un elemento oxidante, el oxígeno. El resultado es un proceso altamente exotérmico durante el cual se desprenden gases como el dióxido de carbono, el monóxido de carbono y el vapor de agua.

Para resolver la pregunta, el estudiante debe identificar, de los tres tipos de estufas que se mencionan, cuál de ellas funciona bajo el principio de la combustión. El 27% de los estudiantes seleccionó la opción A, una respuesta según la cual, la estufa eléctrica funciona a través de un mecanismo de combustión, sin haber analizado previamente que en este tipo de estufas lo que ocurre es el paso de corriente a

través de una resistencia que se calienta y genera calor, pero que en ningún caso emana o consume ningún tipo de gas; de alguna manera este grupo de estudiantes acierta en el sentido que el gas natural es un gas altamente inflamable y sí es empleado en la combustión cuando hay presencia de oxígeno.

La opción B, respondida por el 11% de la población, corresponde a la opción de respuesta que hace referencia al mecanismo que NO emplea el proceso de combustión para su funcionamiento, en ella no se producen ni se consumen sustancias gaseosas. La clave, opción C, fue seleccionada exitosamente por el 45% de los estudiantes ubicando la pregunta en un nivel de dificultad intermedio. Lo anterior permite afirmar que estos estudiantes tienen la capacidad de identificar, dentro de una situación de la cotidianidad, el funcionamiento de cada uno de los dispositivos mencionados, empleando para ello algunas nociones y conceptos preliminares adquiridas durante su vida escolar.

Quienes seleccionaron la opción D, el 16% de los estudiantes, reconocen que el carbón es clásicamente empleado para hacer hogueras, fogatas, y en general, toda clase de procesos en los que hay fuego, donde se genera calor y se pueden cocinar alimentos, pero no logran identificar que el gas natural es un compuesto que, bajo ambientes de seguridad adecuados, es empleado en muchos hogares como alternativa a la estufa de carbón y a la estufa eléctrica.

Ejemplo 12 – 2005

El dióxido de carbono (CO_2) contribuye al efecto invernadero. Una manera de detectarlo es hacer pasar el gas por una solución acuosa que contiene un indicador ácido-base que pasa de color rojo a incoloro respectivamente. Cuando es positivo el resultado, la coloración de la solución se torna roja, lo que significa que la molécula de CO_2

- A. incrementa la acidez del medio.*
- B. disminuye la acidez del medio.*
- C. no influye en el pH.*
- D. se descompone y daña la solución.*

Acción de pensamiento: Identifico productos que pueden tener diferentes niveles de pH y explico algunos de sus usos en actividades cotidianas.

Grado: **9º**
 Componente: **Entorno físico**
 Competencia: **Explicar**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
---	---	---	---

Nivel:	C
Clave:	A

51%	26%	9%	13%
-----	-----	----	-----

Dentro de esta temática, la pregunta presenta de forma transversal las tres competencias que son evaluadas en esta prueba, es decir, hay un componente de identificación, donde el estudiante debe reconocer una terminología de uso común en las ciencias químicas como es caso de: solución acuosa, indicador ácido base y pH. Así mismo, la pregunta exige indagar, interpretar y comprender para qué es el experimento en mención, cómo funciona y establecer los conceptos se relacionan con esta situación. A partir de lo anterior, finalmente, y como objetivo último de la pregunta, quien responde debe generar una explicación al fenómeno analizado en el sentido de dar respuesta a por qué la solución acuosa cambia de color.

La clave, la opción A, fue respondida por el 51% de los estudiantes. La población que la seleccionó, logró poner en práctica, satisfactoriamente, sus tres competencias, identificó que el indicador ácido-base en una solución acuosa cambia de coloración de acuerdo con las variaciones de pH, causadas en este caso, por la presencia de CO₂. Este gas, en contacto con el agua, forma un compuesto estable conocido como ácido carbónico, el cual aumenta la concentración de iones hidronio en el medio, generando de esta manera, que el pH se dirija a valores de mayor acidez, y por tanto, el color de la solución acuosa se torne rojo.

La opción de respuesta B fue seleccionada por un 26% de la población, Estos estudiantes, posiblemente logran interpretar, comprender y analizar correctamente la situación, pero el problema se presenta al relacionar en que momento aumenta o disminuye el pH en la solución. Sin desconocer que muy posiblemente los estudiantes tuvieron la falencia anterior, es importante para el docente emplear este tipo de análisis, en el aula, con el fin de que sus alumnos adquieran plena claridad sobre el concepto de pH y cómo se relaciona con su escala en medio acuoso. Tal vez, lo más importante, en este caso, sea lograr que los alumnos perciban y entiendan que el pH es una variable que cambia en un momento dado dependiendo de otros factores asociados al medio.

La opción C fue respondida por el 9% de los estudiantes; la selección de ésta opción puede indicar falta de comprensión de la pregunta, debilidades en el manejo de indicadores de pH y desconocimiento del comportamiento de éstos en medio acuoso. Cuando un estudiante tiene claro los conceptos relacionados con el pH, difícilmente acepta que la presencia de dióxido de carbono en el agua, que conlleva a la formación del ácido carbónico, no afecta el pH.

Por último, la opción D, seleccionada por el 13% de los estudiantes, hace referencia a que el cambio de coloración es consecuencia de la descomposición y posterior daño de la solución. Es probable que los estudiantes relacionaran el cambio de coloración de la solución como una evidencia de una reacción química de

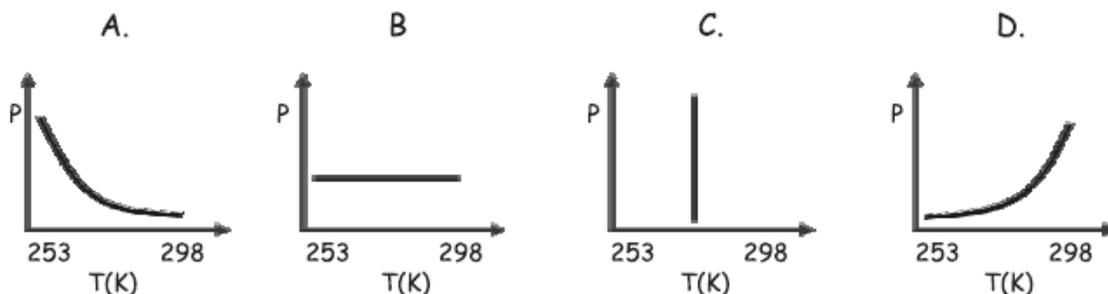
descomposición, más no como una evidencia del cambio en el carácter ácido o básico de la solución.

De manera general, a partir de la discusión y el análisis de ésta pregunta, se pueden abordar varias temáticas que permiten la integración de varios conceptos y disciplinas. Por ejemplo, en la pregunta se aclara cómo la presencia de dióxido de carbono en la atmósfera contribuye al efecto invernadero, hecho éste, que no siempre es negativo. Gracias al efecto en mención, la temperatura de la Tierra se mantiene en un equilibrio térmico que favorece la formación y la sostenibilidad de la vida en todas las zonas del planeta. Claro está, que si no hay un control sobre dicho fenómeno, se generan problemas ambientales tan delicados como es el calentamiento global excesivo, que trae como consecuencia cambios climáticos que, en muchas ocasiones, llegan a ser nefastos para la humanidad.

Así mismo, esta situación puede ser utilizada por el docente para realizar en el aula otras pruebas sencillas, como por ejemplo, hacer que el estudiante, tome un vaso con agua y en presencia del indicador adecuado, “cante” cerca al vaso y vea como en la medida que su aliento “toca” la superficie de la solución, ella va cambiando de color.

Ejemplo 13 – 2005

Uno de los productos derivados del petróleo es el gas propano, el cual es almacenado en cilindros (volumen constante) a bajas temperaturas (253 K). Una vez realizado este proceso, los cilindros se mantienen a temperatura ambiente (298 K). La gráfica que mejor representa el comportamiento de la presión del gas en el cilindro, durante todo el proceso en función de la temperatura, es



Acción de pensamiento: *Comparo los modelos que explican el comportamiento de gases ideales y reales.*

Grado: 9º
 Componente: Entorno físico
 Competencia: Indagar

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
---	---	---	---

Nivel:	C
Clave:	D

14%

24%

13%

48%

El trabajo en el aula sobre el estudio del comportamiento de los gases es por lo general amplio. Se realizan talleres, experimentos y actividades donde se pone en juego la capacidad de interpretación y análisis por parte del estudiante, previa explicación y conceptualización sobre este estado de la materia. Se estudia, por ejemplo, de qué manera, variables como la temperatura, la presión, el volumen y la cantidad de materia se relacionan entre sí para definir el estado en que se encuentra una sustancia a unas condiciones establecidas o predeterminadas.

La pregunta se enmarca en el contexto anterior e involucra uso de competencias para indagar sobre el comportamiento de una muestra fija de propano, a volumen constante, cuando se somete a variaciones de temperatura, de 253 K a 298 K. Un análisis del comportamiento de la presión del gas requiere que el estudiante entienda, ante todo, que hay un cambio en las dos variables que se representan en la gráfica, presión y temperatura. La pregunta podría llegar a resolverse a partir de situaciones cotidianas, por ejemplo, cuando se analizan fenómenos como el aumento de presión de las llantas de un automóvil cuando éste pasa de una zona templada a una zona más caliente. Sin embargo, la situación planteada, exige que el estudiante acuda a los conceptos y teorías aprendidas en el aula y las aplique en un contexto real.

Con respecto a lo anterior, las opciones B y C, seleccionadas por el 24% y el 13% de la población, respectivamente, demuestran que los estudiantes no identifican los efectos que pueden tener los cambios en las condiciones, de presión, temperatura, volumen y cantidad de materia, sobre el comportamiento de un sistema termodinámico. Para el porcentaje del primer caso, los estudiantes que seleccionaron la gráfica representada en la opción B, se puede afirmar que asumen que la presión de un gas permanece constante con la temperatura. Para estos estudiantes no sería un inconveniente tomar, por ejemplo, un aerosol y calentarlo, o inclusive, tomar una olla herméticamente cerrada, con agua y calentarla durante largo tiempo, situaciones que pueden ser de extrema gravedad porque puede llegar a presentarse una explosión.

En el segundo caso, se presenta una mala interpretación del enunciado de la pregunta, o una deficiente interpretación y lectura de la información que proporcionan los datos en una gráfica. Según la gráfica a que hace referencia la opción C, la temperatura no varía y la presión aumenta indefinidamente. El no reconocer que en las dos opciones anteriores se mantiene constante una de las dos variables, es preocupante, dado que para este nivel de educación básica, se esperaría que los estudiantes lean e interpreten con propiedad y de manera correcta gráficas en las cuales se representen dos variables.

La opción A, escogida por el 14% de los estudiantes, corresponde a una variación de la presión con respecto a la temperatura pero representa un análisis inverso, es decir, sugiere que a medida que la temperatura aumenta la presión disminuye hasta tal punto que es una asíntota horizontal, con lo cual un aumento de la temperatura no tendría efecto alguno sobre la presión. La clave, opción D, seleccionada por el 48% de la población, señala correctamente cómo el aumento de la temperatura en un recipiente a volumen constante genera cambios drásticos en la presión.

La discusión de preguntas como ésta y el análisis de sus opciones de respuesta, se presentan como una oportunidad para abordar no sólo los conceptos y las leyes necesarias para el estudio del comportamiento del estado gaseoso, sino también, para extender su aplicación en análisis de situaciones de la vida diaria en las que tenemos que interactuar con sustancias en el estado gaseoso. Tener conciencia de las características y de la naturaleza de los gases y su comportamiento bajo cambios fuertes de temperatura y presión puede, en un momento dado, ayudar a tomar decisiones en favor de la integridad personal y de la de quienes se encuentran en los alrededores.

Ejemplo 14 – 2005

El ácido sulfúrico contribuye a la formación de la lluvia ácida. Éste se forma a partir de la reacción del trióxido de azufre y agua, como se muestra en la ecuación



De acuerdo con la ecuación anterior es correcto afirmar que

- A. un mol de óxido se combina con un mol de agua para formar un mol de ácido.*
- B. dos moles de óxido se combinan con un mol de agua para formar dos moles de ácido.*
- C. dos moles de óxido se combinan con un mol de agua para formar un mol de ácido.*
- D. un mol de óxido se combina con dos moles de agua para formar un mol de ácido.*

Acción de pensamiento: Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.

Grado: **9º**
 Componente: **Entorno físico**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **C**
 Clave: **A**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
63%	4%	14%	17%

Ubicada en el entorno físico, la pregunta está orientada a evaluar la capacidad que tienen los estudiantes para leer una ecuación química, para realizar cálculos sencillos a partir de ella y para establecer relaciones estequiométricas de manera correcta. Al leer una ecuación química, el estudiante debe reconocer en ella la relación molar que existe entre los reactivos y los productos. Para el caso de la ecuación, bajo la cual se contextualiza la pregunta, se debe establecer la relación entre moles de reactivos necesarios para obtener un número determinado de moles de producto. Así, dado que la relación molar, en la ecuación en estudio, es uno a uno, para responder la pregunta, es necesario establecer esta proporcionalidad en la ecuación, comprender correctamente el significado de una ecuación balanceada y tener un manejo amplio del concepto de mol.

Como se puede observar, el 63% de la población se inclina por la clave, la opción A. Estos estudiantes identifican correctamente la relación uno a uno que se presenta en la ecuación ya balanceada, estableciendo así, la relación de proporcionalidad adecuada. El 37% restante de los estudiantes, al seleccionar las demás opciones, probablemente presentan deficiencias en el manejo de los conceptos y procedimientos necesarios para elaborar, correctamente, en el análisis de una ecuación química dado que, en ninguna de las opciones, B, C y D, se tiene en cuenta la ecuación balanceada, que es el principio fundamental de análisis para la realización de cálculos estequiométricos.

Desde el punto de vista pedagógico, el docente podría hacer diferencia entre las distintas formas de representar cambios químicos y de interpretar ecuaciones. Así mismo, podría emplear esta ecuación simple para hacer énfasis en la diferencia entre reactivos y productos, y entre coeficientes y subíndices, como elementos necesarios para escribir, interpretar y usar correctamente la información que proporcionan las ecuaciones químicas. También, es pertinente recalcar que es necesario trabajar con ecuaciones químicas balanceadas como requisito indispensable en el momento de realizar cálculos estequiométricos.

Ejemplo 15 – 2005

Para obtener ácido sulfúrico se realizaron cuatro experimentos en los que se varió la cantidad de reactivos, como se presenta en la siguiente tabla.

Experimento	Moles de SO_3	Moles de H_2O
1	2	2
2	1,5	1,5
3	0,5	0,5
4	1	1

Ten en cuenta que

Sustancia	Masa molar (g/mol)
SO_3	80
H_2O	18
H_2SO_4	98

¿Cuál de los experimentos anteriores se debe realizar para obtener 196 g de H_2SO_4 ?

- A. Experimento 1
- B. Experimento 2
- C. Experimento 3
- D. Experimento 4

Acción de pensamiento: Identifico y verifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento que pueden permanecer constantes o cambiar.

Grado: **9º**
 Componente: **Entorno físico**
 Competencia: **Indagar**
 Nivel: **E**
 Clave: **A**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
14%	7%	15%	63%

Ubicado dentro de uno de los campos más importantes de la química, la estequiometría de una reacción, el problema descrito en la pregunta, se enmarca en una situación donde se plantea una serie de experimentos, para obtener ácido sulfúrico. La producción de materia prima y de reactivos en general, dentro de la industria nacional, es un fuerte en la economía que debe ir aumentando con los años. Aplicar correctamente las nociones aprendidas a una situación cotidiana producirá grandes beneficios económicos y sociales, como la generación de empleo, nuevas sucursales de industrias y nuevos productos, entre otros, mientras que una decisión errónea sobre un proceso químico puede llevar al cierre de una empresa.

En este sentido, se invita a los docentes para que dediquen más espacios de discusión con el fin de que el estudiante no resuelva problemas de manera mecánica, sino que además, tenga presente las aplicaciones, los beneficios y las consecuencias que giran alrededor de esta temática. En efecto, muchas reacciones químicas son el fundamento de verdaderas fábricas y empresas productoras de compuestos orgánicos e inorgánicos de amplia utilidad en los campos y en las ciudades. Su desarrollo puede traer ingresos y generación de bienestar social a través del empleo en el país.

Para la resolución del problema se le informa al estudiante el peso molecular de cada uno de los reactivos involucrados en el proceso de producción de ácido sulfúrico. A partir de la ecuación balanceada, que se presenta en el contexto de la pregunta anterior, se establece que se produce un mol de ácido sulfúrico por cada mol de SO_3 que se consume. Así, la relación estequiométrica, de acuerdo con la ecuación, es 1:1, es decir, se requiere un número de moles de reactivo igual al número de moles del producto que se quiera preparar, en este caso dos moles de SO_3 .

Por lo anterior la clave A, seleccionada por el 14% de la población, indica que estos estudiantes interpretan correctamente la información que proporciona una ecuación química, establecieron la relación estequiométrica y muestran manejo de los conceptos de mol, masa molar y del respectivo procedimiento para transformar unidades de masa, expresadas en gramos, a moles y viceversa. Las opciones de respuesta B y C son incorrectas porque representan planteamientos de proporcionalidades estequiométricas de naturaleza decimal, que son inusuales en química y no conducen a la obtención de la cantidad de producto requerido.

Nótese que el 64% de los estudiantes seleccionó la opción D, el experimento 4. Un análisis detallado de esta opción indica, que si bien se acomoda a la estequiometría de la reacción, en el momento de hacer el cálculo no se tuvo en cuenta la cantidad de ácido que se quiere producir.

Ejemplo 16 – 2005

El gas metano que puede obtenerse a partir del tratamiento de los desechos orgánicos es un combustible utilizado en zonas residenciales. De acuerdo con la fórmula química del metano, CH_4 , es válido afirmar que éste está constituido por

- A. 4 átomos de carbono y 4 átomos de hidrógeno.*
- B. 4 moléculas de carbono e hidrógeno.*
- C. 1 átomo de carbono mezclado con 4 átomos de hidrógeno.*
- D. 1 átomo de carbono unido químicamente a 4 átomos de hidrógeno.*

Acción de pensamiento: *Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.*

Grado: **9º**
 Componente: **Entorno físico**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **C**
 Clave: **D**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
7%	20%	28%	44%

Con esta pregunta se busca evaluar la capacidad de los estudiantes para identificar los elementos constitutivos de la molécula del metano y la forma como están enlazados. Al seleccionar la opción D, el estudiante debe tener en cuenta que la razón por la cual se mantiene la relación 1:4 entre el carbono y el hidrógeno es debido a la formación de cuatro enlaces químicos. Nótese que la expresión en el enunciado “unidos químicamente”, puede reemplazarse por la expresión enlazados químicamente y seguramente algunos profesores prefieran hacerlo. En realidad, se trata de dos formas de decir lo mismo pero en el segundo caso, se hace alusión explícitamente al concepto de enlace químico. Para responder la pregunta correctamente se requiere, que el estudiante lea y diferencie los subíndices 4 y 1; el 4, que está explícito y que, en este caso, indica que en la molécula existen cuatro átomos de hidrógeno y el 1 que no necesita estar explícito y que se refiere a la presencia de un único átomo de carbono.

Si bien la opción D fue seleccionada por el 44% de los estudiantes, no se puede afirmar que fue una pregunta fácil para todos, desde este punto de vista, quizá sea necesario, de parte del docente, hacer un mayor énfasis en lo que es el enlace químico y las proporciones en que se encuentran los átomos de los elementos en una molécula. Para los estudiantes que optaron por la opción C, el 28%, no es clara la diferencia entre una mezcla y una combinación. Las mezclas no tienen proporciones definidas de sus componentes y por tanto no pueden representarse por una fórmula, mientras que las combinaciones sí.

En su orden decreciente de porcentajes de respuesta se encuentra el grupo de estudiantes que optó por la opción B, cuatro moléculas de carbono e hidrógeno. Al parecer, para esta población no es clara la diferencia entre molécula y átomo, y tampoco demuestran comprender el significado de los subíndices, dado que consideran que el número 4, que solo se refiere al número de átomos de hidrógeno, también incluye el número de átomos de carbono. Finalmente, el 7% que seleccionó la opción A, parece tener un error de interpretación semejante al descrito anteriormente pero, esta vez referido a los átomos y no a las moléculas.

De acuerdo con lo anterior, si se tienen en cuenta los resultados anteriores acerca de las opciones A, B y C, que sumados superan ampliamente los de la clave, D, es preciso reconocer, que es necesario hacer un mayor esfuerzo para lograr que los niños alcancen un nivel de conocimientos que les permita dar cuenta de las proporciones definidas de los elementos en las moléculas. En sentido amplio, para lograr en los niños, el desarrollo de las competencias necesarias que les permitan comprender nociones y conceptos de la química y usar adecuadamente el lenguaje propio de la ciencia.

Ejemplo 17 – 2006

Una de las preguntas más frecuentes es ¿por qué avanzan los aviones en el aire? La respuesta más acertada tiene que considerar que los motores

- A. arrojan aire a gran velocidad hacia atrás y el avión es impulsado.*
- B. crean un vacío al frente del avión que lo impulsa hacia adelante.*
- C. aprovechan la fricción del aire para hacer avanzar el avión.*
- D. crean corrientes de aire alrededor del avión que lo hacen avanzar.*

Acción de pensamiento: *Indago sobre los adelantos científicos y tecnológicos que han hecho posible la exploración del universo.*

Grado: **9º**
Componente: **Ciencia, tecnología y sociedad**
Competencia: **Explicar**
Nivel: **D**
Clave: **A**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
45%	6%	24%	25%

Para resolver esta pregunta de manera adecuada es necesario que los estudiantes comprendan previamente conceptos elementales, relacionados con los fluidos y nociones sobre las leyes de Newton. Fundamentalmente, se requiere que estén familiarizados con el principio de Pascal, la conservación del momentum o cantidad de movimiento, nociones básicas sobre la tercera ley de Newton (acción-reacción) y la capacidad de reconocer su aplicación en la cotidianidad. Aunque en este punto se plantea el problema con un avión, el fenómeno es el mismo que se observa cuando a una bomba de caucho inflada se le obstruye la salida del aire, y luego se suelta y comienza a volar impulsada por el gas comprimido a medida que va siendo liberado desde su interior. El objetivo de la pregunta es determinar si el estudiante está en capacidad de asociar un fenómeno natural con un desarrollo tecnológico basado en la aplicación inmediata del principio físico sin hacerlo explícito como es, en este caso, la propulsión a chorro. La pregunta pertenece al nivel de dificultad D, y aunque un porcentaje considerable, 45% de la población, la respondió adecuadamente, éste es menor que la mitad del total de los estudiantes.

La opción A es la clave de la pregunta. Determinar la opción correcta requiere del reconocimiento previo de los elementos que involucra el problema, en este caso el avión y la masa de aire necesaria para impulsarlo. Además el estudiante debe ser capaz de establecer, al menos, las nociones de los principios físicos que relacionan las dos cantidades y de entender que una masa de aire sometida a una alta presión se distribuye homogéneamente por todo el contenedor independientemente de su

forma, y que cuando hay orificios el gas comprimido intentará escapar por ese lugar, como ocurre en el caso de la boca de la bomba o la tobera en el motor del avión. En consecuencia, para los dos casos, el momentum de la masa de aire que es expulsada a gran velocidad, debe ser el mismo que tienen la bomba o el avión cuando avanzan, situación que implícitamente satisface la tercera ley de Newton, pues el empuje del aire arrojado es proporcional a la fuerza que hacen el avión o la bomba a través del fluido mientras se desplaza.

Cuando escoge la opción B, que supone que se producen vacíos a medida que el avión avanza, el estudiante puede estar asociando la pregunta con el principio de Arquímedes, que en este caso hace referencia a la masa de aire que desplaza el avión y que es proporcional a su propio volumen. Sin embargo, el ítem hace énfasis en la manera en la que se mueve el avión a través del fluido, aire, y no en cuáles son las condiciones que lo mantienen dentro del mismo.

El grupo de estudiantes que escoge la opción de respuesta C, 24% de la población, puede estar interpretando el problema en términos de las posibles interacciones o fuerzas que hay entre el avión y el aire pero no diferencia de manera adecuada las consecuencias de cada una de ellas, pues desconoce la naturaleza disipativa, de la fuerza de fricción, que se opone al avance del avión en vez de impulsarlo. La naturaleza disipativa de estas interacciones se pone de manifiesto cuando parte de la energía de un cuerpo en movimiento se transforma en otras formas tales como sonido, calor entre otros.

El 25% de la población escogió la opción D. En esta situación las corrientes se generan como consecuencia del desplazamiento del avión a través del aire, y aunque esto puede llegar a ocurrir, no se relaciona con el avance del avión.

Ejemplo 18 – 2006

Un paracaidista se lanza desde un avión. Cuando el paracaídas se abre, el movimiento de caída libre del paracaidista se frena. Esto ocurre principalmente porque

- A. el aire ejerce sobre el paracaídas una fuerza de fricción.*
- B. el paracaidista flota por el empuje del aire.*
- C. el paracaídas vuelve más liviano al paracaidista.*
- D. el paracaídas disminuye la fuerza de gravedad.*

Acción de pensamiento: *Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.*

Grado:	9º
Componente:	Entorno físico
Competencia:	Explicar
Nivel:	D
Clave:	A

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
38%	20%	6%	36%

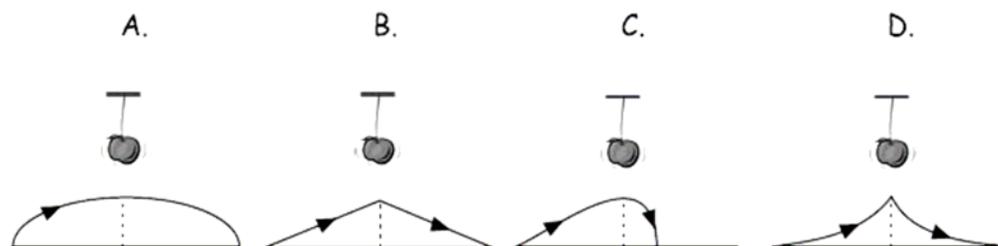
Este ítem le plantea al estudiante la pregunta sobre las razones físicas por las que un paracaídas resulta útil. Para responder de manera adecuada, él debe estar en capacidad de entender las condiciones de un movimiento de caída libre y los cambios ocurridos cuando se abre el paracaídas. Fundamentalmente, se indaga por el grado de apropiación que tiene de las características de un movimiento uniforme acelerado y de uno no acelerado. Se le pide que reconozca y explique las razones físicas del efecto de las fuerzas sobre un objeto en condiciones de equilibrio, como consecuencia de la suma vectorial de las fuerzas. En este caso, sin embargo, es suficiente con estudiar únicamente el movimiento vertical (unidimensional) notando que sobre el paracaídas obran dos fuerzas: el peso de la persona y el del paracaídas, y la resistencia del aire como una fuerza dirigida en dirección opuesta a la primera y que es proporcional al cuadrado de la velocidad (v^2). El nivel de competencia de la pregunta es D, y sólo un 38%, la respondió de manera correcta.

Al considerar la opción B se tiene en cuenta el principio de Arquímedes, pero en este caso, y como consecuencia de la gran diferencia de densidades relativas entre el paracaidista y el aire, la magnitud del empuje es realmente despreciable y no tiene efectos importantes sobre el movimiento de caída del hombre y del paracaídas. Esta opción fue seleccionada por el 20% de la población y su escogencia manifiesta dificultades en el análisis del problema físico y en la discriminación de la magnitud de los elementos relevantes dentro del mismo. La opción menos elegida por los estudiantes es la C correspondiente al 6% de la población. Esta opción de respuesta supone cambios drásticos en las propiedades físicas del conjunto paracaidista-paracaídas, puesto que para que el peso disminuya sería necesario reducir la masa del paracaidista, dado que la aceleración de la gravedad no cambia. El bajo porcentaje de elección de esta opción revela con satisfacción que, preconceptos como que el peso y la masa son lo mismo, o que un objeto liviano puede flotar solo por ese hecho son reemplazados por otros basados en la evidencia física y en los argumentos propios de la disciplina.

Finalmente, un 36% de los estudiantes eligió la opción D. Esta respuesta no denota falta de apropiación de conceptos pues, en efecto, el estudiante infiere cambios entre el movimiento de caída libre y el de caída con un paracaídas. Tales cambios hacen referencia a variaciones de velocidad, y de la fuerza neta como ya se mencionó. Sin embargo, estos estudiantes no identifican tales cambios con claridad. Por lo tanto, la elección denota dificultad para expresar el fenómeno en términos de cantidades físicas, como por ejemplo de las fuerzas y la identificación de su naturaleza, más que a la carencia de nociones físicas para interpretar el fenómeno.

Ejemplo 19 – 2006

Luís apunta y lanza una flecha directamente a la manzana que cuelga del árbol; sin embargo, falla el tiro y la flecha cae. La trayectoria que ha seguido la flecha en su recorrido es



Acción de pensamiento: Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.

Grado: **9º**
 Componente: **Entorno físico**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **D**
 Clave: **A**

Porcentaje por opción de respuesta

A	B	C	D
46%	13%	35%	5%

Un elemento fundamental que deben manejar los estudiantes para solucionar el problema planteado consiste en haber desarrollado la capacidad para describir el movimiento bidimensional como una suma o superposición de dos movimientos unidimensionales diferentes, horizontal y vertical. No se exige que conozcan de memoria las ecuaciones que los describen, sino que diferencien los dos movimientos y discriminen las características que tiene cada uno de ellos.

Por eso cuando el estudiante sabe que el movimiento vertical es acelerado y que tanto en el ascenso como en el descenso actúa la gravedad sin cambiar su dirección y magnitud, nota que la aceleración, como vector, en cualquier punto de la trayectoria es la misma. Además, cuando evidencia el hecho de que en la dirección horizontal el movimiento se caracteriza porque posee una velocidad cuya magnitud y dirección son constantes, aplicado a la situación de la flecha, puede concluir fácilmente que en el punto medio de su recorrido horizontal, que corresponde justamente al momento en el cual se halla en su altura máxima, la distancia recorrida es la misma que recorrerá hasta llegar al final de su trayecto. Por lo tanto, reconoce la información necesaria que le permiten entender por qué la figura que se forma cuando combina las dos trayectorias es la de una parábola y que por lo tanto, la trayectoria de cualquier objeto acelerado solo por la gravedad, durante su descenso, es la reflexión en un espejo de la trayectoria descrita durante el ascenso.

El análisis del ítem lleva a dos observaciones generales. En primer lugar, que sí hay apropiación de las nociones básicas, pues sí bien solo el 46% de los estudiantes acertó al seleccionar la clave, vale la pena resaltar que esta opción tiene el mayor porcentaje entre las cuatro. En segundo lugar, el porcentaje restante corresponde a la mitad de la población, por lo tanto es necesario diseñar estrategias de aula que pongan en contexto el conocimiento que se requiere para comprender este tipo de fenómenos. Una práctica demostrativa en el aula puede proponerse a partir del lanzamiento de un borrador al aire para hacer predicciones sobre sus posibles formas de movimiento, midiendo cantidades como el tiempo de su recorrido y la altura máxima alcanzada, entre otros.

La opción B fue elegida por el 13% de la población. En consecuencia con los planteamientos anteriores puede concluirse que este porcentaje manifiesta una falta de claridad en cuanto a la capacidad de análisis del tipo de movimiento que puede describir el cuerpo, en este caso la flecha, sometido a las condiciones ya descritas. Esta opción plantea una proporcionalidad directa entre los movimientos en cada una de las direcciones (horizontal y vertical), y en una situación como la de la opción B se consideran velocidades con magnitud constante en cada dirección. Por lo tanto, una de las componentes del desplazamiento, horizontal o vertical, podría expresarse como una función lineal de la otra. Sin embargo, incluso desde la experiencia cotidiana, es claro, que esta propuesta no es cierta porque no coincide con la realidad observada.

En el caso de la opción C, que representa el segundo porcentaje más alto, 35%, se le sugiere indirectamente al estudiante que la flecha podría tener algún mecanismo que hace que durante el tiempo de ascenso, es decir hasta que alcanza la altura máxima, describa la trayectoria esperada es decir una parábola. Pero cuando comienza el descenso se supone que por algún fenómeno, ajeno a los principios mecánicos que gobiernan el movimiento, aumenta drásticamente su velocidad vertical. Motivo por el cual cae más pronto de lo que se espera, como si la flecha hubiera chocado contra algo o una fuerza de proveniencia desconocida le hubiera hecho perder velocidad.

Tanto en la opción B como en la C se refleja, más que falta de claridad en el concepto o en la comprensión del movimiento de proyectiles, falta de interpretación y análisis de un gráfico. Puesto que los estudiantes que seleccionaron estas opciones, el 48%, no discriminan adecuadamente el significado de los elementos del gráfico. Sobre esto podría trabajarse en el aula reflexionando con los estudiantes sobre la respuesta a la siguiente pregunta ¿ por qué se coloca la componente horizontal de la trayectoria en el eje X y la vertical en Y?. Incluso puede irse más allá en el análisis preguntando ¿Qué ocurriría si se cambiara X por el tiempo el tiempo t.? ¿Por qué?.

El análisis de gráficas puede ser igualmente reforzado desde las clases de matemática, trabajo interdisciplinar, que permite, entre otras cosas, hacer énfasis en

la identificación de variables independientes y dependientes y su representación en un plano cartesiano, acciones que son esenciales para el trabajo en ciencias.

Finalmente, la opción D, que corresponde a una situación improbable, tuvo un muy bajo índice de elección. Para los estudiantes fue la menos natural de todas ya que solo un 5% se inclinó por ésta. En tal caso, ni la noción ni el concepto están claros, pues lo que sugiere la opción es que cuando la flecha inicia su recorrido vertical pierde velocidad muy lentamente y al final muy cerca de su altura máxima se desacelera súbitamente hasta detenerse por completo. En cambio, cuando desciende se acelera rápidamente al comienzo y cuando va llegando nuevamente a Tierra, se frena, desconociendo la naturaleza vectorial de la gravedad y que ésta es constante en magnitud y dirección durante todo el movimiento. La opción induce también a pensar en que no solo la simetría de una gráfica es importante en el momento de su lectura e interpretación, sino que también la dirección y el sentido del movimiento manifiestan relaciones entre las variables, y más aún cuando lo que se describe es un evento cinematográfico.

Ejemplo 20 – 2006

Los satélites artificiales se mantienen volando en su órbita y no caen ni se pierden en el espacio. Esto es posible porque

- A. los satélites vuelan a una gran altura, donde no hay vacío y no existe gravedad.*
- B. la fuerza centrífuga y la centrípeta se compensan y no hay fuerza sobre esos satélites.*
- C. la fuerza de gravedad que ejerce la Tierra sobre los satélites los mantiene en su órbita.*
- D. los satélites son dirigidos todo el tiempo a control remoto desde la estación en la Tierra.*

Acción de pensamiento: *Indago sobre los adelantos científicos y tecnológicos que han hecho posible la exploración del universo.*

Grado: **9º**
 Componente: **Ciencia, tecnología y sociedad**
 Competencia: **Explicar**
 Nivel: **D**
 Clave: **C**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
27%	10%	49%	14%

La pregunta muestra de manera directa la aplicación del principio de gravitación universal en un desarrollo tecnológico de nuestra civilización. Si bien es cierto que nuestros estudiantes no están familiarizados con la dinámica de un satélite, resulta interesante mostrarles que un satélite al igual que un cuerpo celeste se mueve sobre

una trayectoria cerrada alrededor de otro más grande obedece los principios de un movimiento circular uniforme.

Se pide a los estudiantes que den razón del principio mecánico que hay detrás de un avance tecnológico particular. Para solucionar adecuadamente la pregunta, ellos deben tener claridad acerca de qué son y cómo son los movimientos periódicos, por ejemplo el de traslación de la Luna alrededor del planeta o el de la Tierra alrededor del Sol; y de cuales son las causas que los producen. Así que es indispensable tener y entender la noción física de lo que es la atracción gravitacional.

La pregunta sirve para aclarar el concepto de caída de los cuerpos, poniendo de manifiesto el hecho de que caer no siempre significa moverse sobre trayectorias rectas. Si se considera un objeto moviéndose sobre una trayectoria circular, bajo el efecto de una fuerza dirigida hacia un centro de atracción, con una velocidad tangencial y perpendicular a esta fuerza, este movimiento también es consecuencia de la “caída” del cuerpo hacia ese centro y por lo tanto, las dos situaciones son el resultado del mismo fenómeno. Luego, el ítem evalúa el nivel de comprensión que tiene el estudiante de los principios que causan que los objetos caigan sobre la superficie del planeta, y el nivel de comprensión de que éstos son los mismos que mantienen a la Luna y a los satélites artificiales en una órbita circular alrededor de la Tierra.

La clave, C, fue escogida por el 49% de la población que corresponde a algo menos de la mitad de los estudiantes. En este caso, también se hace referencia al efecto de la atracción gravitacional bajo condiciones un poco diferentes. Sin embargo, nuevamente se ponen de manifiesto algunas dificultades en cuanto al nivel de apropiación y contextualización de la información ofrecida en el aula. El segundo mayor porcentaje de selección, corresponde a la opción A, 27%, que plantea ausencia de gravedad, lo que claramente es falso, pues si bien el efecto de la atracción gravitacional depende explícitamente del inverso al cuadrado de la distancia entre los cuerpos, es necesario recordar que, de las interacciones fundamentales, la gravitacional es una de las de mayor alcance. De lo anterior se concluye directamente que en cualquier región del espacio la gravedad siempre es diferente de 0. Adicionalmente, la opción habla del vacío, condición que carece de relevancia en el análisis, además si fuese relevante, supondría consideraciones erróneas ya que en el espacio exterior no hay atmósfera y el vacío (definido como ausencia de materia, por ejemplo, aire u otro tipo partículas uniformemente distribuidas) es extremadamente elevado.

La opción B, supone equilibrio entre dos fuerzas, de las cuales la centrífuga es ficticia y cuyos efectos sólo son perceptibles cuando uno estudia el problema ubicándose en el satélite, mientras que desde cualquier otro sistema de referencia esa fuerza no existe. Es satisfactorio el resultado debido a que solo el 10% de los estudiantes se

inclinó por esta opción, la claridad sobre lo que interactúa y sobre cómo interactúa precisa la solución del problema.

Como estrategia pedagógica se le sugiere a los profesores relacionar los conceptos de fuerza centrípeta y centrífuga con situaciones cercanas, Un ejemplo son las ruedas giratorias de los parques, allí una fuerza de naturaleza centrífuga, que se atribuye a la percepción de algo que hala el cuerpo hacia fuera, solo es un efecto inercial del cuerpo por evitar su cambio de estado y solo se percibe cuando se está dentro del sistema rotante. Mientras que la fuerza centrípeta hace referencia a la fuerza que cualquier cuerpo siente cuando está rotando.

La opción D fue escogida por el 14% de la población. Esta opción manifiesta una condición cierta pero no relacionada con la pregunta, pues si bien los satélites pueden controlarse por radiofrecuencias, la trayectoria natural no depende de dichos controles, ya que el fenómeno por el que indaga la pregunta no consiste en determinar si los satélites se pueden controlar o no a distancia, sino por las razones que los obligan a mantener una cierta trayectoria fija.

Ejemplo 21 – 2005

Las aguas del mar Muerto son tan saladas que cualquier persona puede flotar en ellas más fácilmente que en un lago de agua dulce. Esta afirmación es

- A. falsa, porque la sal se encuentra disuelta en el agua y por eso no afecta en nada la flotación.*
- B. cierta, porque el agua con mucha sal tiene mayor densidad y ejerce mayor empuje hacia la superficie.*
- C. falsa, porque el peso de las personas es el mismo en las dos aguas.*
- D. cierta, porque la densidad de las personas es la misma en las dos aguas.*

Acción de pensamiento: *Comparo masa, peso y densidad de diferentes materiales mediante experimentos.*

Grado: **9º**
 Componente: **Entorno físico**
 Competencia: **Explicar**
 Nivel: **D**
 Clave: **B**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
24%	46%	22%	7%

Este ítem corresponde a uno de los mejores ejemplos de los objetivos de la evaluación por competencias. Se pide que el estudiante explique las razones por las

cuales una afirmación, de la que no se hace explícita su veracidad, es o no cierta. El nivel de competencia de la pregunta es D. Los elementos que debe manejar el estudiante corresponden simultáneamente a las tres competencias, identificar, indagar y explicar; sin embargo, se hace énfasis en la explicación. De la información que se ofrece, debe en primera medida comprender la relación entre las variables que se le pide relacionar y además hacer explícita esa relación. La clave, B, fue escogida por el 46% de la población y es una manifestación clara de la apropiación de los elementos mencionados.

Para resolver el problema propuesto es necesario entender que el principio de Arquímedes establece una relación entre las fuerzas que pueden actuar sobre un cuerpo sumergido en un fluido y sobre las condiciones necesarias para que se establezca una situación de equilibrio. En este caso es suficiente con analizar el problema y observar con cuidado que para que un cuerpo pueda flotar sobre la superficie de un fluido, es necesario que posea una densidad menor que la del fluido, por lo tanto mencionar la cantidad de sal en las aguas del mar, sólo da pistas de tal relación y si esto es claro para el estudiante el problema queda resuelto inmediatamente.

Al escoger la opción A, 24% de la población, el estudiante supone que los cambios de concentración son factores que no intervienen en la interacción entre el cuerpo y la solución y se desconocen todos sus posibles efectos, como por ejemplo, los cambios de la densidad y los efectos debidos a la relación de densidades entre el agua y el cuerpo.

Cuando se escoge la opción C, 22% de la población, los estudiantes suponen que, como el peso es el mismo, las interacciones entre las aguas del mar Muerto y el cuerpo, y las interacciones del agua dulce, o incluso salada, de otros lugares y el cuerpo son las mismas. Sin embargo aunque esto sea cierto, la relación entre las densidades del agua del mar Muerto y el cuerpo y la misma relación considerando el agua de otros lugares cambia radicalmente, puesto que en el mar Muerto todo es menos denso que sus aguas y por lo tanto flota.

El menor porcentaje de escogencia lo tuvo la opción D, 7% de la población. Cuando los estudiantes escogen esta opción, omiten el hecho de que la flotación es producto conjunto de la magnitud del empuje de un fluido y el peso del cuerpo. Y la opción sugiere que sólo importa la densidad del cuerpo independientemente de las características del agua. Por lo tanto la explicación planteada es incompleta.

Con base en el anterior análisis, éste es justamente el tipo de preguntas que debe considerarse en el aula, teniendo en cuenta como mencionamos previamente, que una experiencia demostrativa es fácil de construir y no requiere de materiales o implementos sofisticados, aún cuando brinda suficiente y preciso fundamento de

muchos de los dispositivos tecnológicos de los que la civilización dispone hoy en día, como por ejemplo el funcionamiento de los submarinos.

Ejemplo 22 – 2005

En una central hidroeléctrica el agua de la represa cae desde cierta altura y hace girar el rotor de una turbina generadora de electricidad. La electricidad hace funcionar los electrodomésticos y los bombillos. Desde el agua de la represa hasta el bombillo, la energía ha sufrido las siguientes transformaciones en su orden:

- A. energía mecánica a energía eléctrica a energía luminosa y calórica.*
- B. energía mecánica a energía luminosa a energía eléctrica.*
- C. energía mecánica a energía eléctrica a energía luminosa.*
- D. energía eléctrica a energía mecánica a energía luminosa y calórica.*

Acción de pensamiento: *Analizo el potencial de los recursos naturales de mi entorno para la obtención de energía e indico sus posibles usos.*

Grado: **9º**
 Componente: **Ciencia, tecnología y sociedad**
 Competencia: **Identificar**
 Nivel: **C**
 Clave: **A**

Porcentaje por opción de respuesta			
A	B	C	D
52%	18%	24%	5%

Esta pregunta, manifiesta una relación explícita entre el componente entorno físico y CTS. Se espera que el estudiante de noveno grado esté en capacidad de identificar los elementos fundamentales involucrados en el proceso de generación y transporte de energía eléctrica, teniendo como punto de partida una central hidroeléctrica. Para responder adecuadamente el ítem, se espera que el niño entienda el concepto de energía, pero que además, lo asocie a sus distintas manifestaciones. Es necesario también que entienda que el fenómeno puede ocurrir siempre y cuando se mantenga un orden en los pasos y que no es el azar, sino la comprensión sistemática de un fenómeno lo que permite que la tecnología evolucione como consecuencia del desarrollo científico. De la lectura directa del enunciado se advierte que la energía mecánica que hace mover el rotor de la turbina se transforma en energía eléctrica que pone en funcionamiento a la bombilla que finalmente se transforma en luz y en calor. El nivel de competencia de esta pregunta es C, y su clave, A, tuvo un considerable porcentaje de elección por parte de los estudiantes, 51%.

La opción B fue elegida por el 18% de los estudiantes. La dificultad en este punto contempla el hecho de que el estudiante no comprende el concepto de luminosidad o

que no lo distingue del de energía eléctrica, pues se infiere con facilidad que desde su cotidianidad todo lo que produce luz es sinónimo de electricidad. Adicionalmente, desconoce que parte de la energía que emite el filamento de la bombilla es energía calórica. La opción C, que fue elegida por el 24% de la población, es la segunda con mayor escogencia. Esto quiere decir que hay claridad en cuanto a las transformaciones y el orden en el cual éstas pueden ocurrir. Sin embargo, en una bombilla convencional, como la referida en el enunciado, también es necesario considerar que parte de la energía eléctrica que obtiene, se transforma en calor, y por lo tanto resultaría impreciso aceptar esta opción de respuesta ya que afirmar que toda la energía eléctrica suministrada a la bombilla se transforma en luz, como justificación de nuestra observación cotidiana acerca del calentamiento de las bombillas, la producción espontánea de calor sin tener una fuente específica, lo que adicionalmente, no tiene un sustento científico válido.

La opción D, elegida 5%, es la menos probable y pone en evidencia dos posibles factores para su escogencia: mala lectura del texto, o falta de comprensión y desconocimiento del fenómeno descrito. El resultado de la caída del agua, sobre la turbina y su puesta en marcha corresponden a un proceso mecánico y no de naturaleza eléctrica como lo plantea esta opción. Debido este hecho el orden en que ocurren las transformaciones de la energía es incorrecto.

4. ANÁLISIS DE LA PREGUNTA ABIERTA⁷

En la aplicación de la prueba Saber del 2005 se elaboraron dos preguntas abiertas para el área de ciencias naturales, una para grado 5º y otra para grado 9º. Estas preguntas se construyeron con el fin de conocer las herramientas nocionales o conceptuales usadas por los estudiantes para dar explicación a un problema específico.

La competencia Explicar es una de las tres evaluadas en las prueba Saber y dado que dar razón de hechos y fenómenos es parte integral del estudio de las ciencias naturales, la colegiatura de ciencias consideró importante indagar en una población de mil (1.000) estudiantes la forma de abordar un problema. En la selección de las preguntas analizadas no se tuvo en cuenta el género, los estudiantes, el ente territorial o la institución donde presentó la prueba. Estos datos no fueron usados en la investigación porque los resultados no serían entregados ni por colegio ni por entidad territorial. Con esta pregunta abierta se espera principalmente obtener algunos datos sobre cómo los estudiantes están respondiendo a una tema abordado en los Estándares⁸.

Los ítems de respuesta abierta son aquellos en los cuales el estudiante tiene que construir su propia respuesta. Para ello tiene que diseñar, realizar y comunicar su procedimiento de resolución. En el caso de las preguntas de respuesta abierta, **el proceso** tiene tanta o más importancia que la respuesta misma. Este tipo de preguntas permite conocer los distintos caminos de exploración que sigue el estudiante, hace posible identificar los argumentos más usados en el grado escolar evaluado, ayuda a establecer los niveles de dominio de conocimiento en las diferentes etapas del proceso de solución y permite monitorear los procedimientos que siguen los estudiantes para resolver los problemas planteados. (SERCE, 2006)
A continuación se presenta la pregunta que se utilizó para esta investigación:

⁷ Este capítulo fue realizado por la colegiatura de Biología: Javier Toro Baquero, Profesional de Icfes y Doctorando en educación con énfasis en ciencias naturales, Carmen Reyes, Docente Universidad Nacional, Magíster en Ecología y Rosario Martínez autora Estándares básicos en Competencias en Ciencias Naturales, Magíster en Microbiología

⁸ Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales. Ministerio de Educación Nacional

Prueba SABER 2005
Pregunta Abierta para grado 5°
Área de Ciencias Naturales

50.

Diana tiene en su casa una pecera con 5 peces de agua salada. Ella quiere liberarlos en la laguna de la granja. ¿Qué le pasará a los peces de Diana al cambiar de ambiente? Explica tu respuesta.

Esta pregunta se categorizó de acuerdo a la estructura de la prueba SABER de ciencias naturales. Las categorías son las siguientes:

- Componente:** Entorno Vivo
- Competencia:** Explicar
- Acciones de pensamiento⁹:** Identifico adaptaciones de los seres vivos teniendo en cuenta las características de los ecosistemas en que viven.
- Objetivo de la pregunta:** Este ítem pretende evaluar si el estudiante es capaz de dar una explicación aplicando conocimientos sobre las adaptaciones de seres vivos cuando el medio cambia drásticamente.

Luego de esta categorización se construyó la siguiente grilla o rejilla de calificación, la cual dio las pautas necesarias para organizar las respuestas de los niños. Para la calificación se contó con un codificador que se encargó de leer cada una de las 1000 respuestas de los niños y asignarle uno de los siguientes códigos propuestos en la rejilla, según la proximidad de su respuesta:

Guía o rejilla de calificación pregunta abierta ciencias naturales
Pauta para la calificación

Nota: Las explicaciones de los estudiantes pueden estar escritas en un lenguaje sencillo (no necesariamente científico) o pueden consistir en dibujos que permitan esclarecer la idea del niño; a la interpretación del dibujo se le asigna el código más próximo a la explicación escrita.

Crédito completo se da cuando: El estudiante da una razón	AA. El estudiante contesta que los peces se mueren explicando las diferencias entre los dos ambientes agua dulce y agua salada
---	---

⁹ Esta acción de pensamiento hace parte de los grados Cuarto a Quinto, en la columna de Entorno Vivo. Es propuesta en los Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales.

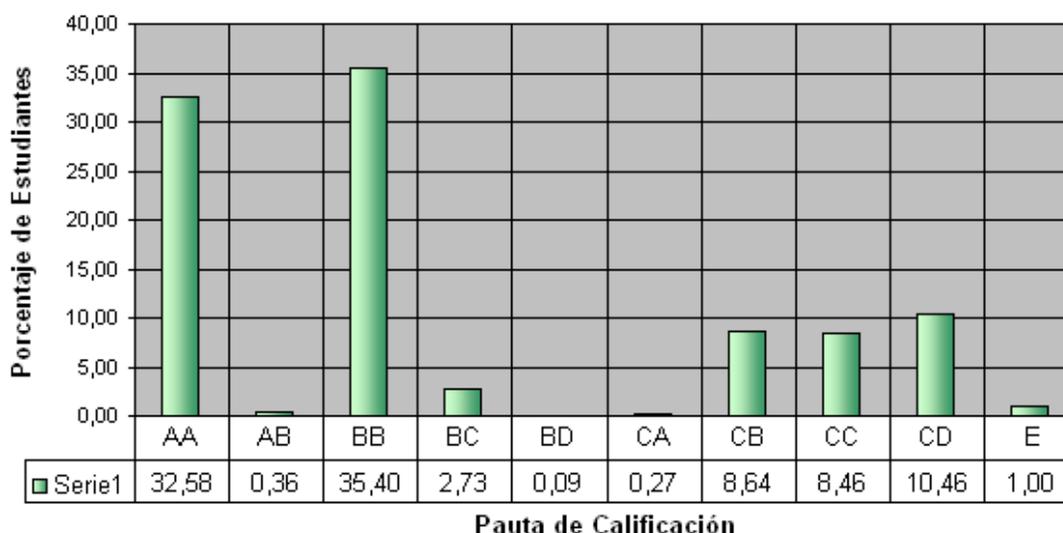
<p>satisfactoria sobre lo que le pasaría a los peces cuando cambian de un ambiente salino a uno dulceacuícola.</p>	<p><i>Ejemplo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Los peces morirían porque ellos están adaptados a vivir en agua salada y el agua dulce no le permitirá desarrollarse. ○ Los peces se enfermarán y después morirán porque el agua dulce tiene menos sal, y los peces están acostumbrados a vivir en agua salada. <p>AB. El estudiante contesta que los peces se mueren y su explicación se basa en el organismo u órganos de los peces</p> <p><i>Ejemplo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Los peces morirán porque sus branquias se tapan porque ya no hay suficiente sal. ○ Los peces se enfermarán hasta morir porque su piel no aguantará la nueva agua ○ Los peces se morirán porque su hígado está acostumbrado a disolver la sal y el agua dulce no la tiene. <p>AC. El estudiante no menciona la muerte, pero su explicación está basada en procesos de intercambio de agua por cambio en la concentración.</p> <p><i>Ejemplo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Los peces se hinchan porque el agua dulce tiene menos concentración de sal. ○ Los peces se explotarán porque se llenaran de agua
<p>Crédito parcial se da cuando: El estudiante da una razón satisfactoria sobre la adaptación de los peces al agua dulce o solo dice que se mueren sin ninguna explicación.</p>	<p>BB el estudiante menciona que los peces se mueren por cambio de ambiente o cambio en la alimentación pero no explica la razón.</p> <p><i>Ejemplo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Los peces se enfermarán y luego morirán. ○ Los peces se morirán por el cambio tan repentino de clima, o también por su alimentación. ○ Se morirían porque ellos están enseñados a otro ambiente y no al de la granja. <p>BC el estudiante menciona la muerte de los peces y no da ninguna explicación.</p> <p><i>Ejemplo</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Los peces se morirán. <p>BD el estudiante menciona que los peces se adaptan y da una explicación satisfactoria, ya sea usando explicaciones sobre el medio o sobre el organismo u órganos</p> <p><i>Ejemplo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Los peces se adaptarán al medio porque sus branquias se acostumbrarán al nuevo medio. ○ Los peces se acostumbrarán a la laguna porque el agua de la laguna también tiene sal como el agua salada solo que en menor cantidad. ○ Los peces se acostumbrarán, primero se enferman mientras que sus cuerpos se adaptan a las nuevas condiciones. ○ Los peces al igual que los humanos pueden acostumbrarse a los diferentes medios ya que su cuerpo puede moldearse si las condiciones no son tan bruscas.
<p>Se califica Sin Crédito cuando:</p> <p>El estudiante no da razones y menciona que los peces se adaptarán o acostumbrarán</p>	<p>CA respuestas tachadas, borradas, expresiones y/o dibujos que no corresponden.</p> <p>CB el estudiante menciona que los peces se adaptarán sin dar ninguna explicación o dan una explicación no satisfactoria</p> <p><i>Ejemplo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Los peces se acostumbraran porque serán más felices y tendrán más espacio. ○ Nada, porque los peces se acostumbrarán al nuevo medio. ○ lo que le pasaría a los peces es que no la pasen bien porque ya están acostumbrados a su pecera y que el agua de la pecera es salada y no creo que se quieran quedar los peces en la laguna aunque por el tiempo se deben acostumbrar. ○ no porque con tal que los tenga en agua no se le mueren. <p>CC el estudiante menciona que los peces se pueden morir o se pueden adaptar al mismo tiempo. Es decir, no es claro con su explicación.</p> <p><i>Ejemplo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ De pronto estén acostumbrados a que les cambien de agua les e comida y no conozcan a los peces y de pronto se puedan morir por el miedo a cambio de agua

	CD Otras respuestas: el estudiante no se refiere a ninguna de las pautas anteriores o el estudiante hace mención de cuestiones religiosas, mágicas o sin sentido para la pregunta.
E	Ítem en blanco

A partir de la calificación se obtuvieron los siguientes resultados de cada uno de los códigos¹⁰ propuestos en la rejilla de calificación

PORCENTAJE DE ESTUDIANTES POR PAUTA DE CALIFICACIÓN



Como se puede apreciar en la gráfica el código AC no tiene datos, lo cual indica que de la muestra seleccionada ninguno de los niños se acercó a una respuesta que reflejara un conocimiento más abstracto como es el concepto de paso de agua según la concentración de solutos, es decir el proceso de osmosis. Aunque para grado quinto no se espera que los niños tengan un manejo conceptual de este nivel, se quería rastrear qué porcentaje de estudiantes lograba aproximarse.

El porcentaje más alto, 35,40%, se ubica en el código BB “el estudiante menciona que los peces **se mueren** por cambio de **ambiente** o por un cambio en la **alimentación** pero no explica la razón”. Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron las siguientes:

¹⁰ El uso del código de dos dígitos posibilita reunir más información acerca de los conceptos erróneos, errores comunes, nociones que no han logrado construir y diferentes abordajes que adoptan los estudiantes para resolver los problemas. (SERCE, 2006)

Ejemplo 1

50.

Diana tiene en su casa una pecera con 5 peces de agua salada. Ella quiere liberarlos en la laguna de la granja. ¿Qué le pasará a los peces de Diana al cambiar de ambiente? Explica tu respuesta.

Si Diana al cambiar de ambiente
a sus peces sus peces
se pueden morir por que
no están acostumbrados a
otros ambientes esa es mi
respuesta

Ejemplo 2

50.

Diana tiene en su casa una pecera con 5 peces de agua salada. Ella quiere liberarlos en la laguna de la granja. ¿Qué le pasará a los peces de Diana al cambiar de ambiente? Explica tu respuesta.

al cambiar de agua los peces fácilmente se
sentirán muy mal y se pueden morir

Estos ejemplos representan en su gran mayoría las respuestas que se agruparon bajo este código. Como se puede observar, las dos respuestas mencionan que los peces morirían, uno de los aspectos que se estaban evaluando. Sin embargo, la explicación de la muerte de los peces es muy vaga, en el sentido de que no es posible identificar si el estudiante reconoce que lo que afecta a los peces es el cambio de un ambiente de agua salada a un ambiente de dulceacuícola. Si se observa el ejemplo 2, el estudiante hace mención a un cambio de agua, pero no es posible asegurar que sea debido a las condiciones físico-químicas de ésta. Las calificaciones deben ser objetivas y es importante evitar cualquier tipo de interpretación que no esté explícita en la respuesta. Así por ejemplo, el cambio de agua puede referirse al cambio de volumen entre el agua de la laguna y el de la pecera.

El ejemplo 1 muestra una aproximación a una respuesta completa, sin embargo, el estudiante sólo hace mención al cambio de ambiente, una condición dada en el enunciado. Esto permite hacer conjeturas como que los estudiantes utilizan las diferentes variables para la construcción de sus explicaciones, sin embargo esto no

asegura que el estudiante reconozca las condiciones que tiene el agua de la granja; en palabras de *Habermas* (HABERMAS 1984, 1987) hay que hacer explícito el conocimiento tácito que maneja el hablante.

En un porcentaje muy similar, 32,58%, se encuentran los estudiantes con una consigna de calificación AA: "El estudiante contesta que los peces **se mueren** explicando las diferencias entre los dos ambientes **agua dulce y agua salada**" Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron las siguientes:

Ejemplo 3

50. Diana tiene en su casa una pecera con 5 peces de agua salada. Ella quiere liberarlos en la laguna de la granja. ¿Qué le pasará a los peces de Diana al cambiar de ambiente?. Explica tu respuesta.

Todas las lagunas son de agua dulce entonces los peces morirán ya que ellos son de agua salada lo mismo pasaría si a peces de agua dulce los llevaran a agua salada porque su cuerpo está acostumbrado a esa clase de medio ambiente

Ejemplo 4

50. Diana tiene en su casa una pecera con 5 peces de agua salada. Ella quiere liberarlos en la laguna de la granja. ¿Qué le pasará a los peces de Diana al cambiar de ambiente?. Explica tu respuesta.

Los peces de la agua salada se morirán porque el agua de la granja es dulce y los peces no se adaptaría a ese cambio ambiental

Los ejemplos 3 y 4 muestran respuestas que se acercan al código de calificación AA; este tipo de respuesta fue contestada por alrededor del 35% de los 1.000 estudiantes

analizados. Estas respuestas, aunque no son muy elaboradas, recogen las ideas principales de los niños, como identificar que el cambio de un tipo de agua a otro muy diferente por sus condiciones físicas y químicas no permitiría la supervivencia de la mayoría de los peces. Aunque se reconoce que algunos peces (por ejemplo el salmón) están adaptados al cambio de agua (salobres por dulceacuícolas) durante el período de reproducción debido a que ha habido un proceso evolutivo en el tiempo, que les ha permitido adaptarse a entornos de agua dulce y de agua salada. Las variables de la pregunta no contemplaban esta situación pero se asignó un crédito parcial a las respuestas que incluyeran estas nociones.

En el ejemplo 3 se puede observar que el estudiante reconoce que un pez puede morir por el cambio de agua, además lo ejemplifica con una situación similar donde varían otras condiciones, lo cual muestra un alto grado de abstracción y de problematización ya que el estudiante no se queda sólo con la información que le dan sino que busca argumentos pensando en otras condiciones para validar aún más su explicación. En el ejemplo 4 el estudiante da una respuesta satisfactoria que explica lo que sucede con el cambio de ambiente y además menciona la palabra adaptación (dalaria=adaptaría). En grado 5° es importante involucrar en las explicaciones un lenguaje más técnico. En esta rejilla se tuvo en cuenta, sin embargo, que los estudiantes en grado quinto relacionan el término “acostumbrar” con “adaptar”.

En un porcentaje menor, 10,46%, se encuentran los estudiantes con una consigna de calificación *CD* “Otras respuestas”: el estudiante no hace relación a ninguna de los códigos anteriores o el estudiante hace mención de cuestiones religiosas, mágicas o sin sentido para la pregunta”. Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron las siguientes:

Ejemplo 5

50.

Diana tiene en su casa una pecera con 5 peces de agua salada. Ella quiere liberarlos en la laguna de la granja. ¿Qué le pasará a los peces de Diana al cambiar de ambiente? Explica tu respuesta.

Que le tiene que cambiar de agua eshaile comida cuidandolos mucho y colocarlos en un muy bien estado.

Ejemplo 6

50.

Diana tiene en su casa una pecera con 5 peces de agua salada. Ella quiere liberarlos en la laguna de la granja. ¿Qué le pasará a los peces de Diana al cambiar de ambiente?. Explica tu respuesta.

al cambiar el ambiente de los peces es
que los peces pueden morir y estar
en un sitio sano y salado.

En estos ejemplos se puede observar que la idea central de la pregunta no se manejó. Las respuestas se dieron en base a los comportamientos de los peces (Ejemplo 6) o, a lo que debería hacer Diana para cuidar a los peces (Ejemplo 5). Quienes contestan así se enfocan más en un manejo de valores relacionados con el cuidado de las mascotas, tema interesante y propio de las ciencias naturales pero que no era el objetivo de la pregunta. Estas respuestas, entonces, se convierten en insumo para ahondar más en la visión del cuidado de los animales y de las características de ambientes saludables.

Por otro lado, las respuestas clasificadas bajo el código *CD otras respuestas* son de un alto interés para la colegiatura, porque permiten evidenciar el manejo de conceptos y la coherencia con la que se están construyendo algunas respuestas, el por qué estos estudiantes no enfocaron su respuesta en la solución de la pregunta, o sí lo hicieron pero no lograron comunicarlo.

En la pauta de calificación no se les dio ningún puntaje a estas respuestas porque no respondían a los criterios establecidos al elaborar las preguntas abiertas. Sin embargo, se tuvieron en cuenta para análisis posteriores puesto que los resultados de la prueba deben servir, no sólo para hacer un análisis estadístico sino para que se conviertan en herramientas pedagógicas y didácticas. Por ejemplo, si sólo fuese importante “la respuesta correcta” únicamente se tendría una grilla que diera razón de los códigos AA, AB y AC, y las demás respuestas se calificarían como CD perdiendo información valiosa para el análisis de respuestas.

En un porcentaje menor, 8,46%, se encuentran los estudiantes con una pauta de calificación CC “el estudiante menciona que los peces se **pueden morir** o se pueden **adaptar al mismo tiempo**. Es decir, el estudiante no es coherente en su explicación”.

Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron las siguientes:

Ejemplo 7

50.

Diana tiene en su casa una pecera con 5 peces de agua salada. Ella quiere liberarlos en la laguna de la granja. ¿Qué le pasará a los peces de Diana al cambiar de ambiente?. Explica tu respuesta.

Podrían morir pero si se adaptan al agua dulce
no les pasaría nada y vivirían bien.

Ejemplo 8

50.

Diana tiene en su casa una pecera con 5 peces de agua salada. Ella quiere liberarlos en la laguna de la granja. ¿Qué le pasará a los peces de Diana al cambiar de ambiente?. Explica tu respuesta.

Yo creo que si les pasaría algo por el cambio
de ambiente ellos estaban en agua salada y ahora
van al agua natural.

Estos ejemplos de respuesta son muy ilustrativos del código CC, puesto que el estudiante no toma una posición clara sino que abre la posibilidad de la vida y la muerte en un mismo individuo. Es importante resaltar estas respuestas, en el sentido de que la visión de estos niños es mucho más amplia que las de otros niños; sin embargo los argumentos con los cuales sustentan la explicación de que en un momento dado pueden vivir o morir no son suficientemente claros para darles un código positivo, además la ambigüedad que muestran estas respuestas deja ver una falta de criterio o comprensión de estos niños frente a un escenario dado.

El trabajo pedagógico con estas respuestas debe darse en la medida en que se pregunte a los estudiantes por qué sucede una situación más que otra, por ejemplo ¿cuáles condiciones son las necesarias para que el pez viva?, y cuestionarlo con preguntas como ¿La laguna ofrece esas condiciones?, ¿cómo busco la información para dar esta respuesta?, ¿qué condiciones puede tener la laguna para no permitirle la vida a los peces? Y, por último, recalcar que es necesario colocar argumentos para las dos explicaciones que él ofrece.

En el ejemplo 8 es claro que el estudiante no especifica qué les pasaría, sabe que pasa algo pero no es claro aun para él tomar una decisión, estos estudiantes

necesitan una información más detallada para tomar con más seguridad decisiones frente a las situaciones. Sin embargo, puede tenerse también en cuenta que los conocimientos que está manejando de las ciencias no le permiten acceder a una toma de postura en una situación dada.

Entre los porcentajes más bajos, 2,73%, se encuentran los estudiantes con una consigna de calificación *BC* “el estudiante menciona **la muerte** de los peces y no da ninguna explicación”.

Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron las siguientes:

Ejemplo 9

50.

Diana tiene en su casa una pecera con 5 peces de agua salada. Ella quiere liberarlos en la laguna de la granja. ¿Qué le pasará a los peces de Diana al cambiar de ambiente?. Explica tu respuesta.

Se mueren los pe ses

Este ejemplo es característico del código de la grilla *BC* puesto que el estudiante responde correctamente a los propósitos de la pregunta, en el sentido de que identifica que los peces no podrían adaptarse y se morirían. Sin embargo, estas respuestas reciben un código parcial porque no explican por qué mueren los peces. Estas respuestas son características de los estudiantes que contestan parcialmente la pregunta ya que no dan razones para sustentar sus respuestas. Entre los porcentajes más bajos, 0,36%, se encuentran los estudiantes con una pauta de calificación *AB* “El estudiante contesta que los peces **se mueren** y su explicación se basa en el **organismo u órganos** de los peces”. Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron las siguientes:

Ejemplo 10

50. Diana tiene en su casa una pecera con 5 peces de agua salada. Ella quiere liberarlos en la laguna de la granja. ¿Qué le pasará a los peces de Diana al cambiar de ambiente?. Explica tu respuesta.

Los peces se morirían por que no serían capaces de respirar muy bien como lo hacen en aguas saladas

Es interesante analizar este ejemplo para mostrar cómo los estudiantes, con otros argumentos válidos, llegan a o construyen una respuesta correcta. En este caso es claro que el estudiante relaciona la muerte de los peces con desórdenes respiratorios. Este código recoge toda la información que proporcionan los estudiantes en relación con los daños ocasionados en el organismo. Como por ejemplo daño en órganos o desórdenes en el metabolismo de los peces.

Estas respuestas encierran un conjunto de relaciones entre el medio y el individuo que permiten ver que el estudiante va más allá, dando explicaciones más cercanas a las de las ciencias naturales puesto que añade variables que no estaban explícitas en el enunciado.

Conclusiones

Uno de los análisis que se ha podido hacer *a priori* a partir de los resultados de la codificación de la pregunta analizada y de las preguntas abiertas de las pruebas internacionales¹¹ es que a la mayoría de estudiantes no le gusta escribir más de 5 palabras unidas, las justificaciones son escasas.

En principio la colegiatura ve esto como una debilidad en el sentido de que en el trabajo de ciencias se debe propender por comunicar a la comunidad en forma clara y coherente todo aquello que se está haciendo, y debe decirse en forma tal que la gran mayoría lo pueda entender. Además, una respuesta incompleta puede indicar comprensión parcial o no necesariamente indica comprensión

Las relaciones que el estudiante tiene con las ciencias no es la más idónea para el momento conceptual o paradigmático en que se desarrolla hoy día la educación en

¹¹ El ICFES ha participado en algunos proyectos de Referenciación Internacional como: PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes), TIMSS (Estudio Internacional de Tendencias en Matemática y Ciencias), y el SERCE (Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo).

ciencias –el valor que tiene la explicación (Ausubel, 1978; enseñanza por explicación y contrastación (Pozo y Gómez Crespo, 1998); Resolución de problemas (Jessup, 2003) Cambio Conceptual (Duschl, 1995) entre otros– Algunas investigaciones muestran el alto grado de desinterés de los estudiantes por la utilización de las ciencias.

La educación en ciencias debe permitir que el trabajo de la indagación sea una fortaleza en el desarrollo de las clases, la comprensión de los estudiantes sobre el manejo de las ciencias debe ser vivencial, esto permite construir y reflexionar sobre problemas que involucran situaciones llamativas y cotidianas, con las cuales luego se puede asociar nuevas inquietudes, es decir que la construcción de los posibles mundos de desarrollo del estudiante se estén dando a partir de sus necesidades y del proceso propio de aprendizaje. La investigación científica en el aula debe proceder de un problema a resolver, que tiene unos principios básicos que lo caracterizan y que no responde al método científico estricto que se vivenciaba en otras épocas (Bunge, 1972, Jessup, 2003, Martínez Torregrosa, 2000)

Un nuevo enfoque debe marcar una educación que involucre a la ciencia, a la tecnología, a la sociedad y al ambiente en la formación de un ciudadano crítico, propositivo, que valore la dinámica que sucede en el entorno. Que pueda utilizar el conocimiento científico en la resolución de problemas y en la transformación de su entorno. Que se enfoque en las responsabilidades de las decisiones que se toman frente al ambiente, que comprenda las bondades y riesgos derivados de los adelantos científicos y que estos no van en pro del ambiente sino en su mantenimiento, y que estas decisiones deben afectar lo menos posible las relaciones que en él se den.

5. RECOMENDACIONES

A LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

- Abrir espacios intencionados al comienzo del año, a mitad y a fin de año, para que los docentes puedan estudiar y analizar críticamente las pruebas Saber.
- Analizar los resultados particulares por áreas para identificar las fortalezas y las debilidades derivados del desempeño de los estudiantes en las pruebas saber.
- No presionar en sus instituciones la organización de los currículos exclusivamente a partir de los temas tratados en una evaluación como SABER.
- Abrir espacios al final de cada bimestre para que el docente use los resultados de sus evaluaciones internas para fortalecer el aprendizaje de los conceptos o temáticas con menor grado de apropiación a nivel del grupo escolar respectivo.
- Estimular y crear condiciones para el trabajo colegiado y preferencialmente para forjar una cultura de la evaluación colectiva. Se puede llegar incluso a postular evaluaciones construidas de manera interdisciplinar, cuyos ítems sean elaborados por grupos de profesores.
- Incluir en los programas de formación docente cursos sobre liderazgo y dirección del trabajo en grupo en el aula.

A LOS DOCENTES EN GENERAL

- Abrir espacios en sus clases para trabajar las preguntas de diferentes evaluaciones EXTERNAS, incluyendo las de SABER. Se pueden revisar documentos vía Internet, de sitios con diferentes enfoques de evaluación. A fin de establecer acciones intencionadas para reforzar el aprendizaje alrededor de los temas a que hacen referencia las preguntas.
- Discutir con los estudiantes los resultados de las pruebas a fin de ellos sean concientes del estado actual del grupo y se tracen metas de progreso que orienten la educación en ciencias y su compromiso con el estudio.

Recomendaciones para los docentes de ciencias naturales

- Enfatizar el aprendizaje de la ciencia a partir de la investigación: aprenderán ciencia de la misma manera como se hace la ciencia.
- Evitar la enseñanza de temas y conceptos desarticulados.
- Hacer programas que se puedan desarrollar a lo largo de varios años.
- Hacer énfasis en tópicos sociales cotidianos relacionados con las ciencias naturales.
- Unir la ciencia con las demás asignaturas: lenguaje, matemáticas, ciencias sociales.
- Promover colegiaturas entre profesores para mejorar la enseñanza.
- Volver sobre los mismos conceptos a lo largo de los años de manera que los estudiantes puedan profundizar en sus conocimientos a medida que crecen y maduran.
- Atender las diferentes formas de aprendizaje de los estudiantes.
- Desarrollar el análisis crítico para que lleguen a conclusiones mediante la observación y la interpretación de evidencias y no basándose en preconceptos y prejuicios.
- Concientizar a los estudiantes de la diversidad de la naturaleza e interdependencia de todos los organismos y promover respeto por ellos.

6. ALGUNAS IDEAS SOBRE ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA

Existe en la actualidad cierto consenso en la comunidad de educadores en ciencias en torno a que la evaluación debe ir más allá del reporte y la información sobre el rendimiento académico de un estudiante y de la emisión de un juicio de aprobación o no de una disciplina académica o de un año escolar.

Sin duda alguna, la información que los estudiantes entregan a sus profesores o al Estado en una evaluación posee mensajes que trascienden los límites anteriores, incluso cuando los estudiantes no escriben nada. En muchas ocasiones, sin embargo, esta información, por diversas razones, queda sin analizar o interpretar. El propósito de las siguientes páginas es presentar para consideración de los docentes algunas orientaciones concretas, que en determinadas circunstancias pueden ayudar en el aula, no solamente a interpretar los mensajes derivados de las evaluaciones, sino también a proyectar algunas formas de enseñanza más dinámicas.

Las ideas previas de los estudiantes.

Es muy difícil en la actualidad, como profesores de ciencias, desconocer la idea de que al aula llegan los niños y los jóvenes con ideas acerca de la ciencia algunas de las cuales tienen estructuras conceptuales acordes con las explicaciones científicas y otras no. Tomando este hecho como base, es posible plantear y orientar actividades de enseñanza que conduzcan a modificar tales ideas previas y acercar a los niños y a los jóvenes a explicaciones más acordes con aquellas ideas y explicaciones de naturaleza científica. Sin embargo, no basta con que en el nivel mental se logre este cambio en la escuela, es preciso que quienes lo alcanzan hagan uso adecuado del mismo en su vida cotidiana, es importante que los aprendizajes de la escuela se manifiesten de manera explícita en el ejercicio de la ciudadanía y de la convivencia social con utilidad individual y colectiva.

Desde la perspectiva anterior, las disciplinas que conforman las ciencias naturales representan un escenario propicio para la búsqueda, exploración y transformación de las ideas previas que los estudiantes puedan poseer en un momento dado. En el aula de clase es pertinente trabajar con las ideas previas de los niños, no necesariamente para eliminarlas sino para orientarlos hacia una transformación de las mismas, identificando las debilidades de los argumentos y mostrándoles otras evidencias que les facilite su evolución hacia visiones más universales, si es necesario.

A manera de ilustración de lo expuesto anteriormente, se presenta la siguiente estrategia que podría ser de utilidad para tratar algunos temas en el aula de clase.

Exploración de ideas previas.

Esta es una actividad con la cual se puede iniciar una clase de ciencias. Por distintos caminos establecer las ideas que los niños y los jóvenes tienen acerca del tema que se va a desarrollar; se puede por ejemplo, realizar ejercicios de asociación de palabras en las cuales se le solicita a un estudiante o a un grupo de estudiantes que escriban una frase con uno o dos términos. Esta es una forma rápida y eficiente de tener, en poco tiempo, una visión acerca de “qué saben” los estudiantes sobre el tema en cuestión. Los ejercicios de asociación y las pruebas de entrada o diagnóstica, a diferencia de las preguntas directas, que también pueden arrojar información similar, permiten al docente tener las respuestas escritas que pueden consultarse una y otra vez a lo largo de la clase.

¿Qué hacer con las ideas previas?

De conformidad con las teorías constructivistas del conocimiento, las ideas previas son los puntos de partida para que cada individuo construya o establezca sus propias relaciones con el conocimiento. Desde este punto de vista, una posible forma de proceder es haciéndolas explícitas en el curso, lo cual puede llevarse a cabo mediante una intervención oral del docente pero parece ser más eficiente cuando se realiza mediante escritos y discusiones de grupo. En cualquier caso, es preciso que los estudiantes tengan claro cuáles son esas ideas y por qué se alejan de los principios o explicaciones que al respecto se han producido en ciencias.

Las ideas previas y los temas objeto de estudio en el aula

Una vez se han establecido y caracterizado las ideas previas de los estudiantes se puede proceder a presentar y explicar el tema objeto de estudio. Para tal efecto es posible seleccionar una o varias de las siguientes sugerencias: presentación oral por parte del docente, estudio de un texto al respecto, primero en forma individual y luego por grupos, o mediante una actividad experimental. Es pertinente en todo momento tener presente y hacer relación a las ideas previas caracterizadas en la sección anterior. Esto es particularmente importante al comienzo cuando se está iniciando el trabajo. Después de un tiempo la referencia a las ideas previas se vuelve tan común para los estudiantes, que la necesidad del docente de hacer referencia a ellas disminuye. Sin embargo, es importante referirse a las ideas previas de vez en cuando y no dejarlas pasar desapercibidas.

No debe olvidarse que la evaluación y las actividades de aula le permiten al docente “seguir o rastrear” los aprendizajes de los estudiantes a lo largo del curso **con** el fin de asegurarse que las ideas iniciales se vayan ajustando cada vez más a los conceptos y explicaciones de las ciencias.

Evaluación de los logros alcanzados.

La expectativa inmediata de todo docente, una vez ha terminado la explicación o la enseñanza de un tema o un capítulo, es conocer si los estudiantes entendieron y aprendieron aquello que se les ha enseñado. La única forma de tener alguna idea de respuesta a esta preocupación es la evaluación. Sin embargo, en ella siempre hay algún grado de compromiso e incertidumbre: si se hace inmediatamente después de que termina la enseñanza, los resultados pueden estar viciados por el recuerdo inmediato y si se hace mucho tiempo después, los resultados pueden aparecer influenciados por el olvido y la prioridad de estudio de otros temas. Cuándo y en qué momento se deba hacer la evaluación es algo que se debe determinar en el contexto de cada institución, cada docente y preferiblemente concertarlo con los estudiantes. De cualquier manera, la acumulación de muchos temas para una sola evaluación no parece ser la mejor aliada de un buen desempeño de los alumnos.

En relación con la forma de evaluación propiamente dicha, el reconocimiento de las diferencias individuales y de los distintos estilos de aprendizaje parece exigir una aproximación múltiple a la misma. Es decir, que el docente busque una información por caminos distintos. En la práctica esto significa que debe crear diferentes espacios para que los alumnos muestren sus aprendizajes, algunas veces en forma escrita, otras en forma oral, otras en forma de diálogo con los compañeros presenciado y orientado por el maestro o incluso por medio de una entrevista con el docente.

¿Y después de la evaluación qué?

Se ha dicho que la evaluación debe ir más allá de producir un resultado para calificar el desempeño de un estudiante y para decir si aprueba o no un curso o una asignatura. Sin embargo, ¿qué otras funciones podría cumplir una evaluación? Existe en la actualidad la tendencia a pensar que la evaluación debe ser un espacio de aprendizaje para los estudiantes y de formación para los docentes.

Como escenario de aprendizaje para los estudiantes la evaluación produce información acerca de lo que aprendieron y de lo que dejaron de aprender. En relación con lo que aprendieron para mantenerlo y aplicarlo; y sobre lo que no aprendieron para volver a estudiarlo y para buscar otras formas de establecer relaciones significativas, en ambos casos media un proceso de autorreflexión e incluso apoyo del docente.

Como escenario de perfeccionamiento del docente, la evaluación, por una parte, le indica cuáles de los temas enseñados no han quedado lo suficientemente bien aprendidos y debería volverse a trabajar en el aula; y por otra, le propone desafíos para buscar otras formas más eficientes de enseñar.

También la evaluación es una fuente valiosa de establecimiento de errores conceptuales, particularmente cuando un tema es base para el estudio del siguiente. Nótese que, en este sentido, la evaluación es a la vez una forma de valorar los logros de la enseñanza y de preparar la docencia.

El desempeño competente de los estudiantes.

Al preparar las evaluaciones, el docente debe tener en cuenta varios aspectos de los cuáles los dos siguientes parecen ser los más destacados: ¿cuáles son los criterios que deben tenerse en cuenta al juzgar el desempeño de los estudiantes a lo largo de un curso? ¿Qué entender por desempeño de los alumnos? Tratándose de las ciencias naturales se requiere evaluar el grado de coherencia y aproximación a los planteamientos aceptados por la comunidad científica, de la dimensión teórica y conceptual, pero también la dimensión procedimental o metodológica; la primera, relacionada con el dominio de conceptos, principios y leyes que forman parte de la estructura conceptual de las ciencias y la segunda, relacionada con las habilidades para tomar, organizar e interpretar datos, diseñar experimentos y predecir resultados, así como también para comunicarlos y socializarlos en forma oral y escrita.

A diferencia de los años anteriores, en los cuales la evaluación se centraba casi totalmente en ver si el estudiante había aprendido o no ciertos conocimientos, en la actualidad la evaluación tiende a centrarse más en el desempeño competente del estudiante, lo cual requiere habilidades para pensar y actuar críticamente, aprender autónomamente y resolver situaciones problemáticas, entre otras. Esto quiere decir que si bien, los conceptos y el conocimiento por sí mismos siguen siendo importantes, como tales no son suficientes en la educación científica de las juventudes y por tanto no son los únicos indicadores de su desempeño.

El desarrollo de un tema particular: Isótopos e isómeros.

Cuando los alumnos se aproximan al estudio de los hidrocarburos, por ejemplo, es muy común que confundan los conceptos isótopos con los isómeros. Los primeros se refieren a los átomos de un mismo elemento mientras que los segundos hacen referencia a compuestos diferentes.

Para el tratamiento de estos temas en el aula es posible seguir una aproximación como la que se describe enseguida.

Exploración de las ideas previas.

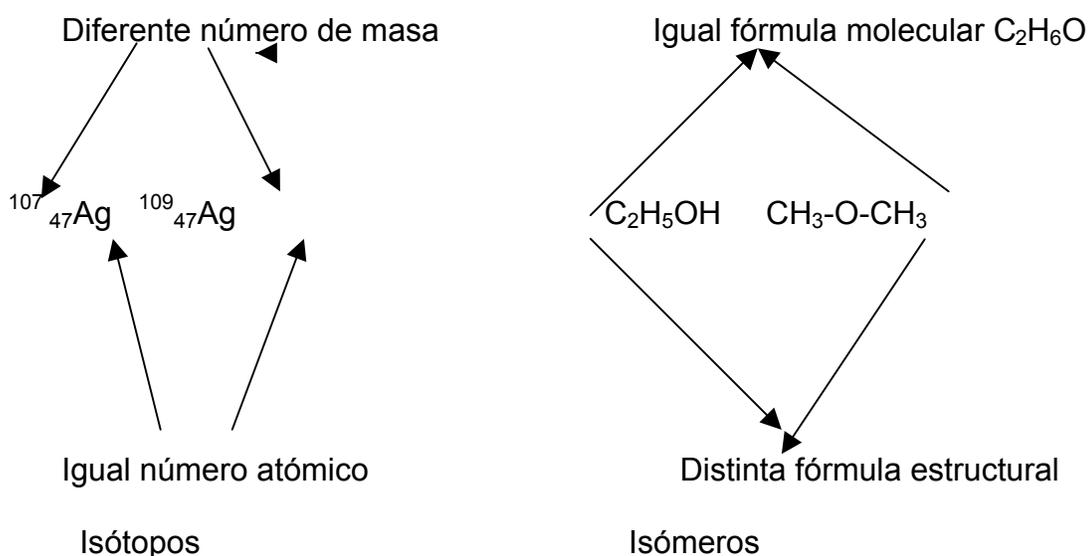
En este caso puede usarse un ejercicio de asociación y solicitar al comienzo de la clase elaborar una frase utilizando el término isómero y otra con el término isótopo.

Análisis de esas ideas previas.

Como profesor, estudie y relacione las respuestas, frases escritas por sus estudiantes, y explícelas en el curso, dejando claro que los unos se refieren a elementos químicos y los otros a combinaciones de elementos que tienen la misma fórmula molecular.

Presentación del tema

En el tablero, o preferiblemente en una hoja guía para trabajar en grupo presente el tema al curso como se ilustra a continuación.



Recuerde a los estudiantes la diferencia entre un elemento químico y un compuesto, señale que la plata, Ag, es un elemento mientras que los alcoholes y los éteres son compuestos. El concepto de isótopo se asocia ahora con el elemento plata, mientras que el de isómero se asocia con las dos series de compuestos.

La ilustración anterior se presenta como un escenario en el cual el estudiante guiado por su docente puede establecer relaciones de semejanza y diferencia entre los dos conceptos y de esta manera distinguir las semejanzas y diferencias entre unos y otros.

Evaluación del desempeño.

Solicite a sus estudiantes elaborar un dibujo semejante al anterior para explicar por qué los átomos de oxígeno 16, 17 y 18 son distintos pero pertenecen al mismo elemento y por qué los compuestos propanol y metil-etiléter son isómeros pero son compuestos distintos. Del grado de claridad que los estudiantes manifiesten a través

de sus dibujos, con este ejemplo o con otro que el docente proponga puede valorar el acercamiento de los niños a cada uno de los conceptos.

Nótese que en los escenarios o situaciones creadas anteriormente para la evaluación se presentan oportunidades también apropiadas para relacionar conceptos que no necesariamente están incluidos en el mismo programa para un curso. Este recurso de relación de conceptos más allá de los “prescritos para un curso” ayuda a los estudiantes no sólo a recordarlos, sino también a ver la química como un solo cuerpo conceptual que relaciona sustancias orgánicas e inorgánicas. A partir de la diferenciación entre isótopo e isómero, el maestro puede partir en la química orgánica, hacia el estudio de las diferentes funciones orgánicas y su comportamiento químico, en particular en lo relacionado con su naturaleza estructural.

Una diferencia entre evaluar conocimiento y evaluar competencias.

Con todo lo difícil que resulta establecer los límites precisos y definidos entre lo que es una pregunta de evaluación de conocimientos y otra de evaluación de competencias los dos siguientes ejemplos tratan de mostrar la diferencia.

Otra forma: A manera de ilustración presentamos un ejemplo que ayuda a diferenciar la evaluación de conocimientos de la evaluación de competencias

Evaluación de conocimiento:

Se denominan isótopos los átomos de un mismo elemento que tienen el mismo número de:

- a. - protones
- b. electrones
- c. neutrones e igual número de protones
- d. - protones y diferente número de neutrones.

Evaluación de competencia

El hidrógeno y el oxígeno forman dos compuestos distintos; dependiendo del isótopo del hidrógeno con el cual se une el oxígeno se obtiene el agua, H_2O , con el isótopo protio, 1_1H , y el agua pesada D_2O , con el deuterio, 2_1D . De acuerdo con lo anterior, es válido afirmar que la masa molecular

- A. del H_2O es menor que el de D_2O porque el protio tiene un menor número de neutrones.
- B. del H_2O es igual al de D_2O porque el protio y el deuterio tienen el mismo número de neutrones.
- C. de los dos compuestos es igual porque los átomos de protio y de deuterio son iguales.

D. de los dos compuestos es igual porque los átomos de protio y de deuterio tienen el mismo número de electrones

Para responder la primera pregunta el estudiante solamente debe saber qué es un isótopo para seleccionar la opción d, mientras que para responder la segunda, además de saber qué es un isótopo, debe interpretar correctamente la notación química para representarlos y relacionarlas con las masas moleculares de los dos compuestos. Finalmente, para seleccionar la opción correcta, A, el estudiante tiene que identificar todos los demás aspectos comunes en las dos fórmulas y establecer que el peso mayor del compuesto D_2O se debe a que el deuterio posee un neutrón más que el protio.

BIBLIOGRAFÍA

- AUSUBEL Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo México. Trillas 1978
- BUNGE, M. La Ciencia, su Método y su Filosofía. Siglo Veinte. Buenos Aires. 1972
- COLEGIATURA DE CIENCIAS NATURALES, BIOLOGÍA, QUÍMICA Y FÍSICA. Marco teórico de las pruebas SABER y Examen de Estado. ICFES., 2006
- DUSCHL, R. A. Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. Enseñanza de las ciencias, 1995, 13 (1), 3-14
- GIL, D. MACEDO, B., MARTÍNEZ J, SIFREDO, P. VILCHES, A. ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Década de la educación para el desarrollo sostenible. UNESCO, 2005, 475 p
- HABERMAS. J. _The Theory of Communicative Action, Vol. I_. Boston: Beacón 1984.
- HABERMAS, J. The Theory of Communicative Action Vol. 2_. Boston: Beacon 1987b.
- JESSUP, M., Resolución De Problemas Y Enseñanza De Las Ciencias Naturales Digitalizado por RED ACADÉMICA
- LUFFIEGO., M. Reconstruyendo el constructivismo: Hacia un modelo evolucionista del aprendizaje de conceptos. Enseñanza de las ciencias, 2001, 19 (3), 377-392
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales. Revolución Educativa. 2004
- POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Morata. (1998)
- ROTH, W. Aprender ciencias en y para la comunidad. Enseñanza de las ciencias, 2002, 20 (2), 195-208
- TORREGROSA, J., GIL, D., La Universidad Como Nivel Privilegiado Para Un Aprendizaje Como Investigación Orientada Universidad de Alicante Universidad de Valencia
- UNESCO. Manual para la codificación de ítems de respuesta abierta de Matemáticas. Pág. 29. Estudio principal SERCE-LLECE, 2006