

EL RAZONAMIENTO ANALÓGICO Y EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD
INFERENCIAL EN LAS ASIGNATURAS DE FÍSICA Y QUÍMICA, EN EL MARCO
DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS DE LOS GRADOS 10° Y 11° DE
EDUCACIÓN MEDIA

INVESTIGADORES:

MÓNICA MARCELA RAMÍREZ RODRÍGUEZ

JUAN CARLOS BOLÍVAR PERILLA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Facultad de Educación

Maestría en Educación

Énfasis en ciencias naturales

Bogotá, octubre 2017

EL RAZONAMIENTO ANALÓGICO Y EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD
INFERENCIAL EN LAS ASIGNATURAS DE FÍSICA Y QUÍMICA, EN EL MARCO
DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS, DE LOS GRADOS 10° Y 11° DE
EDUCACIÓN MEDIA

INVESTIGADORES:

MÓNICA MARCELA RAMÍREZ RODRÍGUEZ

JUAN CARLOS BOLÍVAR PERILLA

Trabajo de grado para optar por el título de Magister en Educación

Directores

Luis Camilo Jiménez Borrego

Departamento de Física. Facultad de Ciencias

José Emilio Díaz Ballén

Facultad de Educación

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Facultad de Educación

Maestría en Educación

Énfasis en ciencias naturales

Bogotá, 2017

Agradecimientos

Hoy estoy haciendo mi sueño realidad y quiero agradecerle primero a Dios por darme la oportunidad de ser mejor profesional cada día y por poner en mi camino a los mejores maestros.

Agradezco en especial a mi madre por ofrecerme siempre su apoyo incondicional, y por darme los mejores consejos.

A mi esposo por estar siempre apoyándome a cumplir mis sueños, por ser mi ángel guardián y por darme su amor cada día.

A mis hijos Laura y David por motivarme a terminar esta carrera y por permitirme ser de esta manera su ejemplo a seguir.

Mónica R.

A Dios, por tenerme en este justo momento, iluminado por quien se ha ido y rodeado de las personas que amo; que día a día demuestran su sincero y desprendido amor, acompañándome en este proceso, apoyándome, siendo solidarias y compasivas en los momentos que esta tarea así lo exigió, siendo pacientes y tolerantes con las dinámicas que movilizaron esta exigente etapa.

Juan Carlos

NOTA DE ADVERTENCIA

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia.” Artículo 23, resolución No 13 del 6 de Julio de 1946, por la cual se reglamenta lo concerniente a Tesis y Exámenes de Grado en la Pontificia Universidad Javeriana.

Tabla de contenido

Introducción.....	19
Capítulo 1. Planteamiento del problema de investigación.....	22
Descripción de la problemática	22
Pregunta de Investigación.....	25
Objetivos	25
Justificación.....	26
Impacto.....	30
Capítulo 2. Antecedentes.....	32
Capítulo 3. Fundamentación Teórica.....	39
Referentes Teóricos.....	40
Componente Disciplinar.....	43
Razonamiento Analógico.....	50
Habilidad inferencial.....	54
Competencias científicas.....	56
Capítulo 4 Metodología.....	58
Componente Epistemológico	58
Enfoque de investigación.....	60

Métodos de recolección de datos.....	62
Población participante.....	64
Fases de la investigación.....	65
Sistematización y Presentación de Resultados.....	67
Capítulo 5 Discusión y análisis de resultados.....	92
Conclusiones y Prospectiva de la Investigación	102
Referencias Bibliográficas.....	105
Anexos.....	110

Índice de tablas

Tabla 1. Porcentajes de desempeño prueba saber 11°- 2016, Colegio Manuel Cepeda Vargas

Tabla 2. Porcentajes de desempeño prueba saber 11°- 2016, Colegio Delia Zapata Olivella

Tabla 3. Resultados Pre test, ítems 1-5. Qué tan frecuente usas analogía

Tabla 4. Resultados Pre test, ítems 7-23. Identificación de analogías

Tabla 5. Analogías de las ondas asociadas al componente Biocéntrico

Tabla 6. Resultados identificación de reacciones químicas

Tabla 7. Frases más usadas para crear analogías de la telaraña con el campo eléctrico

Tabla 8. Identificación asertiva de las analogías usadas en las secuencias didácticas

Tabla 9. Inferencia del análogo estructural o funcional de diferentes dominios Fuente

Lista de Figuras

- Figura 1. Mapa Conceptual Materia Espacio Energía Tiempo.
- Figura 2. Estructura general de los conceptos y teorías científicas a partir del razonamiento analógico
- Figura 3. Definición de Razonamiento Analógico.
- Figura 4. Niveles de complejidad del pensamiento.
- Figura 5. Componente y competencias en ciencias naturales.
- Figura 6. Proceso metodológico de la investigación
- Figura 7. Palabras más frecuentes sobre ondas
- Figura 8. Palabras más frecuentes sobre ondas
- Figura 9. Equivalencias analógicas video vs imagen
- Figura 10. Palabras que establecen diferencias entre reacciones exotérmicas y endotérmicas.
- Figura 11. Identificación de conceptos momento de conceptualización.
- Figura 12. Conceptos físico-Químicos que los estudiantes asocian con el escarabajo bombardero
- Figura 13. Palabras más frecuentes para caracterizar las telarañas
- Figura 14. Ruta básica para la creación de analogías
- Figura 15. Ejemplos de dominio blanco que cumplen una relación analógica con el dominio fuente
- Figura 16. Ejemplos de Producción analógica de los estudiantes con diferentes niveles de argumentación.

EL RAZONAMIENTO ANALÓGICO Y EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD DE
INFERENCIA EN LAS ASIGNATURAS DE FÍSICA Y QUÍMICA, EN EL MARCO DE
LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS, DE LOS GRADOS 10° Y 11° DE EDUCACIÓN
MEDIA

Resumen

Las analogías facilitan la comprensión de muchos fenómenos y/o aspectos que se presentan en la vida cotidiana y el razonamiento analógico de manera más sistemática y con un propósito definido ha contribuido significativamente a orientar la comprensión del conocimiento de las ciencias naturales, que conforman la estructura curricular en la escuela.

Su uso más adecuado se ha enfocado en mejorar la comprensión de una idea y/o un concepto, sin embargo, su potencial va más allá, fortaleciendo las habilidades de pensamiento superior, las competencias científicas y el desarrollo del conocimiento empírico, que más allá de la descripción, permite posibles explicaciones de fenómenos nuevos y desconocidos.

Este conocimiento empírico se puede ver transformado a partir de una analogía o comparación estructural, generalmente de carácter matemático, geométrico, y funcional, la cual le permite la generación y construcción de conocimiento a diferentes niveles. Es por esto que el objetivo principal de este trabajo de investigación, consiste en describir, analizar y explicar cómo el razonamiento analógico es un proceso mental que permite un alto desarrollo del razonamiento inductivo como lo es la inferencia y de esa manera fortalecer el desarrollo de las competencias científicas a través de las asignaturas de física y química.

Esta investigación tiene tanto un carácter descriptivo, como explicativo que se desplaza desde lo cualitativo, inicialmente inductivo, hasta lo cuantitativo ya que el razonamiento analógico finalmente permite un proceso deductivo. Se enmarca en dos ejes epistemológicos, primero el Biocentrismo, entendido como la manera responsable de educar al individuo para que viva en armonía con el planeta, y el segundo el desarrollo del pensamiento Científico.

Los conceptos disciplinares que se trabajaron en esta investigación hacen referencia a el concepto de energía, campo eléctrico, movimiento ondulatorio y térmico. En la intervención de las secuencias didáctica participaron alrededor de sesenta (60) estudiantes, correspondientes a dos grupos de grado undécimo de instituciones educativas diferentes, uno de ellos como grupo control y el otro como grupo objetivo. Se utilizó como métodos de recolección de datos un pre test y post test, que permitieron contrastar el impacto de las secuencias didácticas, de las cuales derivan los resultados presentados en este documento.

Uno de los resultados más significativos, permite evidenciar que luego de la aplicación de las secuencias didácticas, hubo un mejoramiento en las habilidades inferenciales y en los niveles de desempeño de las competencias científicas. En consecuencia, se pudo llegar a concluir que, el ejercicio de practicar el razonamiento analógico además de ser una estrategia que dinamiza el proceso de aprendizaje de los estudiantes, permite el desarrollo de la habilidad inferencial y las competencias científicas convirtiéndose con ello en una opción para al mejoramiento de las prácticas pedagógicas de los maestros.

PALABRAS CLAVES: Razonamiento analógico, Habilidad inferencial, Competencias científicas

Abstract

Analogies facilitate the understanding of many phenomena and/or aspects that occur in everyday life and analogical reasoning in a more systematic and purposeful way has contributed significantly to guiding the understanding of knowledge of the natural sciences, which make up the curricular structure in the school. Its most appropriate use has focused on improving the understanding of an idea and/or a concept, however its potential goes beyond strengthening the superior thinking skills, the scientific competences and the development of empirical knowledge that beyond the description, allows possible explanations of new and unknown phenomena.

This empirical knowledge can be seen transformed from an analogy or structural comparison, usually of a mathematical, geometric, and functional character, which allows the generation and construction of knowledge at different levels. It is for this reason that the main objective of this research work is to describe, analyze and explain how analogical reasoning is a mental process that allows a high development of inductive reasoning such as inference and in that way to strengthen the development of scientific competences through the subjects of physics and chemistry.

This research has both a descriptive and explanatory character that moves from the qualitative, initially inductive, to the quantitative since analogical reasoning finally allows a deductive process. It is framed in two epistemological axes, first Biocentrism, understood as the responsible way to educate the individual so that it lives in harmony with the planet, and the second the Development of Scientific thought. The disciplinary concepts that were worked on in this research refer to the concept of energy, electric field, wave and thermal movement.

Sixty (60) students participated in the intervention of the didactic sequences, corresponding to two groups of eleventh grade of different educational institutions, one of them as a control group and the other as a target group. A pretest and posttest were used as methods of data collection, which allowed to contrast the impact of didactic sequences, from which the results presented in this document derive.

One of the most significant results shows that after the application of the didactic sequences, there was an improvement in the inferential abilities and in the levels of performance of the scientific competences.

Consequently, it was possible to conclude that the practice of analogical reasoning as well as being a strategy that dynamizes the learning process of the students, allows the development of inferential ability and scientific competences, thus becoming an option for to the improvement of the pedagogical practices of teachers.

KEYWORDS: Analogical reasoning, Inferential skill, Scientific competences

Introducción

El trabajo de investigación gira en torno al razonamiento analógico como estrategia de enseñanza y de aprendizaje, su repercusión en el desarrollo de habilidades inferenciales y en el mejoramiento de competencias científicas. Se establecen las características de las principales estructuras analógicas, de igual manera, las habilidades de pensamiento sobre las que incide el buen manejo de las inferencias y una conceptualización de las capacidades de desempeño mediadas por las Ciencias Naturales.

Este proceso en la enseñanza ha contribuido al aprendizaje, aplicación, extrapolación de conceptos en diversas disciplinas del conocimiento humano; como las matemáticas, las Ciencias Sociales y Humanidades, las Ciencias del Deporte, la Educación Artística. El factor predominante de su contribución está directamente relacionado con las habilidades de carácter inferencial que potencia, permitiendo un avance y el mejoramiento del desempeño en estos campos del saber.

Una de las problemáticas que se gesta al interior del proceso de enseñanza aprendizaje, es en especial, el bajo desempeño en las competencias científicas, así como el poco impacto y recordación que durante el aprendizaje de la Física y Química se da en los estudiantes del ciclo final de su a nivel de educación media. Este trabajo de investigación fue planteado con el interés de conocer que elementos de orden metodológico aparecen durante los trabajos con procesos de razonamiento analógico y como, pueden contribuir a mejorar los niveles de comprensión de los conceptos de Física y Química, tanto del profesor como del estudiante, y con ello el reconocimiento del impacto que tiene las competencia científica en el bienestar de las actividades de la vida cotidiana y el adecuado manejo de los recursos de

su entorno para su existencia. Por lo anterior, desde el punto de vista científico, un interés de este trabajo es que las temáticas curriculares se contemplen desde contextos ambientales, de manera que se aprovechen para establecer crítica y reflexivamente el compromiso que cada estudiante debe tener con su entorno y procurar el cuidado de la vida en el planeta.

Los componentes epistemológicos que guiarán esta investigación son el Desarrollo del Pensamiento Científico y el Biocentrismo. En el primero se pretende pasar del razonamiento que se hace de manera inconsciente para la interpretación de la realidad, durante la construcción de conocimiento cotidiano a la construcción del conocimiento formal o científico que se hace mediante el razonamiento consciente para la interpretación de la realidad mediante una concepción codificada del comportamiento del mundo y la cual está estructurada por conceptos producidos en la inferencia que permite el razonamiento analógico en el paso del razonamiento inductivo al deductivo, siendo este último la más alta expresión de conocimiento y del razonamiento. El segundo componente es el Biocentrismo, donde la vida adquiere un papel principal, siendo esta el punto de partida para conectar de manera comprometida y responsable a sus habitantes con el cuidado de la vida en el planeta, y de esa manera aprender, crecer y desarrollarse en un entorno natural.

Para ello se eligió dos grupos de estudiantes en un rango de edad entre 15 y 18 años, de grado 10° y 11° de dos instituciones educativas distritales de Bogotá, ubicadas en la localidad de suba y Kennedy, a los cuales se les aplicaron secuencias didácticas que proporcionaron una herramienta metodológica para el desarrollo de las competencias científicas, mediante la solución de preguntas y problemas científicos guiados por del

razonamiento analógico, permitiendo el desarrollo de procesos de inferencia en aula de clase.

Este trabajo de investigación tiene como finalidad, determinar si el aprendizaje por razonamiento analógico (APRA), contribuye a incrementar, la habilidad de la inferencia y el desarrollo de las competencias científicas, lo cual se debe reflejar en el uso comprensivo del conocimiento científico para la descripción formal que permita la indagación, del razonamiento inductivo y así la explicación, del razonamiento deductivo, desde la física y la química de los fenómenos escogidos teleológicamente para las asignaturas de química y física. Para este trabajo se escogieron conceptos fundamentales de Física y Química, como son la teoría del trabajo y la energía, el campo eléctrico, el movimiento aleatorio como variable termodinámica de la teoría cinético molecular y el de onda.

Capítulo 1. Planteamiento del problema de investigación

La práctica docente día a día, nos enfrenta a situaciones de diversa índole: social, convivencial, académico, profesional y hasta cultural; particularmente, la problemática recurrente está relacionada con el proceso de enseñanza aprendizaje y todos los elementos asociados a él. Políticas educativas, el currículo, los modelos epistemológicos, las estrategias metodológicas, los recursos didácticos, la infraestructura de las instituciones, el dominio conceptual, los contextos socioculturales, las habilidades y deficiencias de los procesos de pensamiento, entre otros. Las relaciones entre tantas variables dan la posibilidad de identificar un número significativo de situaciones que, de manera directa o indirecta, propiciaron el desarrollo de la presente investigación.

Descripción de la problemática

Posibles deficiencias en la habilidad inferencial. La inferencia es una de las habilidades que regularmente una persona utiliza para la mayoría de sus actividades: interpretación de algunos signos en la calle, asumir ciertos comportamientos, hacer algunas predicciones, comprender diferentes situaciones, entre otras.

En la escuela, específicamente en Ciencias Naturales, esta habilidad, parece tener un menor desarrollo. Sus deficiencias se hacen notorias cuando el estudiante: Trata de establecer relaciones entre variables asociadas a un fenómeno, cuando difícilmente asocia los aprendizajes de una asignatura con otras, usa argumentos para explicar un fenómeno científico o Pretende utilizar modelos, bien sean, matemáticos o estructurales.

Escaso uso de razonamiento analógico. Aunque el uso de analogías es común en las diferentes asignaturas, en las de orden científico no es la excepción. Sin embargo, parece que, en el afán de teorizar la ciencia en los programas escolares, se le resta importancia al uso de este recurso; y por esta razón, en un buen número de temáticas, los conceptos, definiciones, formulas, unidades de medida, principios y leyes, son difíciles de recordar o de deducir. Es usual que el docente lleve la analogía propuesta por los libros de texto, sin dedicar tiempo en la transposición didáctica de la misma para lograr una mejor comprensión del tema.

Limitado desarrollo de las competencias científicas. En el marco de las políticas curriculares, uno de los propósitos de la escuela es el desarrollo de las competencias científicas, como parte de la educación integral que promulga. Actualmente, los resultados de pruebas estandarizadas basadas en competencias, arrojan datos en los que se evidencian unos niveles de desempeño que pueden considerarse poco satisfactorios. El uso del conocimiento científico, la indagación y la explicación, son las competencias científicas que evalúa el Estado y en las que la educación pública se está viendo seriamente comprometida, ya que comparativamente con los resultados obtenidos por las instituciones de carácter privado, son reducidas en número las instituciones que alcanzan desempeños regulares y más escasas aun, las que logran desempeños altos y superiores.

Insuficiente formación Pedagógica. En las instituciones de educación públicas, el rol del educador ha sido encomendado a profesionales que poseen poca formación pedagógica para ejercer la labor docente, sin embargo, por afinidad en sus formaciones académicas con las temáticas de alguna de las posibles asignaturas de la malla curricular, se les ha asignado

la tarea de educar. El cumplimiento riguroso de los programas, se convierte para la mayoría de estos docentes en el objetivo a alcanzar, dejándose de lado, la reflexión constante que implica la programación de las actividades que sean más pertinentes, que realmente contribuyan a potenciar las competencias y habilidades que el estudiante requiere en su contexto, así como el uso de recursos didácticos y las metodologías de mayor impacto. Es válido aclarar que, aun como profesionales de la educación, se puede caer en este tipo de prácticas deficientes. Por otro lado, a los educadores se les ha venido sumando otras responsabilidades que distan un poco de su preparación profesional, alejándolo de sus labores de orden pedagógico. Algunos de estos cuestionamientos son materia de debate constante en los entornos académicos de los diferentes niveles escolares. Al respecto, Christopher Day (2005) afirma: “La adquisición de títulos para ser docente ha sido siempre una condición necesaria, pero insuficiente para tener éxito como profesional” (pág. 20).

La perpetuación de prácticas pedagógicas. Las prácticas educativas basadas en modelos tradicionales terminan distanciando al estudiante del saber científico, cabe señalar que la dinámica con la que los jóvenes adquieren el conocimiento y asimilan la información que se mueve en los medios informáticos supera los ritmos tradicionales de una clase, es por eso que la transmisión de saberes, se convierte en una tarea aburrida y con un mínimo de impacto. La recordación de los conceptos, las relaciones algebraicas, la comprensión y el comportamiento de gráficos y los demás elementos que se articulan en una clase, son de corto alcance; se aprende lo necesario para el momento, mientras se hace una evaluación, taller o guía; luego la mayor parte de la información pierde solidez y difícilmente se usa para adquirir nuevos conocimientos, por lo tanto, se evidencia poco aprendizaje significativo.

Pregunta de investigación

¿Cómo el razonamiento analógico, en las asignaturas de física y química, contribuye al desarrollo de la habilidad de inferencia en el marco de las competencias científicas, de los grados 10° y 11° de Educación Media?

Objetivos de la investigación

Objetivo general.

Analizar cómo el razonamiento analógico contribuye como estrategia metodológica a desarrollar la habilidad de inferencia en los estudiantes de los grados 10 ° y 11° de educación media y de esa manera fortalecer el desarrollo de las competencias científicas en las asignaturas de física y química.

Objetivos Específicos

Diseñar una secuencia didáctica que permita caracterizar diferentes habilidades de inferencia en correspondencia con competencias científicas que puede potenciar.

Comparar el desarrollo de la habilidad de inferencia en situaciones donde se aplicó el razonamiento analógico con otras en las que no se usa esta herramienta y su incidencia en el fortalecimiento de las asignaturas de Física y Química.

Identificar y caracterizar los tipos de analogías que contribuyen a la apropiación del conocimiento científico y su incidencia en el desarrollo de comportamientos que apunten a la protección de la vida y del mundo en el que vivimos.

Mencionar los factores que inciden en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, cuando se incorpora la utilización de analogías, como estrategia para el fortalecimiento del pensamiento científico y la habilidad de inferencia.

Justificación

Las disciplinas correspondientes a las Ciencias Naturales, que son las que habitualmente han seguido rigurosamente los pasos del método científico para la comprensión de los fenómenos asociados a ellas, requieren de ciertas habilidades que den cierto margen de efectividad en sus estudios. Aunque en la escuela, difícilmente se puede hablar de actividad científica, la reconstrucción de procesos que permitieron la cimentación de los saberes implica el potenciamiento de dichas habilidades. Más aún, si se toma en consideración que, en un lapso relativamente corto de tiempo, se deben asimilar los principales hechos científicos de varios siglos de historia. La presente investigación tiene como propósito resaltar que la habilidad inferencial es esencial en los procesos de inducción y deducción, así como en la formulación de hipótesis cuando se busca apropiarse del conocimiento científico desde la perspectiva epistemológica Biocéntrica.

En el ámbito escolar, la habilidad inferencial cobra un especial valor, puesto que, a través de ella, el estudiante puede: establecer relaciones entre variables, relacionar fenómenos diferentes, asociar varias ciencias por el comportamiento de las variables del fenómeno estudiado, explorar diversas hipótesis en un mismo fenómeno, construir explicaciones con argumentos sólidos y contribuye a la consolidación de competencias científicas. En este contexto, la investigación propone el fortalecimiento de las competencias científicas y biocéntricas, como herramientas para el desenvolvimiento en el

mundo de la vida, conscientes de la responsabilidad de educar a los ciudadanos para la comprensión de su entorno y el desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica en las ciencias naturales.

El razonamiento analógico se puede tomar en consideración como otro elemento que aporta a la consolidación de saberes, puesto que, da la posibilidad de articular diferentes puntos de vista conceptuales en distintas disciplinas científicas. El razonamiento analógico, exige al docente una documentación y actualización constante que le permita enfrentar con criterios bien fundamentados la información que circula y contrastarla con los modelos existentes. De esta manera se presenta ante la comunidad estudiantil como una fuente confiable de información y como es de esperarse, genere interrogantes, otras formas de asociación y el planteamiento de hipótesis sólidas, que evidencien un mayor acercamiento a buenos niveles de desempeño en las competencias científicas; principalmente aquellas que derivan de la habilidad inferencial.

Desde el punto de vista del quehacer pedagógico, es necesario, que la práctica esté orientada de manera tal que, el aprendizaje y la enseñanza misma motiven a los actores de este proceso. Los recursos metodológicos y las estrategias de enseñanza en Ciencias Naturales deben despertar el asombro y la curiosidad que se espera generen las temáticas tratadas en estos campos del saber, articular también las disciplinas que la conforman y dar evidencia de la cercanía que tienen sus tópicos con el entorno más inmediato de los estudiantes. Es posible que estos propósitos se cumplan si se mejoran las habilidades de inferencia y se potencian las competencias científicas. Como valor agregado, se puede estar

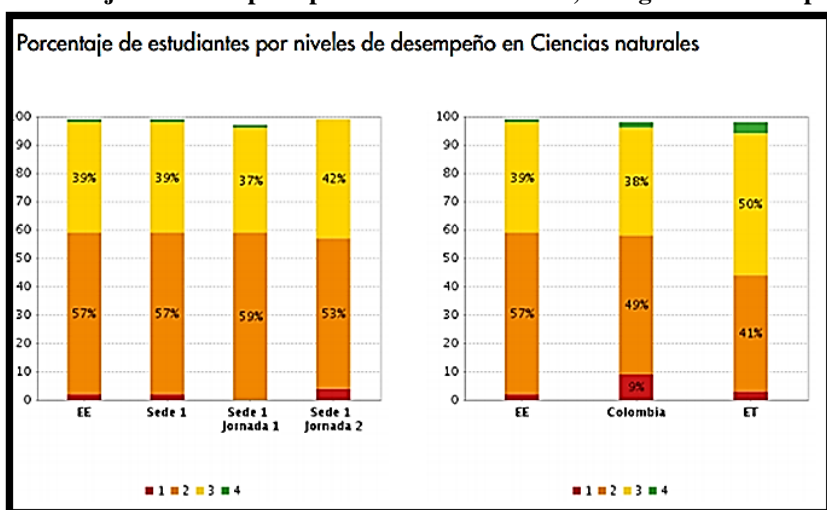
gestando una cultura diferente acerca de la percepción que tradicionalmente se ha tenido de estas materias.

Es por lo anterior, que cobra valor la posibilidad de hacer una investigación que permita encontrar herramientas innovadoras e interdisciplinarias que, encausadas en un modelo de razonamiento analógico, dinamicen el proceso educativo con la respuesta esperada. En el caso específico de las ciencias naturales, las innovaciones y ajustes que se hacen a los elementos de modelos didácticos existentes, abren nuevas alternativas para ser utilizadas en el acercamiento a nuevas teorías, conceptos, leyes y relaciones; contribuyendo a que, en el proceso educativo, se logren los objetivos que se plantean desde las políticas educativas vigentes. Es muy probable que su aplicación permita, además de una potenciación de las habilidades de inferencia, profundizar en diferentes procesos de investigación y encontrar nuevas rutas de acercamiento al saber.

La actual situación de la educación en Colombia en cuanto a las competencias científicas es crítica, no solo teniendo en cuenta los más recientes resultados de las pruebas SABER 11° (Ver Tabla 1 y 2), también los obtenidos en las pruebas internacionales y el hecho de que Latinoamérica contribuye con menos del 1% de las patentes que se presentan a la comunidad científica mundial, son razones que validan esta propuesta, de manera que a través de este tipo de procesos se den posibles soluciones que a mediano plazo mejoren sustancialmente los resultados en las áreas científicas, un mayor acercamiento a la educación superior y comunidades científicas productivas. Se puede agregar además de la validez que puede tener la propuesta, la urgencia, si se toma en consideración el afán de vincular a Colombia en la OCDE.

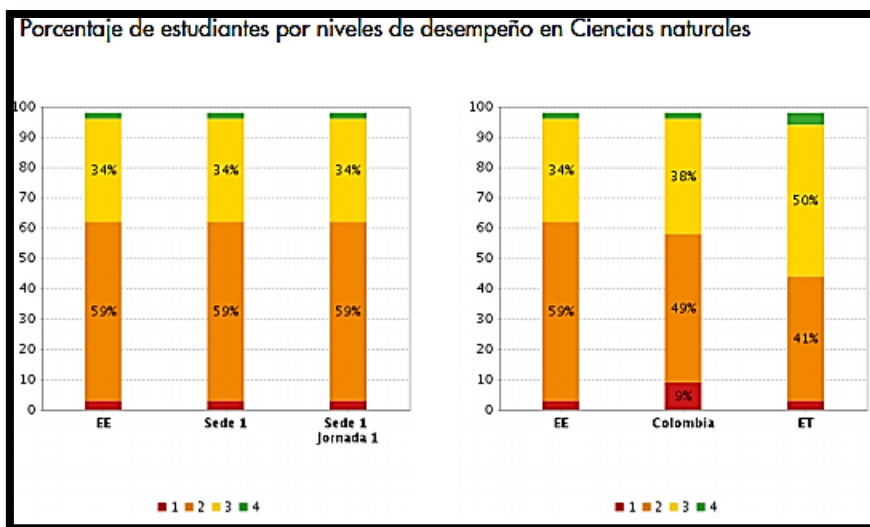
Es por demás pertinente, puesto que en la medida que los docentes podamos incluir en nuestras prácticas pedagógicas, formas alternativas de enseñar con un impacto mayor y salir de modelos tradicionales que limitan las capacidades de los estudiantes y los alejan de procesos de aprendizaje de nivel superior y con ello mejores posibilidades de desarrollo profesional; se estará contribuyendo al desarrollo de toda una comunidad.

Tabla 1
Porcentajes de desempeño prueba saber 11° - 2016, Colegio Manuel Cepeda Vargas



Fuente: Tomado de: ICFES. *Área de ciencias naturales.

Tabla 2
Porcentajes de desempeño prueba saber 11° - 2016, Colegio Delia Zapata Olivella.



Fuente: Tomado de: ICFES. *Área de ciencias naturales

Impacto esperado del proyecto

El impacto de esta investigación se debe verse reflejado principalmente en los estudiantes de 10° Y 11° de las instituciones educativas Distritales Delia Zapata Olivella y Manuel Cepeda Vargas en momentos específicos; corto, mediano y largo plazo:

Corto plazo. A corto plazo se espera que los estudiantes de educación media luego de las intervenciones orientadas por el razonamiento analógico, fortalezcan sus habilidades inferenciales y sean evidentes en los niveles de desempeño de las competencias científicas, permitiéndoles contrastar sus conocimientos con las situaciones cotidianas, establecer relaciones entre variables y construir sus propias analogías. De igual manera, se espera que la forma como fueron estructuradas las secuencias didácticas, le permita asumir una postura más crítica y comprometida acerca de la incidencia que tienen sus acciones en la conservación y sostenimiento del planeta.

Mediano Plazo. A mediano plazo se espera que el impacto se extienda a las instituciones en las que se llevó a cabo la intervención. Una vez compartida la experiencia de la investigación y de presentar resultados convincentes que demuestren que, a través de la implementación de las analogías como una estrategia didáctica, se puede potenciar el desarrollo de habilidades de pensamiento y así, favorecer los ritmos de aprendizaje de los estudiantes en las diferentes asignaturas; sea asumida con un carácter institucional que contribuya al fortalecimiento del Proyecto Educativo Institucional.

Largo plazo. Se espera a largo plazo el mejoramiento de la capacidad crítica, reflexiva y analítica de los estudiantes, principalmente en el uso comprensivo del conocimiento

científico y la habilidad de indagación e inferencia, estas se verán reflejadas año tras año en un progreso positivo en sus niveles de desempeño, que muy seguramente se manifestarán a nivel institucional en factores como: permanencia, bajos porcentajes de reprobación y buenos resultados en pruebas estandarizadas.

En un plazo un poco mayor, se puede considerar un impacto que trascienda las fronteras de las instituciones que fueron parte del estudio y que, mediante la divulgación de esta investigación en las bases de datos académicas, su lectura y análisis, contribuya a transformar las prácticas pedagógicas de más educadores o se conviertan en el punto de partida para investigaciones más profundas en torno al tema.

Capítulo 2. Antecedentes

La presente investigación gira en torno a dos ejes principales: el desarrollo del razonamiento analógico, como proceso del paso del razonamiento inductivo, propio de la indagación, al deductivo, propio de la ley y del concepto científico para la explicación; y el desarrollo de la habilidad en la inferencia científica durante el razonamiento inductivo a partir del razonamiento analógico, los cuales se constituyen en una apropiada metodología, que permitirán un acercamiento y un primer nivel de comprensión más asertivo, de los conceptos formales de la ciencia que expresan de manera codificada la concepción del comportamiento del mundo, en el llamado conocimiento científico.

En los estudiantes esto deberá estimular la capacidad de asombro frente a la comprensión de los fenómenos que ocurren a su alrededor mediante el razonamiento consciente, inductivo y deductivo, que permite el fortaleciendo las habilidades cognitivas superiores. Así se busca generar el desequilibrio que permita la generación de la respuesta esperada por parte de los profesores de las asignaturas de Ciencias Naturales.

Para evidenciar estos procesos se seleccionaron diversas investigaciones que abordan y sustentan desde diferentes perspectivas el razonamiento analógico y los procesos de inferencia. En este orden de ideas, se ha considerado una investigación titulada: “La analogía (paradigma) como inferencia compuesta en Aristóteles y Pierce”. (Flórez, 2015), que relaciona los conceptos entorno a los cuales gira la presente propuesta, de hecho, concibe teniendo en cuenta las discrepancias entre Aristóteles y Pierce, la analogía, como una categoría del proceso inferencial. Cabe rescatar de este documento, más allá de la discusión formal que cada autor sostiene en defensa de la manera como entienden la

analogía; el hecho de que la analogía es presentada desde los silogismos filosóficos como un proceso que se da posterior al ejercicio inductivo deductivo y que, para uno de ellos, Peirce, existe un tercer elemento; la abducción. Esta mirada permite suponer que, desde las construcciones de orden lingüístico, se empieza a dar validez a los argumentos que puedan soportar la interpretación de un fenómeno haciendo el uso adecuado de las analogías. Para Flórez (2015), el resultado de su investigación concluye que la posición de Aristóteles es válida y no es absolutamente necesario el proceso de abducción que defiende Peirce¹.

Para comprender la estructura que soporta el razonamiento analógico, se tomó en consideración el trabajo de Stella Vosniadou, (1988) “Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: a developmental perspective”. En este trabajo se plantea el razonamiento analógico como un proceso del pensamiento en el que se debe conocer una estructura ya caracterizada y explicada adecuadamente, llamada fuente, la cual se utiliza en una primera aproximación para describir y explicar otra estructura desconocida, llamada blanco, cuando presentan comportamiento y funcionalidad estructural comparable y permiten una relación entre las “variables propias”, o propiedades, de cada estructura. Así el valor significativo de la analogía se refleja en que permite un acercamiento inferencial dentro del razonamiento inductivo, de la descripción del blanco, y un desplazamiento final a la explicación del comportamiento del blanco, desde el razonamiento deductivo, el cual solo existe si se crea un nuevo conocimiento para definir las nuevas variables propias del blanco.

¹ Peirce estaba principalmente interesado en la lógica de la ciencia y, más especialmente, en lo que llamó abducción (como complemento a los procesos de deducción e inducción), que es el proceso por el que se genera una hipótesis, de forma que puedan explicarse hechos sorprendentes. Peirce consideró que la abducción estaba en el corazón no sólo de la investigación científica sino de todas las actividades humanas ordinarias.

En el documento se hace referencia a un párrafo en el que Oppenheimer (premio Nobel de física, 1961) en su última frase plantea “No podemos aprender a sorprendernos o asombrarnos de algo a menos que tengamos una idea de cómo debería ser; y esa vista es casi ciertamente una analogía”. (Oppenheimer. 1955)

Otra evidencia de este tipo de construcciones se puede ubicar en el trabajo de Giovanni Jona-Lasinio (2010), “Analogies in Theoretical Physics”. En el que se plantea el razonamiento analógico a través de analogías, como una fuente del proceso de creación de conceptos en la Física Teórica. Inicialmente la comparación entre la estructura y el comportamiento del fenómeno conocido, fuente, y la estructura y el comportamiento del fenómeno desconocido, el blanco, puede ser puramente matemático, pero que permite por inferencia, dentro del razonamiento inductivo, el desarrollo de nuevos conceptos Físicos análogos. Es posible pensar en una relación con una interacción no obvia entre las características propias de cada uno de los fenómenos comparados. En el mismo se toman dos casos que permiten describir y explicar cómo se construyen las analogías. Un caso es la ruptura espontánea de una simetría en física de partículas y la otra, trasladar un análisis de renormalización en la descripción, explicación y conceptualización estadística de fenómenos físicos críticos. Boltzmann, citado por Jona, refiriéndose a las teorías de Maxwell, exalta:

Las analogías más sorprendentes y de gran alcance se revelaron entre procesos naturales aparentemente bastante dispares. Parecía que la naturaleza había construido las cosas más diversas exactamente en el mismo patrón... Por lo tanto, la conducción térmica, la difusión y la distribución de la carga en los conductores eléctricos siguen las mismas leyes... La teoría de los vórtices de fluidos y la de la fricción en los gases muestran la analogía más sorprendente con la electrodinámica y otros.

De esta manera, es claro que las analogías han sido una herramienta que, simplifica aún más aquellas situaciones complejizadas por las estructuras matemáticas que las modelan.

Yves Gingras (2015), en “El poder creativo de las analogías formales en física: el caso de Albert Einstein”, plantea el razonamiento analógico como un proceso que permite el planteamiento y formulación de conceptos en la teoría Física. Se presenta el caso del extraordinario Einstein, quien a partir de analogías formales formuló la descripción y la explicación del comportamiento corpuscular de la radiación electromagnética, en contraste con Maxwell, a partir de la descripción y explicación de la radiación del cuerpo negro propuesto por Planck. Este razonamiento analógico se puede volver a revisar en la teoría de Einstein de gases cuánticos. Sin embargo, estas analogías son pasadas por alto cuando se analiza y retoma el planteamiento matemático propio e involucrado en estas formulaciones teóricas de Einstein.

Revisando cuidadosamente los documentos producidos por él, sobre la personalidad dual de la radiación y de la materia, desde el cálculo de la entropía y fluctuación de energía, en el planteamiento de nuevas teorías y/o nuevo conocimiento, se visualizan los razonamientos inductivos inferenciales a través de la analogía, como la culminación del proceso de la analogía en teorías nuevas que permiten la conceptualización para el razonamiento deductivo de las ciencias duras y exactas. Así se destaca el alto desempeño que se puede obtener con el uso formal de analogías en la creación de la concepción de nuevas teorías de la Física y por tanto su pertinencia en la enseñanza de la Física.

Cambiando radicalmente de escenario, en trabajo de grado que lleva por título: *“Razonamiento analógico y comprensión lectora en buenos y malos lectores de educación*

media secundaria” (Díaz, Portilla & Vanegas, 2011), se hace un análisis de las analogías como elemento importante en el desarrollo de buenos lectores; en su investigación, los autores dejan en evidencia que, el recurso de las analogías permite asimilar en el proceso lector, conceptos desconocidos, situaciones inusuales, asociación de saberes y contextos de diferente índole. Dentro de las conclusiones a las que Díaz et al. (2011) llegan y que resaltamos, es el hecho de considerar nuevamente la analogía como un facilitador de las habilidades inferenciales, conclusión similar a la de otros antecedentes. Con esta nueva visión, es posible considerar que muchos de los elementos del documento pueden aportar valiosa información, si se tiene en cuenta que, aunque la investigación está orientada puntualmente a la lectura, el conocimiento científico se basa en diversas formas de ella: la observación, el análisis de datos, el comportamiento de una gráfica y el texto científico.

El antecedente: “Analogía y formación de hipótesis con estudiantes de Educación básica en ciencias naturales”, (Pineda, Moreno & Salazar, 2013), corresponde a un trabajo de grado que hace una caracterización del razonamiento analógico muy completa y muestra como resultado de la investigación que, la aplicación de diferentes tipos de analogía en temas concretos de Ciencias Naturales, permitió una asimilación mayor de los conceptos o fenómenos en los que se intervino con este tipo de razonamiento. Además, la investigación concluye que, de igual manera, contribuye a que se pueden generar más de una hipótesis alrededor de cada situación planteada.

Otra función de las analogías que mantiene un estrecho vínculo con las que se han presentado, queda expuesta en el trabajo de investigación publicada con el título: “La analogía como instrumento de la argumentación inductiva”, (Guerra, 2014), en el que se

hace una revisión del papel que juega la analogía en la construcción de la argumentación. Concluye que, más allá de las cuatro habilidades comunicativas: leer, escribir, hablar y escuchar; y el rigor sintáctico, morfológico y semántico de la lengua materna, las analogías son un recurso que contribuye a la comprensión de situaciones y a la consecuente descripción y/o argumentación acerca de las mismas. Reconoce en otras formas de lectura, como las imágenes, graficas, fotografías y hasta las caricaturas, como una fuente muy productiva de las analogías.

En un nuevo antecedente; la Universidad de Salamanca publicó los resultados de una investigación titulada: “Efectos de las características del problema, captación de su estructura y uso de analogías sobre el éxito de los estudiantes de secundaria en la resolución de problemas” (García, San José & Solaz, 2015), en ellos, es importante resaltar que el uso de las analogías, no fue considerado como un factor concluyente; sin embargo, deja abierta la posibilidad de ahondar más en este elemento en posteriores investigaciones. Los autores identificaron que es más significativo otro elemento en la solución de problemas de ciencias y matemáticas, el reconocimiento de estructuras. Estas estructuras están asociadas a los contextos, que entre más familiares sean, son más fáciles de resolver.

El último antecedente, se refiere al trabajo titulado Actividades para la enseñanza, aprendizaje de la química a través de las analogías, que determina en su investigación que “las analogías pueden constituir instrumentos idóneos para desarrollar la creatividad, la imaginación y las aptitudes necesarias para el uso crítico de modelos científicos y para ser capaz de modelar la realidad por sí mismos. Sin embargo, su utilidad depende del modo en que se utilice en el aula” (Oliva J. M., 2006, pág. 105).

En síntesis, han sido diversos los aportes que, desde la investigación en torno al razonamiento analógico, se encuentran en la literatura académica; como elemento característico, a este tipo de razonamiento es común ver una dependencia de las operaciones inferenciales y en general con un propósito común, el desarrollo de competencias.

Capítulo 3. Fundamentación Teórica

El razonamiento analógico, como proceso de pensamiento para potenciar habilidades se ha utilizado directamente en procesos (i) que permitan una descripción dentro de un razonamiento inductivo a nivel inferencial para obtener un nivel alto de comprensión de conceptos y teorías de alta complejidad en Física, Química y Matemáticas, sin que esto involucre nuevo conocimiento, (ii) que permitan a través una descripción para un acercamiento con razonamiento inductivo a nivel inferencial obtener un desplazamiento hasta una explicación a nivel de razonamiento deductivo que involucre creación de nuevo conocimiento en la teoría de la Física, la Química, y las matemáticas, (iii) que permitan del razonamiento inductivo al deductivo en una lectura significativa, y en una producción escrita bajo razonamiento consciente...(iv) que permita desde la descripción hasta la comprensión y explicación para el análisis complejo de los fenómenos sociales.

El razonamiento analógico como la analogía es tal vez, la forma natural como el hombre adquiere nuevos saberes y desarrolla algunas destrezas en una primera etapa a nivel de razonamiento inconsciente en la actividad cotidiana, en una segunda etapa con razonamiento consciente a nivel de comprensión descriptiva de procesos de experiencia con materiales concretos, en una tercera etapa con razonamiento consciente inductivo para una comprensión más alta en la descripción de conceptos abstractos, en una cuarta etapa de razonamiento consciente inductivo de carácter inferencial con desplazamiento a la explicación con razonamiento deductivo para la comprensión de un fenómeno y la creación del concepto y su concepción, a nivel científico más allá de lo tangible.

Ligado estos procesos está el proceso de indagación, que, dentro del razonamiento inductivo, enfoca, afina, enruta y trata de localizar y rodear el objetivo de interés a través de la formulación y planteamiento de preguntas y de problemas que buscan mediante su solución una descripción formal del comportamiento de interés y así crear las condiciones para un posible desplazamiento a la explicación del razonamiento deductivo y concluir en una acertada relación de Causa y Efecto.

Lo anterior es uno de los caminos fundamentales en todos los campos donde se formula un argumento que, pretenda gozar de un alto grado de veracidad y validez. Con la mente fija en brindar a los estudiantes de cualquier nivel de escolaridad, más oportunidades que les permitan desarrollar procesos de pensamiento que faciliten esta tarea, investigadores de múltiples áreas, han dedicado con un empeño especial en las últimas dos décadas, a escudriñar desde ópticas pluridimensionales el papel que juega el pensamiento basado en el razonamiento analógico en el mejoramiento de competencias científicas.

Referentes teóricos

Remigio, Yangco & Espinosa (2014), en su investigación “Analogy-Enhanced Instruction: Effects on Reasoning Skills in Science”, publicada por The Malaysian Online Journal of Educational Science, encontró resultados poco concluyentes; cuando a un grupo de estudiantes se les transmitió ciertas informaciones de temas científicos relacionados con la física a través de analogías, mientras otro grupo recibió la misma información, pero, de la manera teórica tradicional. En la investigación, los autores hacen una diferenciación entre las formas de analogía comunes y menciona algunas temáticas que fueron abordadas con esta estrategia.

En otra investigación titulada “A Conceptual Change Model for Teaching Heat Energy, Heat Transfer and Insulation”, se evaluaron algunos conceptos de termodinámica a un grupo de maestros de primaria (Lee, 2014). En este trabajo el autor, mediante una actividad evidenció que, los conceptos de aislamiento y la transferencia de calor no podían ser explicados por los académicos evaluados. Además, incurrían en el error de suponer que, un recipiente que permite mantener por un prolongado espacio de tiempo el agua caliente, no serviría también para mantener por un tiempo considerable el agua fría. Posteriormente, mediante la aplicación de un modelo en el que se recurre al uso de analogías con situaciones cotidianas, logró notar una significativa mejoría en la comprensión de los conceptos.

Por su parte, Ugur, Dilber, Senpolat & Duzgun (2012), en la investigación titula “The Effects of Analogy on Students' Understanding of Direct Current Circuits and Attitudes towards Physics Lessons”, concluyeron que el uso de las analogías permitió modificar algunas erróneas concepciones en torno a la corriente eléctrica. Aunque en la investigación, se utilizaron dos grupos de estudiantes, uno como control y el otro para ser abordado con situaciones analógicas, no se pretendió probar un modelo en particular, sino solo comprobar las bondades de este recurso.

En un nuevo referente, que permite indagar acerca de los aspectos que se han investigado en torno a las analogías y su uso específico en Ciencias Naturales, corresponde a una llevada a cabo por Oliva y Aragón (2009) que, en su trabajo, “Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico”, toca otro elemento que resalta la importancia del uso de este recurso en la

construcción de modelos, así como de la validación de los ya existentes, que son usados con cierta regularidad en los ámbitos escolares. La modelización misma, se convierte en la prueba contundente que, asegura niveles inferenciales de alto nivel y, en consecuencia, el mejoramiento en los niveles de desempeño de las competencias científicas.

Oliva (2006), de manera individual, también había publicado otra investigación titulada, “Actividades para la enseñanza/ aprendizaje de la química a través de analogías”, En esta investigación destaca, la importancia del papel activo del alumno en el uso de analogías, como recurso de enseñanza de la química, y la influencia del profesor como dinamizador de la construcción de las analogías. El documento propone dos estrategias metodológicas para que se dé el aprendizaje por medio de analogías, la primera: la reelaboración explícita de analogías prefabricadas por los estudiantes y la segunda es enfocar la analogía desde la lectura y no mediante la sola explicación del docente.

Galagovsky y Adúris (2001), también abordan las analogías desde los modelos, su investigación, “Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. (MDA)”, se orienta desde la didáctica de las Ciencias Naturales, específicamente en el modelo del sentido común y el modelo analógico. Sobre la utilización del pensamiento científico en el aula, diferencia el pensamiento de los expertos (docentes) y el pensamiento de los novatos (alumnos), este análisis diferencial de los anteriores modelos, conlleva a examinar conceptos como; representaciones analogías y metáforas. Hacen referencia a las analogías como protagonistas en el desarrollo del conocimiento científico.

Estas investigaciones, hacen hincapié en un sinnúmero de tópicos relacionados tanto con el uso de las analogías, como en el desarrollo de habilidades de inferencia y en la potenciación de competencias científicas. Al respecto, en la revisión de la literatura académica, es común encontrar reflexiones acerca del rol fundamental que deben tener tanto docentes como estudiantes para abordar las analogías como estrategia de aprendizaje.

Vale la pena aclarar que el razonamiento por analogías es más común de lo que se cree, y constantemente se recurre a ellas para comprender un concepto, el funcionamiento de un aparato o el comportamiento de un fenómeno, también se hace evidente cuando tomamos decisiones en asuntos tan comunes como: la preferencia de una marca por encima de otras, simplemente porque en otros momentos, haciendo una analogía, se considera que brindó un beneficio mayor; son razonamientos no deductivos y que carecen del rigor científico. Este tipo de razonamiento obedece a juicios subjetivos que desvirtúan la verdad, y es de orden elemental.

“El razonamiento analógico se basa en la capacidad del cerebro para formar patrones de la asociación. El cerebro puede ser capaz de entender los nuevos conceptos con mayor facilidad si se consideran como parte de un patrón. Si un nuevo concepto en comparación con algo que el cerebro ya sabe, puede que sea más probable que el cerebro almacene la información con más facilidad” (Valenzuela, 2011, pág. 1)

Componente disciplinar

Para los desarrollos dedicados a revisar el aprendizaje de la Física y Química a través de los procesos de razonamiento analógico y consecución de la habilidad para la inferencia que permita la apropiación de competencias científicas en los estudiantes de grado 10° y

11° a nivel de educación media, se escogieron algunas de las leyes, cantidades y conceptos más fundamentales de la Física y la Química, que permiten en la actualidad estructurar el Universo Observable desde lo cosmológico hasta los átomos.

Tomando la estructura general del Universo observable basada en la Materia, la Energía, el Espacio y el Tiempo, tal como se muestra en la figura 1, como las perspectivas epistemológicas desde el Desarrollo del Pensamiento Científico y desde el Biocentrismo, se escogieron algunas temáticas de trabajo.

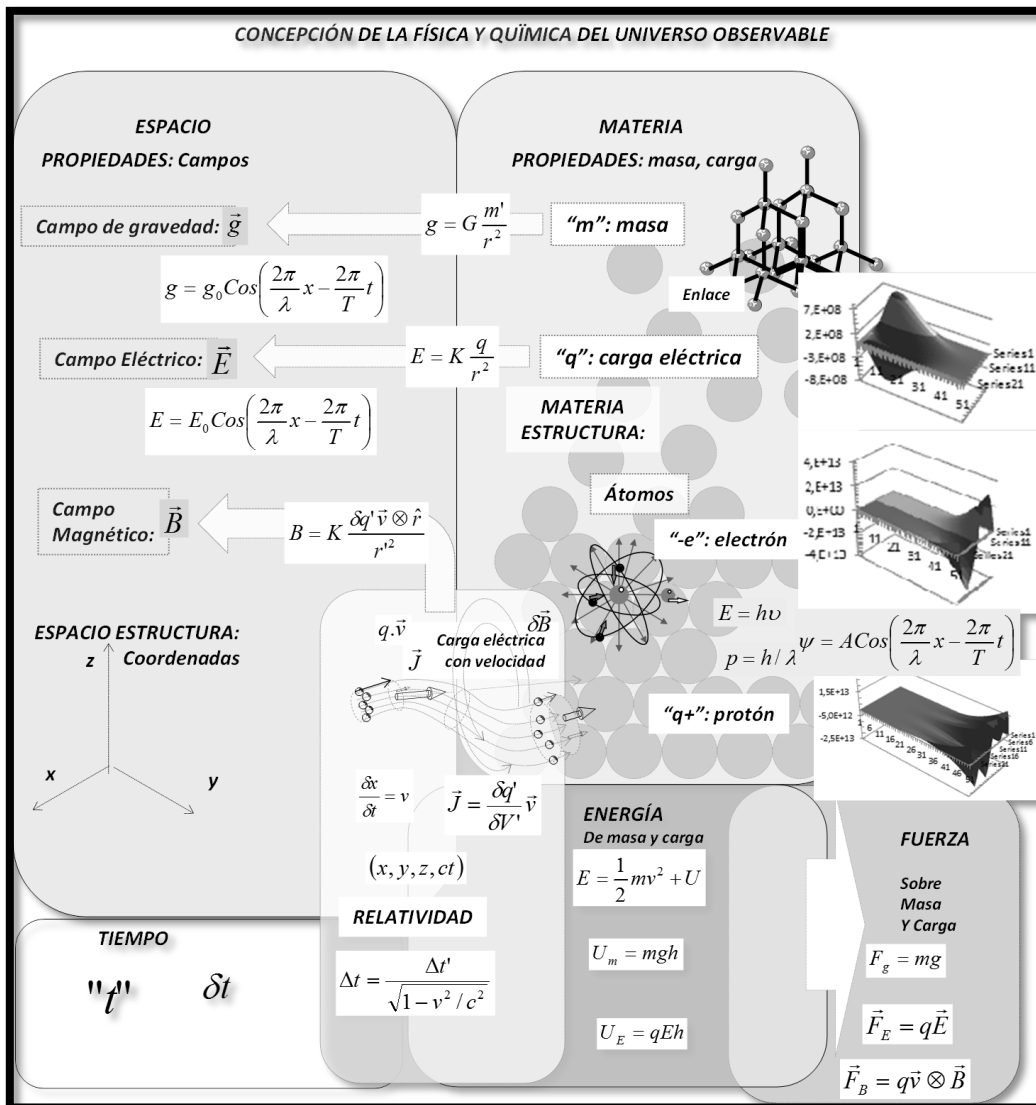


Figura 1. Mapa Conceptual Materia, Espacio, Energía y Tiempo. Fuente: Jiménez, L (2017)

Considerando que a bajas energías y a bajas velocidades en un primer acercamiento: (i) la Materia, que forma parte del Universo tangible, tiene dos propiedades fundamentales que son la masa y la carga eléctrica, y tiene una estructura basada en los átomos, los cuales a su vez están compuestos por electrones, protones y neutrones, (ii) el Espacio, que forma parte del Universo intangible, tiene cuatro propiedades fundamentales el campo gravitatorio, el campo eléctrico, el campo magnético y el campo nuclear, (iii) la Energía, que forma parte del Universo tangible, permite pensar y percibir la interacción entre los cuerpos materiales y la interacción entre el espacio entre la materia y el espacio, (iv) El tiempo, que forma parte del Universo intangible, permite establecer la relación causa y efecto en las interacciones entre cuerpos materiales y la interacción entre la materia y la energía.

A partir de lo anterior se escogieron tres temáticas que forman parte de las características fundamentales de la Materia, el Espacio y la Energía. (i) El carácter Ondulatorio y Corpuscular de la materia a nivel de electrones, por lo cual el "Fenómeno Ondulatorio" se vuelve un concepto y teoría fundamental en la Ciencia y en la Cotidianidad. (ii) El Teorema del Trabajo y la Energía que además de ser una Ley Fundamental permite un Principio de Conservación Fundamental, (iii) El Campo Eléctrico que permite describir y explicar una de las cuatro interacciones fundamentales del Universo observable desde lo Atómico hasta lo Cosmológico.

Atendiendo lo anterior desde el Pensamiento Científico y los fenómenos ligados al eje epistemológico Biocéntrico, se escogieron los siguientes núcleos programáticos de las ciencias naturales:

Campo eléctrico: Si se pretende enseñar el concepto de campo eléctrico lo más natural es pensar definirlo desde el ámbito de la Física, sin embargo este concepto lo podemos hacer multidisciplinar y abarcarlo en otros ámbitos de las ciencias naturales como lo es el de la biología, un ejemplo claro donde este concepto se hace evidente, es al referirnos a los animales marinos que poseen la capacidad de generar electricidad. “Los peces eléctricos fuertes suelen producir daños con las descargas eléctricas, las cuales utilizan para atacar o defenderse. Los peces eléctricos débiles utilizan la electricidad para su comportamiento, como puede ser la orientación, la generación de campos eléctricos” (Rodríguez, 2017), otro ejemplo que nos permite demostrar la aplicabilidad del campo eléctrico en la naturaleza, es el funcionamiento sensorial que utilizan las abejas para buscar su alimento. En un estudio recientemente realizado por Robert (2013), explica como las abejas sienten el campo eléctrico de las flores, “al parecer, para mejorar la memoria asociativa de la abeja con los premios de la flor, como el polen y el néctar”.

Este concepto de campo eléctrico, también tiene su aplicabilidad en el ámbito de la química analítica, para citar un ejemplo, la electroforesis como una técnica usada para la separación de biomoléculas en base a su tamaño cuando se ven sometidas a campos eléctricos, (Benito, 2017)

Para esta investigación, el concepto de campo eléctrico se trabajó a partir de las “propiedades electrostáticas del pegamento que recubre las telarañas, y que permiten que éstas atrapen todas las partículas con carga eléctrica desde polen a sustancias contaminantes e insectos voladores”. (Fritz & Donald, 2013). La telaraña que permite desde lo tangible y desde los procesos biológicos revisar los conceptos de red, de isotropía, de comunicación,

de interacción, como medio para transportar mensajes, cualidades y propiedades que se pueden comparar con las del Campo Eléctrico. Todo lo anterior nos permite demostrar que el campo eléctrico es un concepto vital en la naturaleza.

Energía y calor: Estos dos conceptos aparecen frecuentemente relacionados en las temáticas de biología y química, a continuación se presenta un ejemplo claro donde estos dos conceptos se integran en un proceso metabólico de los seres vivos. En la naturaleza ocurren diferentes procesos con transformaciones energéticas, uno de ellos es el que sucede cuando las plantas toman la energía lumínica producida por el sol y la transforman gracias al proceso de fotosíntesis en energía química que es almacenada en las hojas y frutos. El caso contrario se lleva a cabo en la respiración celular. “Durante el proceso de la Fotosíntesis (proceso endotérmico) se forman compuestos como la glucosa que tiene mucha energía, mientras que, durante la respiración celular (proceso exotérmico), se desdobla la glucosa para desprender energía en forma de calor”. (Zambrano, 2009)

Para esta investigación los conceptos de energía y calor fueron integrados a partir de la reacción de defensa química que posee el escarabajo torpedero. Este insecto posee “una curiosa y efectiva forma de defenderse del ataque de sus depredadores: pulveriza a su atacante con una mezcla caliente de compuestos químicos nocivos”. (Yáñez, 2016)

Como menciona Yáñez, (2016), las reacciones que se presentan en el escarabajo torpedero son lo suficientemente exotérmicas como para hacer hervir el agua producida, además, en otra reacción paralela se produce oxígeno, que con el calor producido se expande y genera la presión necesaria para lanzar todos los productos de la reacción hacia el atacante. Considerando todo lo anterior, el escarabajo torpedero se convierte en un

fenómeno y estructura referente que sirve como base para el razonamiento analógico, de tal manera que permita proyectar su análogo en Sistemas Naturales para comprender otros procesos de transformación de energía y calor en el planeta.

Las ondas mecánicas en el rango audible, ultrasónico y subsónico, que permiten ser estudiados a partir de una descripción y una explicación desde lo más básico de lo tangible, siendo además un de los mecanismos de detección del Universo tangible a través de los cuatro sentidos reconocidos. Esto permite además que se convierta en un fenómeno y estructura referente o base en una comparación durante el razonamiento analógico, que permita proyectar su análogo en Ondas Electromagnéticas y también su análogo en Ondas de De Broglie.

Estructura general de los conceptos y teorías de interés en la Física y la Química para planteamiento de Competencias Científicas a partir de procesos de pensamiento por Razonamiento Analógico y de habilidad de pensamiento para la Inferencia.

Para el planteamiento general del problema se contempla el lugar de los conceptos y Teorías Físicos y Químicos de interés en las áreas de conocimiento reconocidas clasificadas en Física, Química y Biología, ver Figura 2. Además, se contempla en un primer acercamiento el lugar del Razonamiento Analógico, las Analogías y de la Inferencia en los posibles procesos de pensamiento para el desarrollo de las Competencias Científicas.

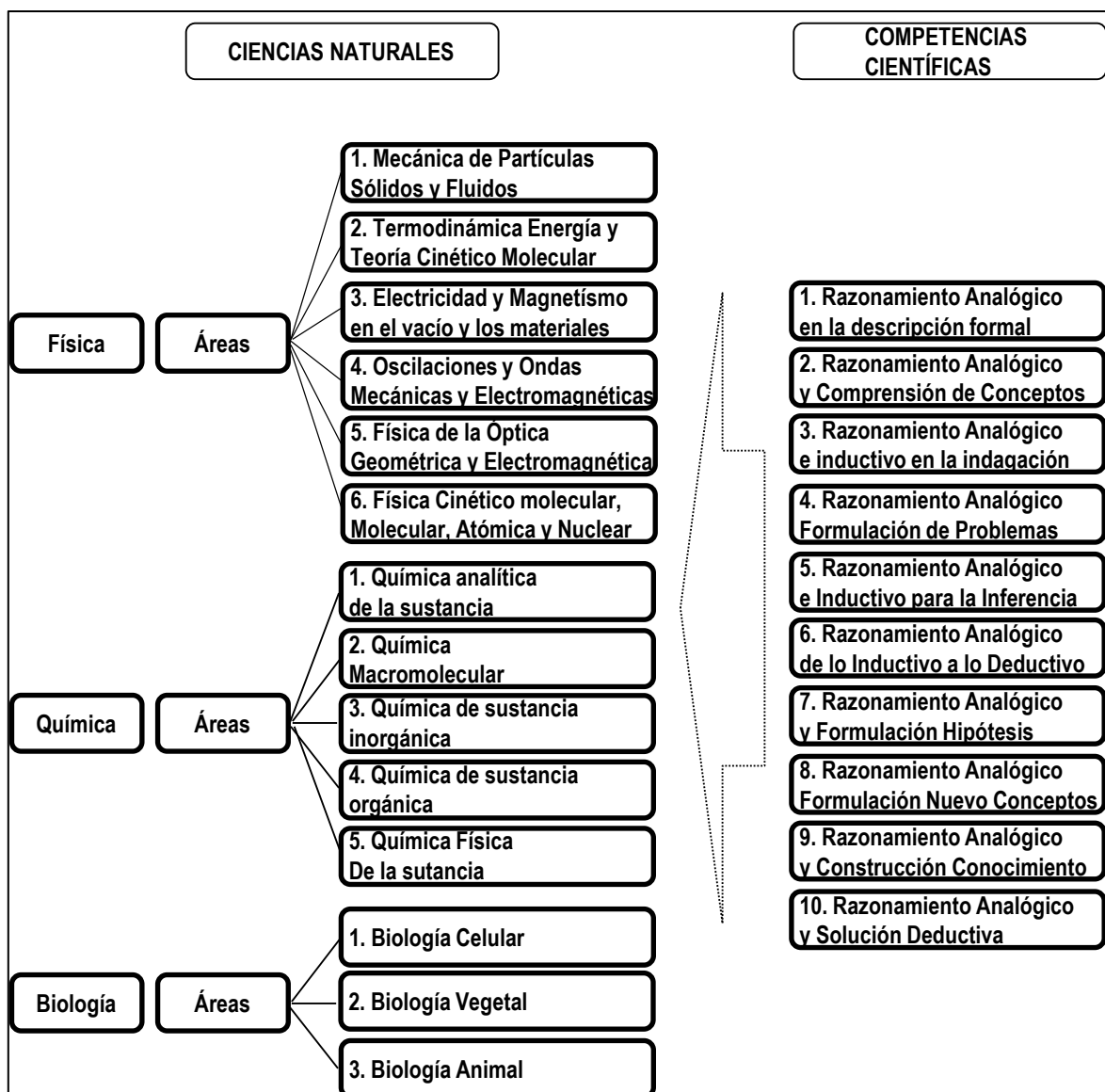


Figura 2. Estructura general de los conceptos y teorías científicas a partir del razonamiento analógico. Fuente: Jiménez, L (2017)

De acuerdo a lo anterior, en el marco disciplinar de las Ciencias, los problemas arriba seleccionados se contemplan en el estudio de la Física Mecánica, la Termodinámica y Teoría Cinético Molecular, las Oscilaciones y las Ondas, la Electricidad y el Magnetismo, la Química Analítica, la Química Inorgánica, la Química Orgánica, la Biología Celular, la Biología Vegetal. En el marco de los procesos y habilidades de pensamiento, los conceptos Físicos y Químicos de interés se presentan a través del Razonamiento Analógico y la

Inferencia. Para esto se desplaza el Razonamiento Analógico (RA) en Ciclos de Pensamiento que alcanzan diferentes Niveles de Comprensión y de Competencia, como se muestra en la Figura 2 (i) a nivel de descripción formal, (ii) para llegar al nivel de la comprensión de conceptos y teorías existentes, (iii) para subir a la indagación con razonamiento inductivo (iv) a través de la formulación de preguntas y problemas claves para enfocar objetivo de interés, (v) así desplazarse a través de la inferencia sobre el razonamiento inductivo, (vi) y pasar del estado de razonamiento inductivo al razonamiento deductivo (vii) para con esto llegar a un alto nivel de formulación de Hipótesis, (viii) y con esto formulación de Nuevos Conceptos, (ix) lo que lleva a Construcción de Conocimiento, y así solucionar los problemas a partir de una Concepción Teórica de la Física y/o la Química sobre el Razonamiento Deductivo.

El razonamiento Analógico

El razonamiento analógico está íntimamente ligado a la indagación puesto que parte de la intuición y a través de los preconceptos y mediante un proceso inductivo se establecen relaciones con otros elementos y saberes. La creación de modelos, redes y la detección de elementos comunes en dos o más ambientes van abriendo la posibilidad de facilitar esa comprensión. En las Ciencias Naturales el razonamiento analógico tiene un carácter argumentativo y brota como elemento dinamizador a través de procesos inferenciales en las diferentes actividades cognitivas.

El razonamiento por analogías, exige distintas relaciones que alimentan la habilidad inferencial y que orientan el éxito de este recurso: subordinación, supraordenación, coordinación, parte a todo, todo a parte, causa-efecto, proximidad: entre otros. (CONALEP,

2013). Estas permiten que muchas de las acciones mediadas por el razonamiento analógico reflejen un mejor desempeño; la resolución de problemas, la argumentación, la transferencia de conocimiento, la enseñanza de las ciencias, el pensamiento creativo, la categorización de objetos, la comprensión de principios científicos y la transferencia de patrones. En la Figura 3 se muestran otros autores que definen el razonamiento analógico, su característica no lineal, la relación entre dominios que comparten estructuras similares y la transferencia de conocimientos.

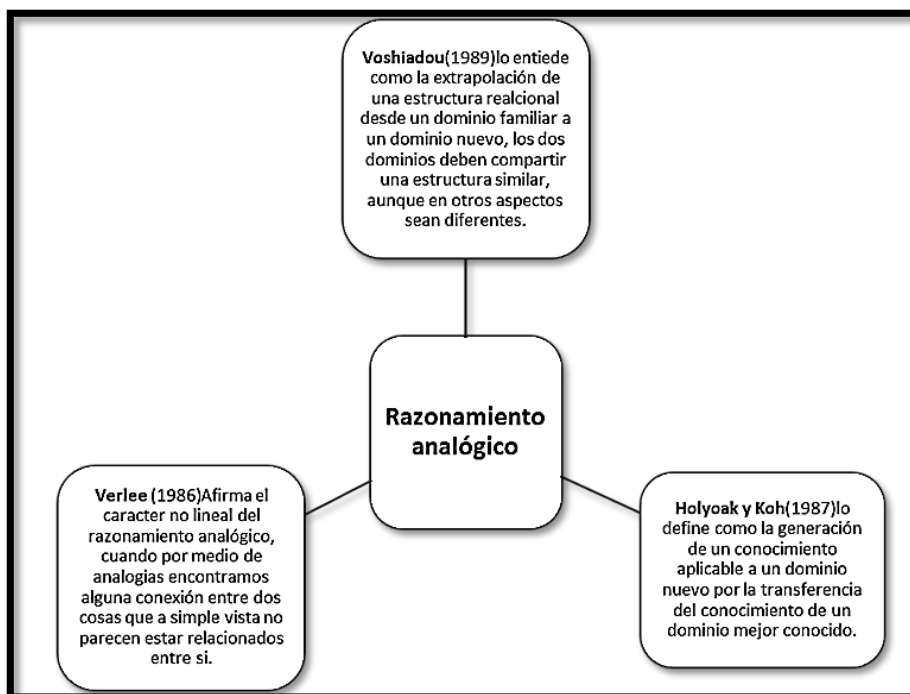


Figura 3. Definición de Razonamiento Analógico. Fuente: Construcción propia

Concepto y estructura de la analogía. La complejidad y abstracción de los conceptos trabajados especialmente en las asignaturas de química y física, ha dificultado altamente la comprensión de las ciencias naturales, lo que ha permitido que se desarrollen diferentes estrategias de aprendizaje. El uso de las analogías para el estudio de las ciencias es una herramienta valiosa ya que permite que el estudiante relacione el concepto abstracto

(Blanco) con otro conocido (análogo) que le ayudará a comprender mejor los conceptos complejos. En palabras de David Paul Ausubel “El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente”

Lawson (citado por Gallarreta 2005) menciona que las analogías son representaciones utilizadas por cualquier persona con el objetivo de comprender una información nueva y, por lo general, se constituyen en una manera de establecer o hacer corresponder los elementos de una nueva idea, con los elementos de otra que se encuentra almacenada en la memoria. Para esta investigación, se concibe “analogía” como:

“comparaciones entre dominios de conocimiento que superficialmente no se parecen entre sí, uno más conocido, llamado “fuente” o “análogo” y otro menos conocido, denominado “blanco”, “concepto” A través de lo que se conoce sobre la fuente, se pretende obtener información sobre el blanco, o hacerlo comprensible para quien no lo conoce”. (Gallarreta, 2005, pág. 2)

En función de las operaciones de pensamiento involucradas, es válido considerar también:

“Si el razonamiento analógico se concibe como la transferencia de parte del conocimiento de un dominio ya conocido, a un dominio nuevo; entonces implica por lo menos dos procesos diferenciales: 1. el proceso encargado de recuperar el análogo, y 2. el proceso encargado de la aplicación de esa información relevante. La correspondencia que se establece entre el dominio base y el dominio meta se denomina extrapolación y consiste en transferir el dominio fuente al dominio objetivo”. (Martínez, 2012, pág. 244)

Existen diferentes propuestas relacionadas con la utilización didáctica de analogías en las clases de ciencias. Una de tales propuestas se denomina “enseñanza con analogías” (Teaching-with-Analogies Model) (Glynn, 1991; Glynn y Takahashi, 1998). Los resultados de esta propuesta determinaron seis operaciones que idealmente conducen a una correcta

enseñanza basado en analogías. El primer paso es introducir el concepto o blanco a los estudiantes, luego se les presenta el concepto análogo, posteriormente se les solicita que identifiquen características relevantes entre el concepto blanco y el análogo, y a su vez que se establezcan las características semejantes y finalmente se extraen las conclusiones.

(Gallarreta, 2005, pág. 3)

Clases de Analogías. Existen distintas clases de analogías que se pueden trabajar en ciencias naturales dependiendo del contenido, como son las analogías simples y complejas, la siguiente categorización es tomada de la clasificación elaborada por Frigo Ferraz y Terrazzan, (2001) citado en Gallarreta, (2005)

Analogías simples. Estas comparan una estructura del blanco con otra del análogo; se pueden identificar cuatro clases:

Las Analogías simples. Referidas a una función: son aquellas donde se contrasta una característica funcional del blanco y luego una funcional del análogo o viceversa.

Las Analogías simples referidas a la forma. El concepto blanco y el análogo presentan la misma apariencia física general.

Las Analogías simples referidas a función y forma. Esta analogía debe expresar las características de los dos tipos de analogías anteriores y por último,

Las Analogías simples refiriéndose a los límites del análogo: En esta clase de analogía se presenta el concepto blanco y se indica donde no hay correspondencia con el análogo.

Analogías complejas. En esta categoría encontramos analogías enriquecidas: son aquellas que hacen referencia explícita de algún atributo del concepto blanco o su análogo

Analogías dobles o triples: son analogías que exponen dos o tres conceptos complementarios mediante dos o tres analogías, cada una respondiendo a un concepto

Analogías múltiples. Que presentan un solo concepto, mediante la implementación de varias analogías, y finalmente,

Las Analogías extendidas. Hace que distintos atributos del concepto blanco sean explicados y se destaquen correspondencias con el análogo, estas analogías pueden contener las limitaciones de la relación analógica y además puede contener más de un concepto análogo.

Habilidad inferencial. Las actividades racionales del intelecto y la imaginación son responsables del desarrollo del pensamiento, este se puede incrementar a partir de la práctica de diferentes habilidades, con las cuales pueda resolver diversos problemas. Existen diferentes tipos de pensamiento como el pensamiento literal, pensamiento crítico y el pensamiento inferencial. El pensamiento inferencial reconoce: “La inferencia como la herramienta que permite la utilización de información con la cual contamos para la elaboración de nueva información, a través de procesos analíticos.” (Pérez J, 2014)

Escandell afirma que:

La inferencia es el proceso que nos hace aceptar como verdadero un supuesto sobre la base de la verdad de otro supuesto. Es decir, la inferencia crea un supuesto a partir de otro o lo relaciona. Un supuesto es cada uno de los pensamientos que un individuo tiene catalogados como representaciones del mundo real y que acepta como verdaderas. (pág. 42)

En sus investigaciones Bruner (Citado por Escudero, 2010) ya identificaba la mente humana con una "máquina de inferencias" al referirse a su destreza para activar el

conocimiento ya almacenado y utilizarlo para organizar e interpretar la nueva información entrante, a través de complejas relaciones abstractas no provenientes de los estímulos. El pensamiento inferencial es un proceso importante en la comprensión y sugiere un alto nivel de desarrollo de la cognición humana como lo evidencia Melendres (2011) en la figura 04.



Figura 04. Niveles de complejidad del pensamiento.

Fuente: (Melendres, 2011)

Los procesos de comunicación humana involucran el desarrollo de una serie de habilidades cognitivas que permiten seleccionar, organiza e interpreta la información proveniente del entorno a través de los sentidos, e inferir nuevos conceptos a partir de otros ya adquiridos. En palabras de DiVesta, F.J. (1989)

Si queremos aprender una información, es necesario que llevemos a cabo procesos de alto nivel como, por ejemplo, la elaboración de inferencias o el establecimiento de relaciones entre la información que tenemos almacenada y la que recibimos ya que, de lo contrario, no habrá un aprendizaje significativo. (pág. 42)

Para esta investigación se entiende el concepto de Inferencia como la capacidad que poseen los sujetos para comprender, predecir e identificar mensajes implícitos dentro de un contexto científico.

Competencias científicas.

Al Profundizar en las habilidades del pensamiento científico hacemos referencia a: observar, medir, clasificar, comunicar, Inferir, Interpretar, explicar, usar relaciones espacio/tiempo, hacer predicciones, controlar variables, Interpretar datos, formular hipótesis y experimentar; todas estas habilidades se deben dar en forma progresiva a través del desarrollo de procesos cognitivos y actitudinales de los educandos, fortaleciéndolos para enfrentar los diferentes desafíos investigativos que se le presentan en la vida. “Pensar científicamente significa no tomar las cosas tal cual ellas se nos presentan, sino que consiste en formular interrogantes y en darle contestaciones sagaces y pertinentes hasta conseguir atravesar la embrollada forma de la experimentación” (Ruiz, 1999, pág. 123).

Para el desarrollo de las competencias científicas en niños y jóvenes, se necesitan maestros que dominen los conceptos científicos y profundicen en el conocimiento de la ciencia. Según Lewis (citado en Ruiz, 1999) Lo que hace que el razonamiento sea científico es, en primer lugar, el método de observación, el experimento y el análisis, y, después, la construcción de hipótesis y la subsiguiente comparación de estas. Lewis (1969) afirma: “este procedimiento no solo es válido para las ciencias físicas, sino que es perfectamente aplicable a todos los campos del saber” (pág. 34-35).

Las competencias científicas, deben abordarse desde dos niveles muy bien diferenciados: en las competencias que debe adquirir una persona para hacer ciencia y las que debería tener cualquier persona sin importar la tarea social que desarrolle. Como lo menciona Hernández, (2005)

El ciudadano de hoy requiere una formación básica en ciencias si aspira a comprender su entorno y a participar en las decisiones sociales. La enseñanza de las ciencias es parte esencial de la formación de ese ciudadano. Se trata de desarrollar en la escuela las competencias necesarias para la formación de un modo de relación con las ciencias (y con el mundo a través de las ciencias) coherentes con una idea de ciudadano en el mundo de hoy. (pág. 2)

En la Figura 5, además de los componentes que estructuran las disciplinas científicas, se muestran las competencias a las que apunta de manera particular el proyecto educativo nacional.

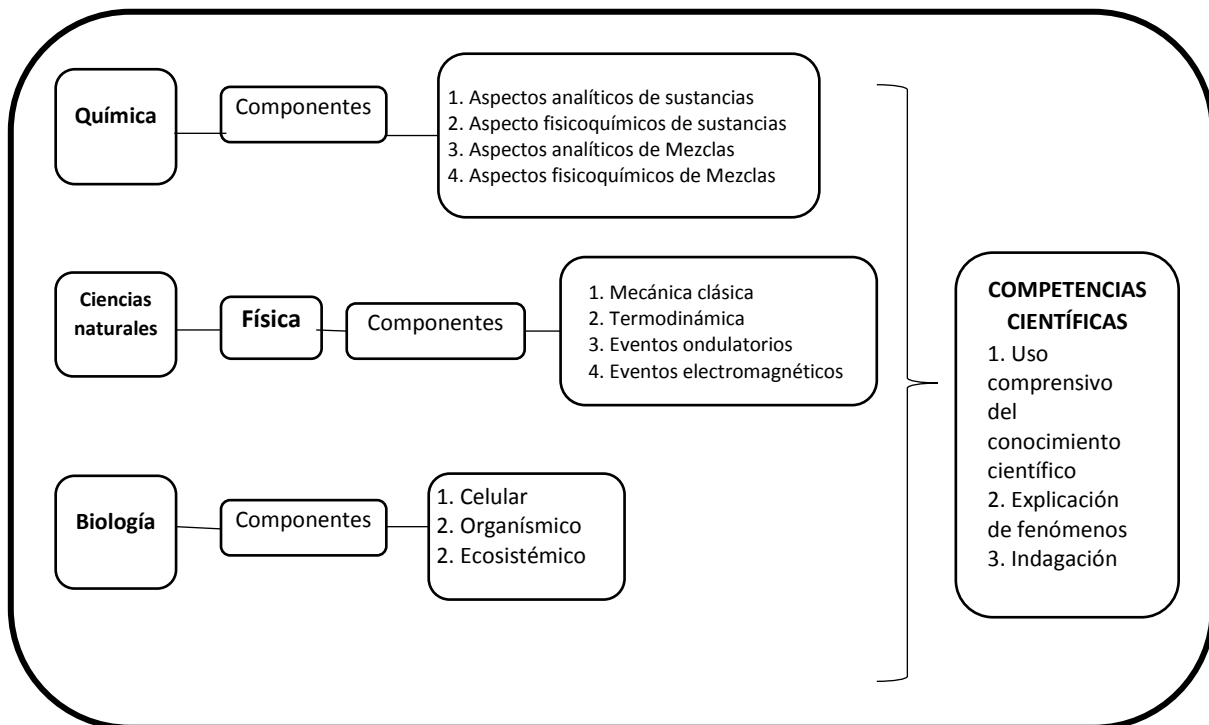


Figura 5. Componentes de la prueba Saber para las Competencias específicas de Ciencias Naturales en Física, Química y Biología. Fuente: Construcción propia.

Capítulo 4. Metodología

Componente epistemológico

Las disciplinas científicas tienen injerencia directa en las respuestas posibles respecto al surgimiento de la vida; desde sus inicios, grandes pensadores hicieron aportes para esclarecer este interrogante y las nutrieron de argumentos que cobran validez hasta llevarlas a la categoría de teorías. Este esfuerzo ha requerido de ciertas articulaciones entre saberes, comunicación, pluralidad de opiniones, análisis e interpretación, reconocimiento y un mejoramiento constante.

La Teoría Biocéntrica recoge estas características y las postula como sus pilares básicos que, fundamentan desde el punto de vista epistemológico cualquier acción que conlleve a la preservación de la vida. La escuela como escenario de formación, debe promover desde todas las disciplinas y espacios, un pensamiento que apunte a tan noble causa. Este propósito no solo debe basarse en la premisa Biocéntrica que ubica la vida como lo fundamental a preservar, y que propone que el universo solo existe y evolucionó con un solo fin y es que la vida existiera, tal y como se nos presenta hoy; también es un llamado al respeto por el otro en todas sus dimensiones y a la comprensión de nuestro entorno, de manera particular para los objetivos del proyecto, la comprensión de fenómenos Naturales.

Basados en la idea previa de los paradigmas, la hermenéutica y la Begriffsgeschichte², podrá comprenderse cómo se llega a que en la actualidad al biocentrismo como una forma de retomar una conciencia holística e histórica del valor natural de la vida. Un volver la mirada a la historia y a la conciencia histórica para saber cómo, en la experiencia humana,

² Begriffsgeschichte "historia de los conceptos" de Reinhart Koselleck. La intención básica de la Begriffsgeschichte reside en averiguar la experiencia del pasado contenida en los testimonios lingüísticos, es decir, en averiguar en las fuentes la articulación lingüística de los elementos básicos de la experiencia.

las anteriores antinomias han sido resueltas para que la gente pueda de hecho vivir. En este sentido, por lo tanto, la conciencia histórica interpreta las cuestiones ontológicas que no pueden realmente ser preguntadas, a la vez que abre un espacio para la ética y la reflexión transdisciplinar. (Schmidt, 2016, p. 48-49).

Se entiende entonces que la vida no es un proceso fortuito, sino al contrario, la vida y su evolución es la que da origen al universo. De esta manera, para el Biocentrismo, la vida adquiere un papel principal, siendo este el punto de partida para conectar de manera comprometida y responsable a sus habitantes, con el cuidado de la vida en el planeta, y de esa manera aprender, crecer y desarrollarse en un entorno natural. “La educación Biocéntrica es una concepción profundizadora de lo que han plantado los grandes pensadores de la educación en occidente, tales como Montessori, Steiner, Pestalozzi, Piaget, Fraire y otros.” (Ossandon P, 2016, pág. 3)

La Educación Biocéntrica propone el cultivo de dos grandes ámbitos de aprendizaje: según Di Lembo (2009) “El primer ámbito es el aprendizaje intelectual, de habilidades y conocimientos que desarrollen el pensamiento conceptual, el segundo ámbito es el crecimiento personal que permita la expresión de la identidad y la integración afectiva” (pág. 6).

Es por lo anterior que, para la presente investigación se adopta como eje epistemológico el Biocentrismo, entendido como una nueva forma de aprender sobre el mundo en el que vivimos, proponiendo una mirada reflexiva de la educación, de forma que se ayude a las personas a convivir mejor, teniendo como punto de partida, el respeto por la vida y por el planeta y aplicando como herramienta de aprendizaje el pensamiento analógico para el desarrollo de habilidades científicas.

Schmidt (2016), plantea que:

El Biocentrismo tiene entre sus propósitos el que se puede considerar como el horizonte hacia el cual se pueden dirigir las prácticas pedagógicas, puesto que, está sustentado en un elemento que desde hace varias décadas viene preocupando al hombre, la sustentación de la vida. (pág. 30)

Por esta misma razón, además de aportar al carácter científico que desde la dinámica del proceso enseñanza aprendizaje se aborda en la investigación, contribuye a la formación de entornos escolares con sujetos reflexivos y con actitudes de respeto por todo ser vivo y cada elemento de su entorno. Estas mismas condiciones deben aportar a mejores ambientes de aprendizaje y la posibilidad de indagar en nuevos problemas que mejoren las acciones en el proceso de enseñanza.

Enfoque Cualitativo de la investigación

En el proyecto de investigación el objeto fundamental de estudio es la práctica educativa, que incluye tanto comportamientos observables, como los significados e interpretaciones que dicha práctica lleva asociada para quienes la realizan. De esta manera se hace necesario la implementación de un enfoque de investigación cualitativo que se refuerza a su vez con una descripción cuantitativa. Como lo menciona Flick (2007) es muy común establecer combinaciones entre enfoque cualitativo y cuantitativo en un mismo proyecto de investigación (pág. 269). Esta investigación principalmente se elaboró desde el método cualitativo (comprensión de conceptos, relación de variables, análisis de expresiones matemáticas, etc.), y se complementa con un componente cuantitativo (niveles de competencia, número de estudiantes que mejoran, reprobación, resultados, etc.) Estos dos tipos de métodos ayudan a validar mutuamente los resultados de la investigación

aplicándolos de manera independientemente dentro del mismo estudio, para tener un conocimiento más completo de la realidad al interior del aula de clase (Flick, 2007).

Como lo menciona Cisterna, 2005 “la investigación cualitativa implica un diseño que se articula en un conjunto de capítulos o secciones que en su totalidad deben dar cuenta de modo coherente, secuencial e integrador, de todo el proceso investigativo”. (pág. 62)

El pretender que el impacto de la práctica pedagógica se vea reflejado en un mejoramiento en el desempeño de las competencias científicas, se asume que, una categoría distintiva de estos procesos, es la comprensión de saberes; lo que implica que la esencia del enfoque de investigación es a su vez Hermenéutico. En este trabajo, se evidencia que, en la búsqueda de la comprensión, se establecen relaciones directas entre los rasgos, los atributos y características de las variables y el significado que se busca para un concepto, (Ochoa, 2013).

Por el acercamiento necesario a la población de estudio, el proyecto está enmarcado en un tipo de investigación de campo, mediado por un análisis descriptivo, que pueda evidenciar causas y efectos de diversos comportamientos en el aprendizaje de las ciencias naturales, puesto que en cada una de las dos instituciones se toma un grupo de grado 11° de aproximadamente 35 estudiantes, uno de ellos como grupo de Objetivo y el otro como grupo control, a los que se les aplican algunos instrumentos que permitan diagnosticar los grados de inferencia y la capacidad de usar analogías para reforzar un concepto y en consecuencia, evidenciar niveles de desempeño en las competencias científicas. Los instrumentos aplicados están diseñados de manera tal, que los elementos para la

construcción de las analogías están sometidos a estrategias didácticas y metodológicas diferentes, para posteriormente establecer parámetros de comparación.

En el análisis de estos resultados, se aclararán las relaciones entre las categorías propuestas, de igual manera se posibilitan nuevas relaciones que fundamenten otras investigaciones. También es importante que quede expuesta tangiblemente, la habilidad inferencial desde varias dimensiones (como resultado de la enseñanza y como resultado del aprendizaje) y su aplicación desde la implementación del modelo analógico.

Métodos de Recolección de Datos

Considerando que la presente investigación trabaja con una metodología de tipo cualitativo, Pero es de destacarse que también se levantan datos estadísticos para dar mayor validez, confiabilidad y pertinencia a la calidad de la presente investigación, los instrumentos que apuntan a examinar esto dos enfoques son:

- **Pre-test.** Caracterización de las instituciones educativas Pre-test
- **Encuesta:** de percepción de los estudiantes de las asignaturas de Física y Química
- **Secuencias Didácticas:** Estrategias de enseñanza
- **Post-test:** Comparación de resultados

La técnica para la recolección de datos se basó esencialmente en un pre- test que es “un proceso de ensayo en la aplicación de la técnica seleccionada para la recolección de datos y la administración respectiva de la información” (Chavez de paz, (sf), pág. 19) este se llevó a cabo antes de la aplicación definitiva de la técnica de intervención que para este caso fueron las secuencias didácticas, y un Post- test aplicado al finalizar la intervención, estos

dos instrumentos permiten caracterizar la práctica docente y el conocimiento que tienen los estudiantes frente al tema de Analogías en las asignaturas de ciencias naturales, de igual manera, permite analizar el impacto de la intervención didáctica, antes y después la aplicación de las secuencias.

Para establecer los parámetros de comparación se implementan secuencias didácticas, entendidas como lo menciona Díaz-Barriga, (2013) donde explica que las secuencias constituyen una serie de actividades de aprendizaje que realizan los estudiantes con la finalidad de crear situaciones que les permitan desarrollar un aprendizaje significativo, trabajada desde sus saberes previos. Estas secuencias permiten examinar el desempeño de los estudiantes, en función del tipo de información que se les aporta, a su vez proporcionan evidencias sobre la interiorización de los conceptos abstractos y la producción de nuevas analogías, finalmente permitirá contrastar todo lo anterior con los resultados de aprendizaje esperado.

En un primer momento de la secuencia didáctica se explora los conocimientos que los estudiantes tienen de un tema particular conocido por ellos, que en la medida de lo posible se relaciona con un entorno vivo (un insecto, una planta, un ecosistema, etc.), y que servirá para que los estudiantes realicen representaciones analógicas con el nuevo concepto a comprender (conocimiento blanco). En este momento se proponen diferentes estrategias que permiten el desarrollo de la habilidad inferencial y el aprendizaje científico basado en analogías.

Luego, en el segundo momento de la secuencia se presentan las bases científicas del nuevo concepto o conocimiento blanco, que proporciona las herramientas necesarias para

que el estudiante articule los conocimientos previos trabajados en el primer momento con el nuevo referente teórico. En este momento de la secuencia se puede evidenciar diferentes grados de inferencia y relacionar por medio de analogías las condiciones similares aplicadas en otros contextos o asignaturas del área de ciencias naturales.

Finalmente, en la secuencia didáctica que se aplica al grupo, incluye un texto, imagen o video, que explica un comportamiento especial de un ser vivo visto desde el enfoque Biocéntrico, donde sus orientaciones están relacionadas con un alto grado en el manejo de la habilidad inferencial, identificación y realización de nuevas analogías en otros contextos donde los conocimientos asociados guarden una estrecha relación análoga con los de la situación expuesta en el momento anterior.

Población participante

Este trabajo de investigación se llevó a cabo simultáneamente en dos instituciones educativas distritales, en el Colegio Manuel Cepeda Vargas (localidad de Kennedy), donde 27 estudiantes de esta institución se establecieron como grupo control del proyecto de investigación y 33 estudiantes del Colegio Delia Zapata Olivella (localidad de suba) participaron en el grupo objetivo. Cada grupo de estudiantes está en un rango de edad entre 15 y 18 años. El muestreo de esta población fue elegido de forma causal. El nivel socioeconómico de esta población se encuentra en los estratos 1 y 2 y con niveles de desempeño básicos en la prueba de Ciencias Naturales, en la que se evalúan Física, Química, Biología y un cuarto componente denominado ciencia Tecnología y Sociedad. Estos resultados se ven en Tabla 1 y 2. (ICFES, 2016)

Fases de la Investigación

Esta investigación se estructura en cinco fases principalmente:

Elección de las temáticas: Más allá de fenómenos naturales de alta complejidad, se ha dado prioridad a temáticas que permitan una integración de las disciplinas de las ciencias Naturales, de manera que, los procesos inferenciales tengan un nivel superior al que en condiciones normales son exigidas para lograr la comprensión de un fenómeno abordado de forma unidimensional.

Las temáticas también deben procurar responder a las exigencias del componente epistemológico, que incida directa o indirectamente en la preservación de la vida o con las cuales se logre desarrollar una actitud reflexiva respecto a la problemática que derive del ejercicio disciplinar.

Selección de las analogías: Con la firme intención de potenciar la habilidad inferencial y que, sea el pensamiento analógico lo que contribuya a que el desempeño en las competencias científicas tenga mejor nivel, se someten a discusión algunas situaciones que apunten al alcance de los objetivos de la investigación. Se procura que, las temáticas permitan el uso de analogías con estructuras y funciones similares, con las cuales se simplifique la comprensión de algunos conceptos científicos asociados desde una perspectiva integradora de las Ciencias Naturales.

Aplicación Del Pre-Test: Es en esta etapa que se obtienen los valores de referencia para comparar los resultados de la aplicación de los instrumentos posteriores. Esta fase permitió plantear algunas hipótesis relacionadas con el impacto y la consolidación de conocimientos de orden científico.

Aplicación de las secuencias didácticas y observación inferencial: La aplicación de instrumentos didácticos con referentes teóricos de las ciencias naturales, permitieron establecer las diferentes categorías de análisis, la efectividad en la apropiación de conocimientos científicos, el nivel de desarrollo de habilidades inferenciales y la creación de nuevas analogías por parte de los participantes del grupo de objetivo. A su vez cada secuencia didáctica contó con un protocolo de observación que sirvió para extraer elementos relevantes de la propuesta de investigación.

Evaluación y Aplicación Post-Test: Después del proceso de investigación en el que se apostó por el uso de analogías como estrategia para desarrollar la habilidad inferencial, se aplicó un Post-test, que permitió contrastar las observaciones obtenidas en el pre test y los resultados de las secuencias didácticas y de esa manera tener elementos concluyentes sobre el desempeño de las competencias científicas. Ver Figura 6. Proceso metodológico de la investigación.

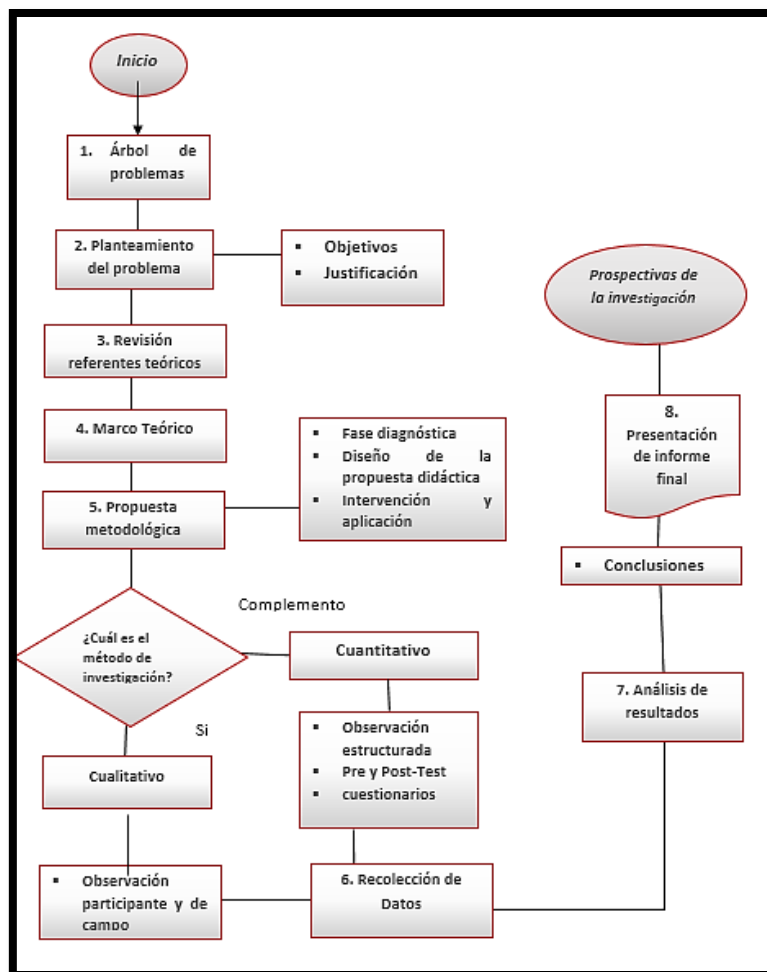


Figura 6. Proceso metodológico de la investigación.

Fuente: Creación propia

Sistematización y Presentación de Resultados

Luego de recolectar la información proveniente de los instrumentos de medición como el pre test, secuencias didácticas y post test, anteriormente descritos, se realiza la consolidación de los resultados para su respectivo análisis a partir de una matriz diseñada para ese objetivo.

De esta manera se establecen diferentes niveles de análisis producto de las inferencias realizadas con la información arrojada por los instrumentos de medición, la categorización derivada de la pregunta problema y los objetivos planeados.

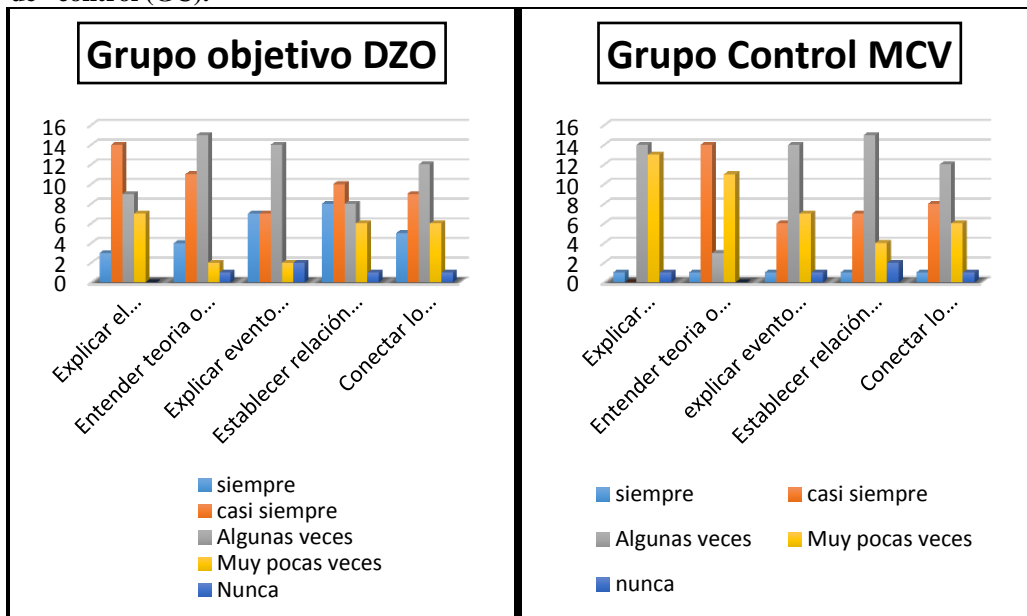
Estos tópicos surgen dentro de la investigación a partir de la formulación de los llamados “objetivos”, tanto de aquellos de tipo general, que son una inversión de las preguntas de investigación en términos de finalidades, como de aquellos denominados como “específicos”, que desglosan y operacionalizan los primeros. Expresado en términos concretos, estos tópicos se materializan en el diseño de investigación por medio de las llamadas “categorías apriorísticas” (Cisterna, 2005, pág. 65)

Pre test: En primer lugar, se aplicó un pre test (ver anexo 1), tanto al grupo de control (estudiantes de grado 11° del Colegio Manuel Cepeda Vargas), como al grupo objetivo (estudiantes de grado 11° del Colegio Delia Zapata Olivella). El pre-test tuvo como objetivo en la primera parte verificar que tan frecuente los estudiantes utilizan las analogías en su contexto cotidiano y en la segunda parte el objetivo fue identificar el nivel de desempeño de la habilidad inferencial mediante el reconocimiento de analogías en diferentes afirmaciones relacionadas con las asignaturas de ciencias naturales.

En la primera parte de este instrumento se evidenció algunas diferencias entre las percepciones que tienen los estudiantes acerca de lo frecuente que resulta el uso de las analogías. Mientras que, para el grupo de control, su uso está concentrado en entender una teoría o concepto científico, para el grupo objetivo, es explicar el funcionamiento de un electrodoméstico. Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3.

Resultados Pre test, ítems 1-5. Qué tan frecuente usas analogía Grupo objetivo (GO) vs Grupo de control (GC).

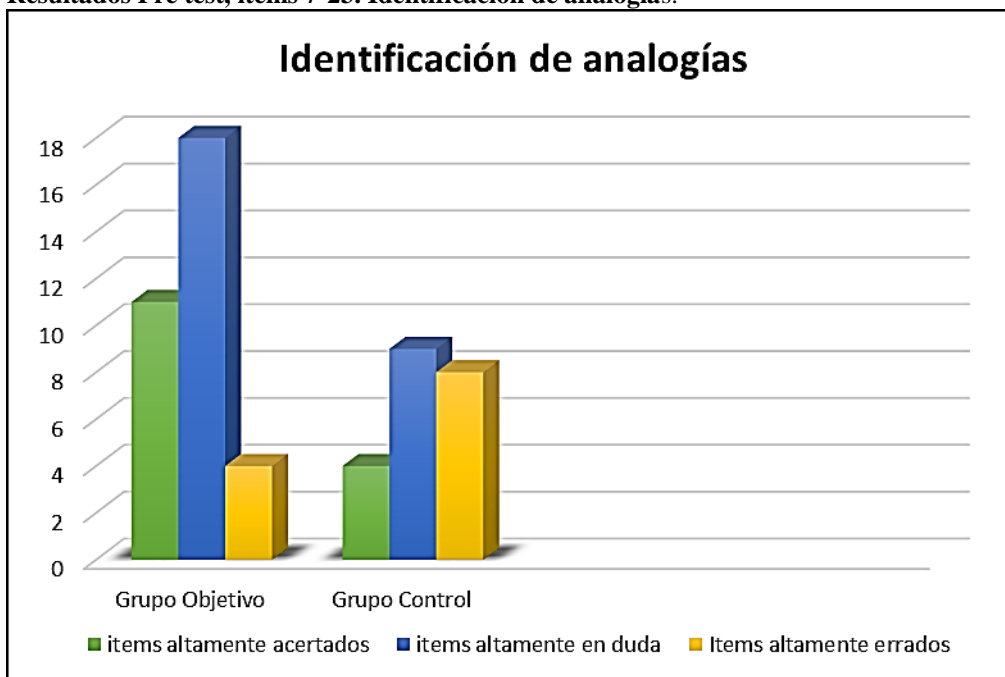


Fuente: Construcción Propia

En las preguntas abiertas (6A -que indagan acerca de ¿Qué se podría comprender utilizando una analogía? Y 6B ¿ha podido crear o detectar una analogía?), el aporte de los estudiantes de ambos grupos fue mínimo.

Como segundo elemento de análisis, en el pre-test se escogieron 17 afirmaciones relacionadas con las asignaturas de ciencias naturales, de las cuales solo 13 hacían referencia a temáticas que se pueden abordar mediante el uso de analogías, y las 4 restantes eran solo afirmaciones generales de las ciencias. De las afirmaciones relacionadas con Analogías, se escogieron 4 que son de uso frecuente en la literatura de las ciencias naturales. Los resultados del pre test grupo objetivo y grupo control se muestran en la tabla 4 y los resultados esperados del pre test se muestran en el anexo 2.

Tabla 4

Resultados Pre test, ítems 7-23. Identificación de analogías.

Nota: Grupo objetivo (GO) vs Grupo de control (GC). Fuente: Construcción propia.

Se observa que dentro de los ítems altamente acertados el 8, 16, 17,19 obtuvieron un alto grado de acierto en ambos grupos de investigación, debido a que estos ítems hacen referencia a analogías conocidas y trabajadas en clase por los docentes, como lo menciona Laborde (2016) "las analogías las utilizan los profesores como recurso didáctico en sus clases dado que constituyen una ayuda para el desarrollo de destrezas de razonamiento científico, para la asimilación de conceptos teóricos e incluso para la comprensión de la naturaleza" (pág. 1), de igual manera hacen parte de las analogías usadas comúnmente en la literatura de las ciencias.

Se presenta también un gran porcentaje de estudiantes que no identifican con seguridad las afirmaciones que reflejan analogías, este se hace más visible en el grupo objetivo donde todos los ítems evaluados presentaron un alto porcentaje de estudiantes en duda al evidenciar si se estaba haciendo referencia en la afirmación a una analogía o no.

Muy pocos estudiantes dieron una respuesta errada a las afirmaciones en el grupo objetivo, este valor nos permite deducir que si bien los estudiantes presentan duda al momento de identificar las afirmaciones que contiene analogías, se evidencia más claridad en afirmar las que no tienen relación analógica. “En consecuencia, las distinciones entre el concepto blanco, el concepto análogo, los ejemplos del concepto y las características del mismo se confunden en la mente de los alumnos” (Gallarreta, 2005, pág. 2). Este resultado nos permite evidenciar el escaso uso del razonamiento analógico en ambos grupos de estudio.

Secuencias didácticas: Como parte de la intervención en el grupo objetivo, se desarrollaron tres secuencias didácticas de diversas temáticas, pertinentes al grado escolar escogido para esta investigación. Cada secuencia se implementó en tres momentos específicos; uno de diagnóstico, otro con presentación de conceptos científicos (concepto blanco), la tercera enfocada al uso y creación de analogías, desde una perspectiva Biocéntrica.

Secuencia didáctica 1. “Las ondas: para ver y oír el entorno”: Para este instrumento, (ver anexo 3), en el primer momento se indagó a los estudiantes por los elementos que, desde la Biología, Química y la Física, podían asociar al fenómeno de las ondas. Se esperaba que los estudiantes nombraran algunos seres vivos que las usan para comunicarse, para reconocer su entorno o para ubicarse geográficamente; también que se nombraran características, clases y elementos de las ondas desde el punto de vista físico o alguna relación con la química. Sin embargo, en la mayoría de los grupos, las respuestas reiteradas fueron: movimiento y sonido. Muy pocos mencionaron animales; algunos, elementos de

tecnología: avión, motor, antena y televisor; también algunas magnitudes físicas como: frecuencia, periodo y velocidad. Ver figura 7



Figura 7. Palabras más frecuentes sobre ondas.
Fuente: Construcción propia

Como parte del mismo, se presentaron diez imágenes con el propósito de que los estudiantes en sus grupos de trabajo colaborativo, determinaran cuáles imágenes se asocian a las ondas desde el punto de vista de la ciencia, mencionaran los criterios utilizados para la escogencia y, por último, realizaran un mapa conceptual. Esta última tarea se convierte en una evidencia primaria de que se está logrando un aprendizaje significativo (Moreira, 1997)

Con respecto a estos, se observó que, un buen porcentaje de los estudiantes señalaron las imágenes correctas; sin embargo, como observación especial se notó que, la mayoría de grupos no marcaron la imagen 5 (partículas organizadas en zonas de baja y alta compresión), ni la imagen 6 (espectro visible); de manera similar, solo un poco más del 50% asoció la imagen 9 (ecuación de onda). En cuanto a los criterios para la elaboración de mapas conceptuales se evidenció poca claridad en los criterios usados para la elaboración y la mayoría no logró construir los mapas conceptuales. Este resultado nos demuestra que los

estudiantes a pesar de estar en la culminación de sus estudios de educación media, aun poseen un conocimiento fraccionado de las disciplinas de las ciencias naturales.

Es el problema universal para todo ciudadano del nuevo milenio: ¿cómo lograr el acceso a la información sobre el mundo y cómo lograr la posibilidad de articularla y organizarla? ¿Cómo percibir y concebir el contexto, lo global (la relación todo/partes), lo Multidimensional, lo Complejo? Para articular y organizar los conocimientos y así reconocer y conocer los problemas del mundo, es necesario una reforma de pensamiento. (Morin, 2001, pág. 14)

En el segundo momento de la secuencia se incluye un video que describe como se funciona el aparato fonador, “Steven Tyler - [National Geographic - La increíble máquina humana 2007]”, para dar a los estudiantes algunos elementos adicionales con los que puedan completar un cuadro similar al que usaron en el primer instrumento. También se apoyó la conceptualización de la temática con una presentación que formaliza el concepto de onda y permite reconocer sus principales características y elementos. Nuevamente es reiterado el sonido como elemento asociado, pero, la palabra movimiento sigue siendo recurrente, algunos la reemplazaron por, vibración y, aparece otro en común: cuerdas. Ver figura 8.



Figura 8. Palabras más frecuentes sobre ondas segundo momento.

Fuente: construcción propia

Klix (como se citó en Rodríguez-Mena García, 2000)

Considera el razonamiento analógico como proceso principalísimo en la pre-laboración de la información. Solo si el sujeto es capaz de, una vez reconocido los patrones básicos de la información, establecer vínculos entre ellos y transferirlos a nuevos sistemas de relaciones, es decir, reconocer analogías, se puede afirmar que está apto para simplificar tal información al punto de que le resulte posible comprenderla. (pág. 9)

La identificación de las analogías requiere que los estudiantes como lo menciona Klix realicen un proceso de pensamiento especial, que para esta secuencia didáctica y según los resultados obtenidos en el segundo momento se encuentra aún en una etapa preliminar.

Posteriormente, se presentaron dos imágenes: la ola en el estadio y una ventana rota con una pelota de béisbol; con las cuales, se pidió tratar de establecer algún tipo de equivalencia con el video visto, un buen porcentaje de los grupos, se plantearon las siguientes equivalencias: ver Figura 9



Figura 9. Equivalencias analógicas video vs imagen
Fuente: construcción propia

El análisis de las mismas diez imágenes del instrumento anterior se repitieron nuevamente, los resultados no son muy diferentes, aunque, en las imágenes 6,7 y 9, los porcentajes variaron negativamente con respecto a los esperados.

La construcción de la analogía es una tarea compleja que no se verifica de una forma lineal y unidireccional, sino a través de un proceso interactivo entre el objeto y el análogo en el que tanto el significado que se otorga a la analogía como al modelo que hay de tras se van viendo modificados de una forma paulatina. (Oliva J. M., 2001)

Es por ello que el razonamiento analógico como estrategia didáctica requiere varias intervenciones para lograr una interiorización del conocimiento blanco que se va a introducir.

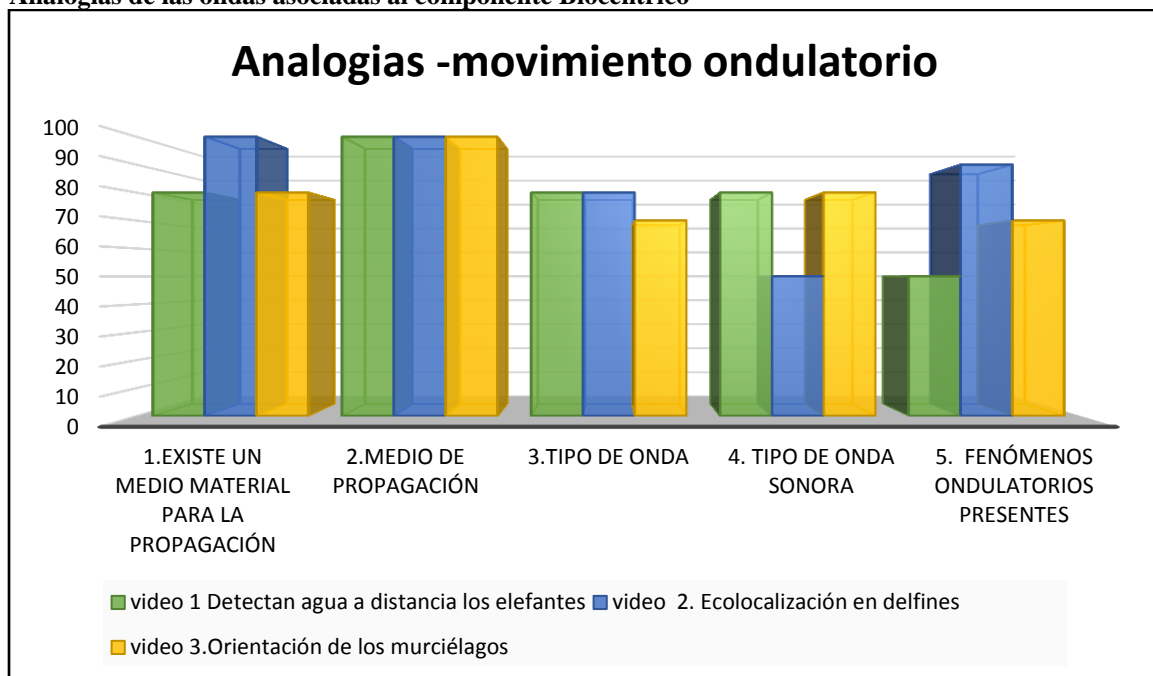
En el momento tres de profundización mediante el uso y creación de analogías, se presentaron tres videos cortos enfocados principalmente al componente Biocéntrico, que exponen la forma particular como utilizan las ondas tres especies animales: los elefantes, los delfines y los murciélagos, con el propósito de que los grupos establecieran similitudes y, como resultado de este análisis, se hicieran inferencias para deducir el comportamiento de las ondas en la naturaleza.

A su vez se pretendió mostrar a los estudiantes la importancia de estas especies animales y los aportes que cada una de ellas nos brindan sobre los fenómenos físicos y químicos, con los cuales ellas se relacionan con su entorno. Como se mencionaba en la conferencia de las naciones unidas de Estocolmo en 1972, sobre las diferentes problemáticas ambientales y la importancia que tiene la educación en la formación de personas con altos valores ambientales.

Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos, que preste la debida atención al sector de población menos privilegiada para dar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta de los individuos, de las empresas y de las colectividades, inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejora del medio en toda su dimensión humana. (Actas de la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio Ambiente Humano. Estocolmo, 1972. Declaración n° 5, principio 19)

Se puede analizar que los grupos cooperativos muestran un gran porcentaje de acierto, haciendo analogías entre las situaciones presentadas en cada uno de los videos para identificar en ellos los elementos que caracterizan a las ondas. Ver Tabla 5

Tabla 5.
Analogías de las ondas asociadas al componente Biocéntrico



Fuente: construcción propia.

Es de resaltar que la totalidad de los estudiantes lograron identificar con claridad el medio de propagación de las ondas en cada uno de los videos trabajados.

Se evidencia que faltó claridad en el momento de identificar el tipo de onda en el video de Ecolocalización de los delfines, y que de igual manera se les dificultó encontrar, cuál era el fenómeno ondulatorio presente en el video de la detección de agua de los elefantes.

Se les solicitó a los estudiantes inferir en cual, de las siguientes situaciones (Ondas sísmicas, El radar, Ecografía, Wi fi), el comportamiento de la onda es análogo a las circunstancias presentadas en cada video, allí se logró analizar que, un gran porcentaje identificó con facilidad, la manera como los elefantes detectan agua a gran distancia es análoga a las ondas sísmicas y un pequeño porcentaje lo relacionó con las ondas emitidas por el Wifi.

De igual manera los estudiantes lograron acertar con destreza que la Ecolocalización en los delfines es análogo a las ondas producidas por un radar y solo un pequeño porcentaje falló al identificarlo con las ondas difundidas por el Wifi.

A su vez se observó que algunos grupos de estudiantes, se les dificultó identificar la situación análoga entre el movimiento ondulatorio y la orientación de los murciélagos.

La semejanza entre los fenómenos que se comparan no debe ser ni demasiado grande ni demasiado pequeña. Si el objeto y el análogo son muy distintos, los alumnos pueden tener dificultades a la hora de encontrar relaciones entre ambos, ya que las similitudes superficiales parece que juegan un papel importante a la hora de aceptar la analogía por parte de los alumnos. (Oliva J. M., 2001, pág. 457)

Finalmente, en el momento de creación de analogías se les solicito a los participantes que mencionarán otras situaciones en las que las ondas se comportan de manera análoga a las situaciones presentadas en los videos; de las analogías que ellos mencionaron pueden destacarse: detector de metales, Bluetooth, Radio, GPS, sonido de las Ballenas, cuerdas

bucales, la voz de las personas, la radio, los parlantes, Microondas, señal telefónica, la señal de televisión, video llamada. Se evidenció que las analogías que presentaron los estudiantes principalmente corresponden a analogías referentes a forma y función.

Friego Ferraz y Terrazzan (2003), destacan la importancia de incorporar una etapa de reflexión entre la presentación del blanco y la del análogo. Esta etapa puede darse durante la explicación de la analogía, considerando las analogías propuestas por los alumnos, con lo cual se les brinda la oportunidad de participar activamente. (Gallarreta, 2005, pág. 3). Algunos lograron hacer inferencias y deducir los elementos que construían la analogía desde el reconocimiento de estructuras y comportamientos, mientras otros, centraron su análisis en el análisis funcional.

Secuencia didáctica 2. “El escarabajo torpedero”: En el primer momento de la secuencia didáctica y mediante la estrategia de trabajo en grupos colaborativos (ver anexo 4), se solicitó a los estudiantes, establecer las diferencias entre reacciones exotérmicas y endotérmicas; los resultados se muestran en las siguientes nubes de palabras. Ver Figura 10

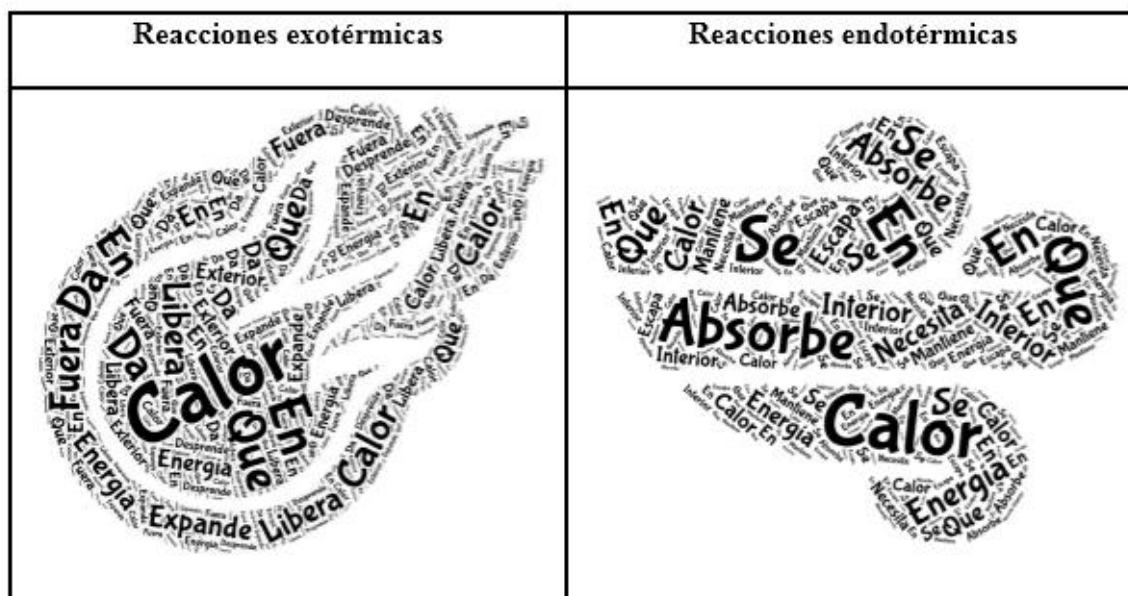
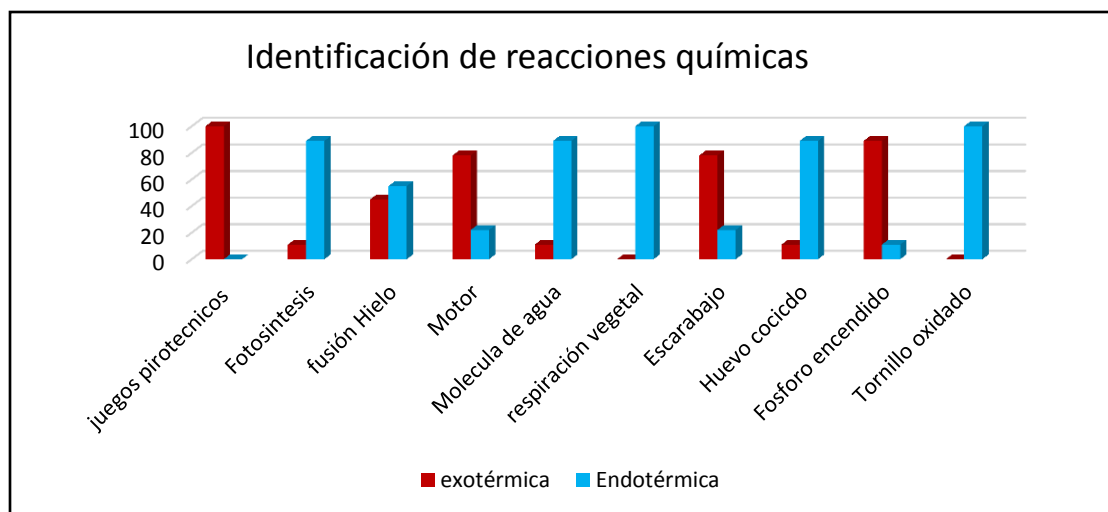


Figura10. Palabras frecuentes que establecen diferencias entre reacciones exotérmicas y endotérmicas.
Fuente: Construcción propia

Posteriormente, se presentaron diez imágenes en las que se debía identificar las que corresponden a situaciones en las que se produce una reacción exotérmica (siete representaban reacción exotérmica y tres endotérmicas). Las imágenes y su correspondiente porcentaje de acierto se presentan en la siguiente tabla de resultados:

Tabla 6
Resultados identificación de reacciones Químicas



Fuente: construcción propia.

En la siguiente actividad se indagó por los criterios usados para hacer la selección con las imágenes; un alto porcentaje uso como único criterio, el hecho de que era evidente que se libera calor.

En el segundo momento de Conceptualización, para poder hacer un contraste con el momento anterior, se dio información a través de un paralelo conceptual entre las reacciones exotérmicas y endotérmicas que incluía un análisis gráfico (energía vs avance de la reacción entre reactivos y productos); de esta información, se solicitó identificar los conceptos asociados a la física y de igual manera, los asociados a la química, resaltándoles las características que tiene cada saber disciplinar. Las nubes de palabras siguientes, muestran los resultados de este momento. Ver Figura 11


Conceptos físicos asociados	Conceptos químicos asociados
 <p>Word cloud of physical concepts including: FUSIÓN, ESTADO, CALOR, CAMBIO, ENERGÍA, CHOQUES, FUERZA, LUZ, TRABAJO, MOVIMIENTO, MOTOR, ACELERACIÓN, INTERRUPTOR, EQUILIBRIO, FRICCIÓN, DE, TEMPERATURA.</p>	 <p>Word cloud of chemical concepts including: FOTOSÍNTESIS, FUSIÓN, ENLACE, CALOR, PUTREFACCIÓN, ESTADO, CAMBIO, REACCIÓN, EXPLOSIÓN, NÚCLEO, EQUILIBRIO, CARGA, ELECTRICA, ENERGÍA, TEMPERATURA.</p>

Figura 11. Identificación de conceptos momento de conceptualización.

Fuente construcción propia

Aunque en la identificación se evidenció que algunos conceptos fueron considerados tanto Físicos como Químicos, se puede asumir como un acierto, puesto que, son abordados teóricamente desde las dos ciencias. “Tenemos que aprender a pensar la complejidad; que también es pensar interdisciplinariamente” (Perera, 2010, pág. 80). Es fundamental resaltar la

importancia que tiene la interdisciplinariedad para la comprensión de los saberes en ciencias naturales ya que muchas de las temáticas trabajadas se pueden abordar desde las distintas disciplinas. La interdisciplinariedad según Ander- Egg, (citado por León, sf) evoca la idea de intercambio entre diferentes disciplinas con la meta de generar un conocimiento, Morin (1998), Por su parte manifiesta que "es un requerimiento innovador dirigido a superar un saber fragmentado, es un intercambio y cooperación ordenada de disciplinas"(pág. 120).

En el último momento denominado uso y construcción de Analogías, se plantea una situación abordada desde el enfoque Biocéntrico, resaltando la importancia que tiene una especie en los diferentes ecosistemas que para este caso fue el escarabajo bombardero.

Mediante varios videos de este insecto y la información dada en el documento, se expone el mecanismo de defensa de este animal, el cual les permite a los estudiantes evidenciar la asociación de conceptos físicos, químicos y biológicos, que se configuran como el elemento “blanco” de la analogía. Ver figura 12



Figura 12. Conceptos físico-Químicos que los estudiantes asocian con el escarabajo bombardero

Integrar el enfoque Biocéntrico en las secuencias didácticas, permite que el estudiante se reconozca a su vez como un ser vivo, integrante del planeta tierra y protector de ese entorno

natural, como se menciona en el Plan Sectorial de Educación de Bogotá 2012 – 2016 donde plantea que:

La calidad de la educación como un proceso que supone en el y (la) estudiante el aprendizaje integral para el buen vivir, desarrollando un conjunto articulado de conocimientos, capacidades, emociones, pensamiento crítico, autonomía, actitudes y habilidades para vivir armónicamente en el planeta, realizando un proyecto de vida individual y colectivo. La calidad entonces está enfocada a la formación de mejores seres humanos, personas y ciudadanos. (SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DISTRITAL, 2013)

Es por lo anterior importante, orientar a los estudiantes sobre la manera de comprender los acontecimientos que se dan en el planeta y contextualizarlos desde las tres disciplinas de las ciencias naturales, todo esto enmarcado en ambientes de aprendizaje y didácticas innovadoras, que potencien las habilidades científicas.

Secuencia didáctica 3. “Campo eléctrico Vs telaraña”

En el primer momento de Diagnóstico, las palabras más utilizadas por los estudiantes para determinar las características de las telarañas se muestran en la Figura 13. Es de resaltar, que todos los grupos dibujaron correctamente la telaraña con sus partes principales.

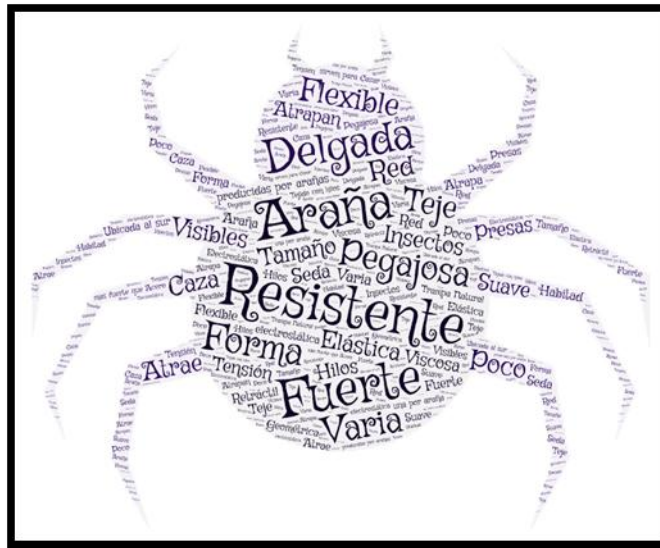


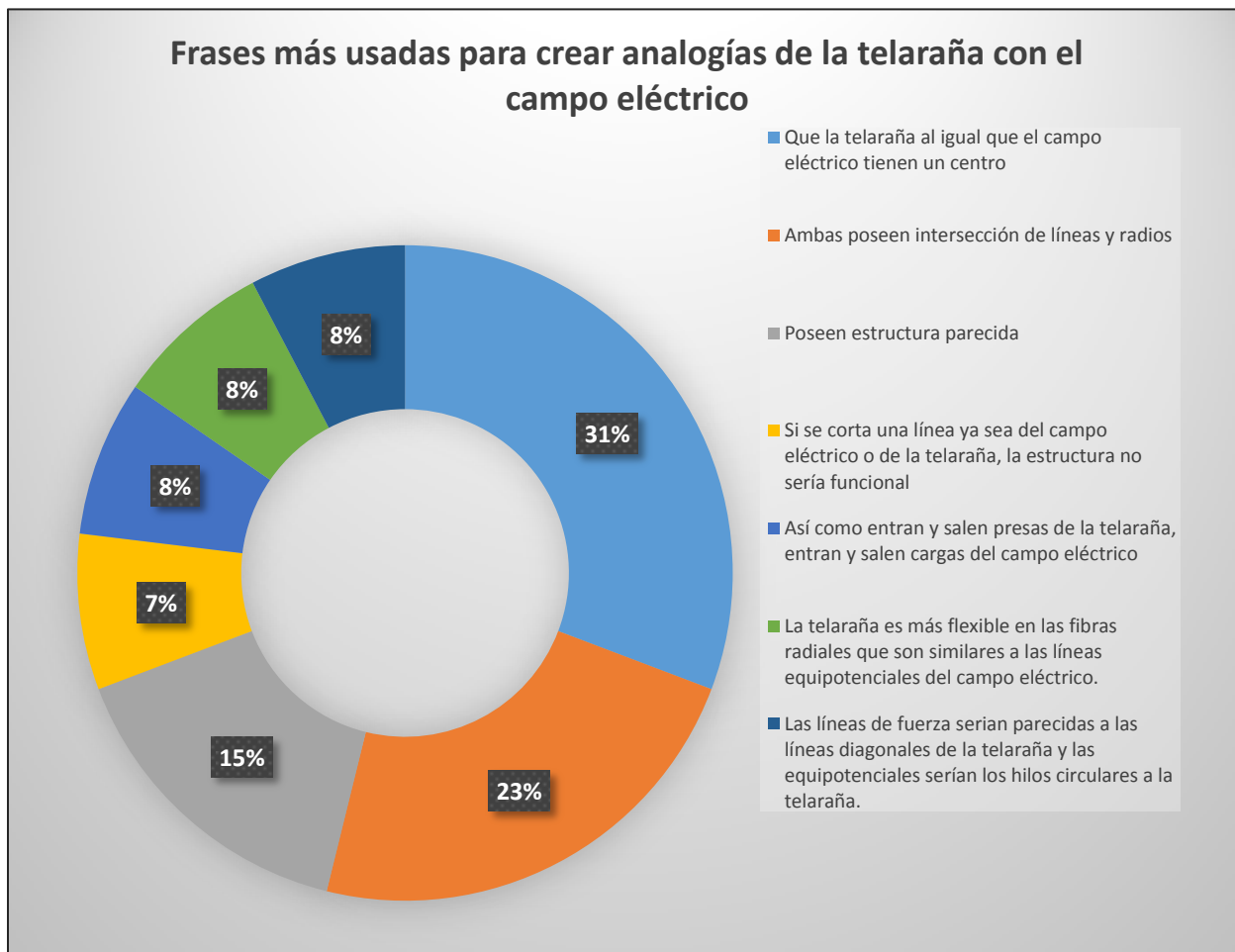
Figura 13. Palabras más frecuentes para caracterizar las telarañas.
Fuente: Construcción propia

En el segundo momento de Conceptualización se les solicitó a los estudiantes relacionar los conceptos del campo eléctrico con la actividad anterior de la telaraña, para lo cual los estudiantes mencionaron en repetidas ocasiones las siguientes frases con la siguiente frecuencia ver Tabla 7

Finalmente, en el momento de profundización mediante el uso y la formulación de analogías, el 100% de los estudiantes acertaron al identificar la analogía estructural presente entre la telaraña y el campo eléctrico con gran facilidad, mostrando un avance significativo en el desarrollo de las habilidades inferenciales y el razonamiento analógico para este tema en especial.

Tabla 7.

Frases más usadas para crear analogías de la telaraña con el campo eléctrico



Fuente: construcción propia

Algunas de las analogías estructurales que realizaron los estudiantes en esta secuencia didáctica presentaron diferentes niveles de argumentación y se asociaron a los siguientes temas: Campo eléctrico de la tierra, Campo gravitacional de la luna, Sistema solar.

El conocimiento analógico así constituido será luego utilizado para procesar la información científica. Es decir, la información analógica no es simplemente "transmitida"- explicada- por el docente frente a la recepción pasiva de los estudiantes. Muy por el contrario, los conceptos de la analogía deben construirse en la mente de los estudiantes, de tal manera que

logren un conocimiento sustentado sobre la información analógica. (Galagovsky & Greco, 2009)

Como ejemplo tomamos la siguiente analogía estructural elaborada por un grupo de estudiantes, donde se aprecia la interiorización del concepto blanco y su análogo correspondiente. *“El campo gravitacional es similar a las líneas de fuerza y el centro de carga de un campo eléctrico”*.

Sobre las analogías funcionales, que son aquellas donde se compara una característica funcional del blanco, que para este caso serían las cargas puntuales del campo eléctrico, con una característica funcional del Análogo, como la propiedad electrostática que posee la telaraña para atraer los insectos, los estudiantes la relacionaron con los siguientes temas: Atracción de limaduras de hierro con un imán, cuando se frota el cabello con una bomba para atraer trozos de papel y cuando dos imanes de carga diferente se atraen. Oliva, (2001) plantea que *“la analogía, no puede ser un producto prefabricado que ha de ser aprendido, sino como un proceso en el que los alumnos puedan y deban aportar sus opiniones, tomar decisiones y, en definitiva, contribuir abiertamente en su construcción”*(Pág. 457)

Finalmente, al indagar sobre la importancia que tienen las telarañas para el equilibrio ecológico el 100% de los estudiantes afirmó con precisión, que las telarañas son importantes porque ayudan a controlar naturalmente la población de insectos de un ecosistema. Este hecho denota una alta reflexión de los estudiantes en cuanto a la importancia de los seres vivos para el medio ambiente, esto nos lleva a pensar que una educación de calidad significa, generar las condiciones óptimas para que las personas puedan relacionarse con otros seres vivos para aprender de ellos, solo así se podrá

visualizar acciones capaces de transformar la sociedad, haciéndola más biocéntrica.

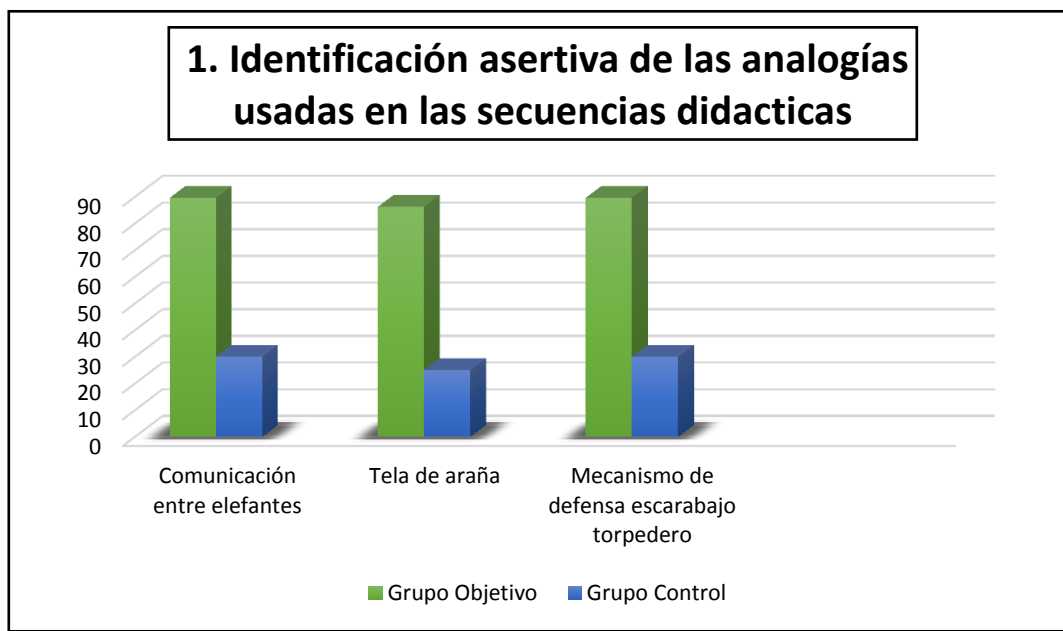
(Gonsalves, 2009, pág. 75)

Post-test. El post test como estrategia de investigación metodológica, nos permitió contrastar la eficacia de la intervención didáctica realizada al grupo objetivo y compararla con el trabajo realizado en grupo control, a su vez nos dejó observar el grado interiorización y recordación de conceptos científicos trabajados en las secuencias didácticas, de igual manera se logró evidenciar el cambio de actitud favorable de los estudiantes hacia las ciencias naturales, debido a las novedosas temáticas trabajadas en clase de física donde se realizó una verdadera integración de las diferentes áreas de las ciencias naturales en una misma secuencia de clase.

Los resultados del post test se presentan en cuatro momentos, que se explican con las Tablas 8 y 9.

Tabla 8

Identificación asertiva de las analogías usadas en las secuencias didácticas



Fuente: Construcción propia

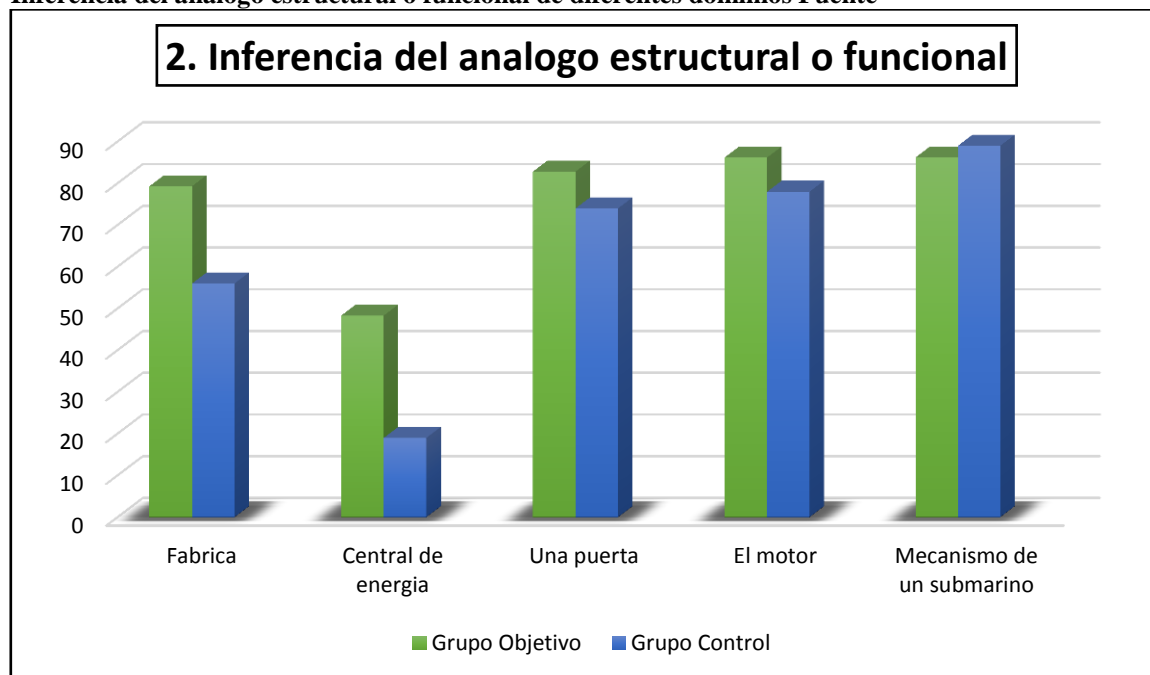
Se observa que el grupo objetivo identificó correctamente las analogías en cada una de las secuencias didáctica, caso contrario le sucedió al grupo control, que no tuvo esta intervención didáctica. Como lo menciona Friedel (como se citó en Oliva, 2001) Se ha podido comprobar que el desarrollo de destrezas en los estudiantes asociados al razonamiento analógico puede revertir con posterioridad en una mayor efectividad de las analogías que se empleen.

En el segundo momento del post test se evidencia que el grupo objetivo demostró mayor habilidad inferencial al identificar los elementos comunes de los temas presentados.

(Fabrica, central de energía, puerta, un motor y el mecanismo de un submarino) Ver tabla 9

Tabla 9

Inferencia del análogo estructural o funcional de diferentes dominios Fuente



Fuente: Construcción propia

Como menciona (Cisneros, 2013)

La inferencia es un modelo poderoso por el cual las personas complementan la información disponible utilizando el conocimiento conceptual y lingüístico y los esquemas que poseen.

Los lectores utilizan estrategias de inferencia para inferir lo que no está explícito en el texto. Pero también infieren cosas que se harán explícitas más adelante. (Ministerio de Educación, 1998, pág. 74)

En el tercer momento del post- test se solicitó a los estudiantes que construyeran sus propias analogías, se les propuso algunas temáticas (dominio fuente) con las que podían inferir diferentes analogías, comprender nuevos conceptos, explicar el funcionamiento de un aparato o establecer una relación causa – efecto (dominio blanco). Gallarreta, (2005) menciona que las analogías permiten “comparaciones entre dominios de conocimiento que superficialmente no se parecen entre sí, uno más conocido, llamado “fuente” o “análogo” y otro menos conocido, denominado “blanco” o “concepto”. (pág. 2)

Para el análisis de este momento se contemplaron solamente respuestas que hacían referencia a conceptos utilizados en Ciencias Naturales, teniendo en cuenta el esquema de la Figura 14.

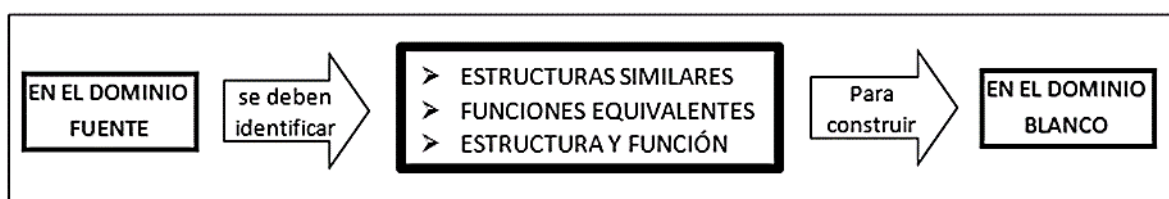


Figura 14. Ruta básica para la creación de analogías

Fuente: (construcción propia)

En la Figura 15 se muestran los resultados más acertados que los estudiantes realizaron utilizando el esquema de la figura 14, es importante resaltar que tanto el grupo objetivo como el grupo control lograron establecer diferentes ejemplos de dominio blanco (creación propia de los estudiantes), que cumplen una función analógica con el dominio fuente. Los dominios fuente que se les plantearon a los estudiantes fueron: sistema nervioso, danza, el

sube y baja y una represa. Los análogos propuestos por los estudiantes se muestran a continuación

Dominio fuente	Dominio Blanco	
	Análogos propuestos por estudiantes Grupo Objetivo	Análogos propuestos por estudiantes Grupo Control
El sistema Nervioso	Circuitos, cables, alarma, colmena	Sensores eléctricos, ley de acción- reacción, cables
La danza	Calor, bandada, cardumen, partículas,	Ondas sonoras, ondas del agua, electrones en la órbita,
Un sube y Baja	Balanza, ciclo del agua, equilibrio de ecosistema	Gravedad, elasticidad, movimiento pendular, movimiento de un resorte, una balanza
Una represa	Presión, corazón, circulación, sistema urinario, batería, voltaje, energía, motor, sistema digestivo, vejiga,	Molino de viento, fotosíntesis, panel solar, resistencias, dique de un castor

Figura 15. Ejemplos de dominio blanco que cumplen una relación analógica con el dominio fuente.

Fuente: Construcción propia

En el último momento del post- test se dio la oportunidad a los estudiantes de asumir el reto de elaborar su propia analogía, identificando el dominio fuente en algún tema visto en las asignaturas de ciencias naturales, y a su vez establecer creativamente la analogía adecuada que permita construir un nuevo concepto o dominio Blanco.

Nuestra adjetivación de concreto para el concepto de análogo hace hincapié en que la intención, al crear una analogía, es apelar a conceptos de significación ya conocida por los

alumnos. Suponemos, entonces, que estos novatos podrán operar sobre dichos contenidos desde su pensamiento operatorio concreto –tomando este término de la teoría piagetiana (Piaget e Inhelder, 1959), y estimamos que, mediante estrategias didácticas apropiadas, ellos podrán también desarrollar un pensamiento operatorio formal hipotético-deductivo sobre dichos contenidos analógicos. (Galagovsky, 2001, pág. 6)

Al comparar la producción analógica de los estudiantes del grupo objetivo y el grupo control (ver Figura 16), encontramos como referencia que los estudiantes del grupo objetivo se destacaron al presentar un mayor número de relaciones analógicas, identificando un dominio fuente o análogo y su similitud con un concepto blanco. En el grupo control se evidencio dificultad para crear por si solos una analogía, o simplemente las pocas analogías que realizaron carecían de la estructura vista en la Figura 14

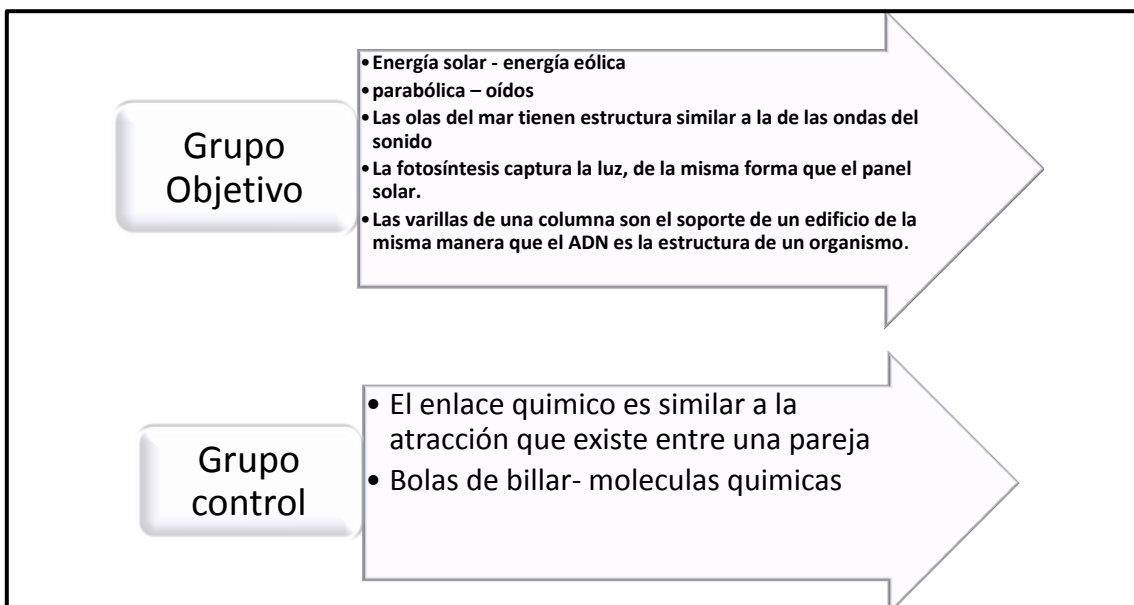


Figura 16. Ejemplos de Producción analógica de los estudiantes con diferentes niveles argumentación.
Fuente: Construcción propia

Generalmente, son los profesores los que crean la analogía porque conocen el tema desde la perspectiva científica (Galagovsky L. y., 2001, pág. 6), esta investigación le apostó a la creación analógica de los estudiantes producto de los aprendizajes significativos que

ellos poseen, los cuales le van a permitir un acercamiento al conocimiento científico, utilizando el razonamiento inferencial para establecer las relaciones de similitud o semejanza entre conceptos que aparentemente no tienen nada en común.

Capítulo 5. Discusión y análisis de resultados

Una vez recogida y analizada la información que arrojaron el pre test, las intervenciones mediante las secuencias didácticas y el post test; así como las dudas que surgieron y los argumentos utilizados por los estudiantes durante la aplicación y la retroalimentación de las mismas, fue posible identificar algunas categorías y subcategorías que aportaron información relevante y concluyente para lograr establecer relaciones que validan los objetivos planteados. (Cisterna. 2005)

Tomando como referencia los elementos epistemológicos, metodológicos, didácticos, curriculares y disciplinares sobre los cuales, los objetivos de investigación tenían un mayor peso, se establecieron las siguientes categorías: razonamiento analógico, inferencia, competencia científica, didáctica y la vida. De igual manera, las subcategorías: clases de analogía, características de las analogías, niveles inferenciales, competencia indagatoria, competencia explicativa, uso del conocimiento científico, enseñanza, aprendizaje, herramienta didáctica y biocentrismo.

En un primer nivel de análisis, se han agrupado varias subcategorías con la categoría más pertinente y se colocó en el contexto de la problemática planteada sobre la cual tiene una mayor incidencia; de esta manera se pudo señalar su grado de validez y de pertinencia a la luz de los resultados obtenidos, como Cisterna (2005), lo sugiere para investigaciones cualitativas de este tipo.

Contrastar, la base del razonamiento analógico. Una de las problemáticas en la que se basó la investigación, apuntaba a que en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el razonamiento analógico tiene un escaso uso; lo que hace que se desconozcan sus alcances y

beneficios. Como se mencionó, Giovanni Jona (2010), exalta su función en la construcción de teorías científicas, refiriéndose a episodios importantes de la historia; también lo hace Guerra (2014), sobre el impacto que tiene sobre la construcción de argumentos para fortalecer las habilidades comunicativas; y de igual manera, se podría hacer referencia a otros trabajos que apuntan en la misma vía.

Los resultados del trabajo de investigación, permitieron evidenciar al respecto que, aspectos como: el reconocimiento de características funcionales o estructurales de las analogías, y un mejoramiento en la argumentación para la construcción de analogías propias, hecho que les permitió entender mejor las temáticas presentadas y comprender el funcionamiento de ciertos elementos de su cotidianidad.

El razonamiento analógico y la habilidad inferencial: como relación de interdependencia. La habilidad inferencial concebida tanto como, producto y a la vez medio para el razonamiento analógico, fue identificada dentro de las problemáticas que incidía en el bajo desempeño de competencias científicas; en la medida que, procesos como: la comparación, la explicación, y la resolución de problemas, por mencionar solo unos, presentaban deficiencias que, alejan al estudiante del goce de las disciplinas científicas. Como resultado de las secuencias didácticas, se pudo observar, específicamente en las retroalimentaciones y en las discusiones al interior de los grupos de trabajo colaborativo que, el manejo de la información era sometido a procesos de mejor nivel.

El desempeño; evidencia de las competencias. Las competencias científicas que, como afirma Ruiz (1999), se materializan en la sagacidad para resolver un problema sin que sea necesario procesos repetitivos ni la experimentación; fue un elemento adicional que

condicionó la problemática planteada. Como categoría de análisis, subordinó de forma específica a la capacidad indagatoria, la capacidad explicativa y al adecuado uso de los conocimientos científicos. Un notorio avance se logró observar en los resultados del post test, puesto que, para responder acertadamente, el estudiante debió hacerse las preguntas pertinentes, garantizar que las respuestas tuvieran coherencia y tomar como base saberes disciplinares que exigen un grado aceptable de claridad y certeza.

El aprendizaje de las ciencias entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje científico. El diseño de las secuencias didácticas favoreció la exploración de conceptos previos, la reafirmación de los más relevantes para la construcción de las analogías y un contexto diferente (direccionado desde el biocentrismo) que dinamizó tanto el aprendizaje, como la enseñanza. Este hecho se atribuye a que en medio de la curiosidad que generan las situaciones desde las que se planifica la secuencia, se crea un ambiente para una comunicación dialógica y orientada por el respeto y la cercanía; sin desviarse del rigor técnico y preciso que exigen las proposiciones científicas. Según Galagovsky (2001), es precisamente la brecha que hay entre el lenguaje cotidiano, propio de los estudiantes, y el lenguaje científico erudito utilizado por el docente, el factor que impide encontrar en la memoria, elementos que permitan la construcción de razonamientos para establecer analogías entre un dominio fuente y un dominio blanco.

Prácticas tradicionales vs prácticas alternativas. Los modelos pedagógicos tradicionales, basados en una simple transmisión de saberes, limita los procesos inferenciales y reduce considerablemente los desempeños de los estudiantes, sin embargo, aunque existe la posibilidad de explorar en otros modelos, el docente es renuente al cambio. Mellado

(2001), atribuye esta resistencia a obstáculos a los que se enfrentan los profesores de ciencias que, van desde esferas de orden político, hasta condiciones de nivel logístico. En contraposición, los modelos alternativos exigen un ritmo diferencial y un compromiso mayor para garantizar el aprendizaje, al respecto, Mellado (2001), afirma:

En este escenario los profesores tenemos un papel fundamental para que los escolares tengan un aprendizaje de las ciencias atractivo, motivador, riguroso, y, al mismo tiempo, crítico, profundamente humano, y comprometido con los problemas de nuestro tiempo. Sin embargo, ¿estamos preparados los profesores para trabajar en la diversidad y en la incertidumbre?, ¿forma parte el cambio de nuestra cultura profesional? ¿Qué obstáculos nos impiden asumir las innovaciones didácticas? ¿Qué factores estimulan los cambios didácticos? (p.18)

Las secuencias didácticas en sus primeros momentos, no permiten observar un cambio significativo y tiene una cadencia pausada, pero, cuando se abordaron los temas desde aspectos muy curiosos y poco conocidos de algunos seres vivos, la atención y participación mejoraron considerablemente. Las preguntas y las afirmaciones dejan claro que procesos de pensamiento más elaborados, se están llevando a cabo. Los estudiantes a medida que fueron recibiendo las intervenciones, se mostraron con una mejor disposición y se les hizo más fácil cada vez la construcción propia de analogías.

Las relaciones presentadas hasta aquí entre las categorías y subcategorías, dieron origen a tres estamentos bien diferenciados y guiados por los objetivos y sobre los cuales los resultados de la investigación, soportaron sus principales tesis. El primer estamento es el disciplinar, el segundo es el aprendizaje y el tercero la enseñanza. Para poder direccionar los puntos convergentes de estos estamentos, es necesario hacer una breve revisión de los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

Las analogías y la transformación disciplinar. Las disciplinas científicas, además de su tradicional influencia reduccionista y de su teorización fraccionada, es condicionada por el formalismo matemático que ha modelado la relación entre las variables que afectan el fenómeno que se esté analizando. Como evidencia observable, se pudo establecer que el diseño de las secuencias didácticas basadas en razonamientos analógicos: permitió un abordaje de temas desde un enfoque Biocéntrico, facilitó la integración de saberes, favoreció la inferencia inductiva y deductiva, el mejoramiento en el desempeño de las competencias científicas y una percepción más favorable de disciplinas como la física y la química.

El razonamiento analógico y el proceso de aprendizaje. El razonamiento analógico, se convierte en un excelente recurso que puede guiar el proceso de aprendizaje desde cualquier saber curricular. Centrar el análisis de las problemáticas que se exponen en cada asignatura en la búsqueda de elementos comunes, semejanzas estructurales o funcionales, así como, desarrollar habilidades indagatorias para que, a través de procesos inductivos y/o deductivos, generen inferencias acertadas, válidas y pertinentes en la construcción de nuevos saberes.

El uso de las analogías como herramienta para orientar la enseñanza de la física y la química. El uso de las analogías ha permitido comprender varios de los conceptos más abstractos en diferentes campos del conocimiento. En el caso de las ciencias naturales, es fácil reconocer los que comúnmente se mencionan sin reparar, ni hacer mucho énfasis en el razonamiento analógico. De hecho, hacen parte de esos elementos trasmisionistas que son reiterativos en los modelos perpetuados por prácticas pedagógicas irreflexivas. La

investigación permite validar la idea de que, como herramienta metodológica, es un acierto y que además de ofrecer un ambiente más amable para la adquisición de conocimientos, el razonamiento analógico, es el referente que permea la práctica.

Exige una revisión constante de sus alcances, de los contextos y de las diferencias entre los niveles de competencia de los estudiantes, en consecuencia, prácticas creativas, novedosas y de gran impacto. Mayorga y Madrid, (2010), sugieren que el propósito de la educación en los modelos alternativos tiene que estar orientada por la dinámica misma del espacio que habitan, real o virtualmente. A la pregunta ¿para qué enseñar? Ellos responden: “Enriquecimiento progresivo del conocimiento del alumno/a hacia modelos más complejos de entender el mundo y de actuar en él”. Se alejan de la visión estática tradicional que ubica al estudiante como único receptor del conocimiento.

En otro nivel de análisis, se buscaron las relaciones que se pueden generar teniendo en cuenta las observaciones y el análisis de los resultados. Tomando los estamentos ya considerados como ejes orientadores, se determinaron tres perspectivas en el análisis. Cisterna (2005), sugiere: un análisis entre los resultados y los estamentos, otro, entre los resultados y los instrumentos aplicados y, por último, entre los resultados y el marco teórico. Las tesis generadas en este nivel se soportan en los objetivos de la investigación.

El éxito disciplinar y los procesos de enseñanza y aprendizaje. Mayorga y Madrid (2010), han configurado las características de los nuevos modelos de enseñanza, en los que dan un alto porcentaje de responsabilidad para el éxito profesional a la creatividad, uso de Tics, el trabajo colaborativo y el aprendizaje autónomo. En la investigación, las secuencias didácticas procuraron tener estos elementos; como resultado, fue notorio el cambio de

actitud principalmente de aquellos estudiantes que asumían la clase de manera displicente y ajena. El interés por las temáticas, su participación asertiva, la fluidez en sus intervenciones; permitieron evidenciar que, como disciplina, se estaban cumpliendo varios propósitos, uno de ellos, despertar el interés y la curiosidad por los fenómenos científicos, específicamente, por los químicos y físicos.

La retroalimentación de los diferentes momentos en las secuencias, dio también la posibilidad de constatar que, los conceptos disciplinares fueron quedando mejor afianzados en comparación con los grupos donde no se realizó la intervención, adicionalmente, el lenguaje técnico asociado al razonamiento analógico (inferencia, fuente, blanco, analogía, etc.) se volvió de uso común en las explicaciones e intervenciones de los estudiantes. Como menciona Anijovich & González, (2006), “la retroalimentación cobra sentido en el enfoque que considera que la evaluación, además de certificar o acreditar los aprendizajes, tiene otros propósitos y funciones, como contribuir a mejorar los aprendizajes de los estudiantes y de los docentes” (p. 24). En consecuencia, el aprendizaje en los estudiantes fue más significativo, y como elemento agregado, posibilitó ejercicios interdisciplinarios muy interesantes para ellos y también para el docente.

El saber disciplinar, la enseñanza y el aprendizaje en los diferentes momentos de la investigación. El entorno que permitió identificar los principales factores que incidían en la problemática planteada en el trabajo de investigación, dejó un rasgo evidente en los resultados del pre test. En un primer hallazgo, fue tangible la poca familiaridad que tenían los estudiantes con el razonamiento analógico, así como, el poco impacto y recordación que tienen las temáticas en asignaturas como la física y la química. De hecho, entre líneas, se

puede suponer que las metodologías de enseñanza, no son necesariamente las más adecuadas.

Estos tres elementos, saber disciplinar, la enseñanza y el aprendizaje, fueron ganando nivel y evidenciando mejores resultados. Fue notorio este hecho en dos formas distintas: en el desarrollo de cada secuencia misma, y en el abordaje de cada nuevo tema. En cada secuencia se establecieron tres momentos: diagnóstico o preconceptual, donde el estudiante exploró lo que conocía de un tema físico o químico. Conceptual o teórico, en este momento, se le dieron herramientas de orden conceptual (teorías, definiciones, gráficas y otras). Por último, la construcción de analogías a partir de comportamientos curiosos de los seres vivos, en donde con ayuda de elementos tecnológicos y la orientación del docente se identificaron similitudes estructurales y funcionales con los conceptos o fenómenos abordados previamente.

El análisis de este aspecto mostró una dinámica más participativa especialmente en el último momento de las secuencias evidenciando en las operaciones de pensamiento de los estudiantes, inferencias profundas que, inciden de manera positiva en su aprendizaje; esto a su vez, exigía constantemente que el docente se pusiera a la par, incluso por encima del ritmo impuesto para garantizar la satisfacción propia y la de sus alumnos en la consecución de los objetivos de cada secuencia.

Para cada nuevo tema abordado en las secuencias, fue interesante comprobar que: los estudiantes llegaban a la clase con muchas expectativas, con ansiedad por conocer desde que curiosidad de los seres vivos se abordaría el tema que correspondía, tenían la intencionalidad de participar, debatir y compartir en sus grupos de trabajo. Los resultados

del post test, validaron en buena medida las tesis expuestas. Por ejemplo, en el pre test la construcción de analogías fue prácticamente nula, en el post test, este aspecto tiene resultados satisfactorios. De igual manera, al comparar con los resultados del mismo instrumento aplicado al grupo de control, se observa una diferencia positiva a favor de quienes se les aplicó la metodología propuesta en el trabajo de investigación.

Resultados vs referentes teóricos. Las diferentes categorías emergentes que, desde lo disciplinar, desde los procesos de enseñanza y de los de aprendizaje, surgieron y originaron las tesis expuestas, son el resultado de las interacciones entre los representantes del acto educativo. Los avances en aspectos como: la argumentación, la indagación, la comunicación, la comprensión de conceptos físicos y químicos, el reconocimiento de similitudes funcionales y estructurales, habilidades en la interpretación de textos continuos y discontinuos, en el planteamiento de hipótesis y en la solución de problemas, entre otros; son beneficios que Flórez (2015), Oppenheimer (1955), Díaz et al. (2011), Pineda et al. (2013), Guerra (2014), Oliva (2006) y otros, han comprobado en sus investigaciones.

Así como en Lee (2014) se logró comprobar una mejor comprensión en conceptos asociados a la termodinámica luego de la aplicación de razonamiento analógico, en los resultados de la presente investigación también se comprobó nuevos alcances de orden teórico, que incluyen: una mejor comprensión de conceptos, encontrar relaciones con otros saberes y poner en contexto el tema abordado en las intervenciones. Oliva y Aragón (2009), por su parte, orientó la construcción de los instrumentos que buscaron identificar algunos aspectos característicos de las analogías. Sus aportes, así como los resultados del trabajo de

Galagovsky y Adúris (2001), guiaron la implementación de las secuencias didácticas basadas en estrategias que permitieron el uso del razonamiento analógico.

La construcción de analogías por parte de los estudiantes, resultó ajustada a las estructuras que Gallarreta (2005) plantea. Específicamente, en las etapas finales de las secuencias y más aún en el post test, se evidenció la identificación adecuada tanto del dominio blanco, como del dominio fuente. Estas construcciones exigieron habilidades inferenciales: comparar y contrastar, describir y explicar, analizar y predecir, y generalizar; contempladas por Melendres (2011) en su estructura piramidal de niveles de inferencia. El análisis de los resultados lleva a suponer que, el trabajo constante con esta metodología tendrá alcances mayores en cada nivel.

Conclusiones y Prospectiva de la Investigación

Esta investigación permite demostrar como a través de secuencias didácticas estructuradas con analogías, y mediadas por el componente Biocéntrico, contribuyen a desarrollar habilidades científicas en las asignaturas de física y química

Esta estrategia didáctica toma significado luego de su implementación, cuando los estudiantes participan activamente en la creación de analogías propiamente de ellos, y construyen conceptos desde sus aprendizajes previos para entender conceptos más complejos o abstractos.

Este trabajo permitió crea ambientes de aprendizaje innovadores, con la mirada puesta desde el biocentrismo, para generar en los estudiantes la curiosidad y asombro, que despiertan en ellos las habilidades para inferir y solucionar un problema científico y de esa manera mejorar la calidad de la educación en las asignaturas de ciencias naturales.

La implementación de las secuencias didácticas, permitieron orientar diferentes temáticas, que se conceptualizaron, desde las tres disciplinas de las ciencias naturales, permitiendo la integración de saberes.

Luego de una revisión sistemática en la literatura académica de los beneficios en el uso del razonamiento basado en analogías, sus alcances, campos de acción y su aporte al mejoramiento de habilidades inferenciales y de los niveles de desempeño en las competencias científicas; la implementación de secuencias didácticas orientadas por los resultados de un instrumento diagnóstico con la estructura de pre test y la posterior revisión del post test, se logra llegar a unas conclusiones puntuales que, validan las pretensiones planteadas como objetivos de la investigación.

La intervención mediante las secuencias didácticas a la población objetivo del colegio Delia zapata Olivella, permite evidenciar que un número significativo de estudiantes hacen un uso adecuado de las analogías para la comprensión de conceptos y como prueba de sus avances en los procesos inferenciales, están en capacidad de construir sus propias analogías para dar explicación a diferentes fenómenos naturales y establecer relaciones coherentes que les posibilita dar sentido a otros elementos de su cotidianidad. En este sentido y de acuerdo con el objetivo general, se puede concluir que las analogías son una herramienta didáctica valiosa que contribuye en gran medida al desarrollo de las competencias científicas en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de grado 10° y 11° de educación media.

Los resultados obtenidos luego de la aplicación de las secuencias didácticas sugieren que, la forma como fueron estructuradas en su diseño, permite evaluar desde diferentes perspectivas: el avance, las debilidades y fortalezas que tiene el estudiante en sus habilidades inferenciales y actuar en consecuencia para garantizar buenos niveles de competencia en las disciplinas científicas. Como hallazgo significativo, se logra establecer que el abordaje de las temáticas desde aspectos especiales, curiosos o desconocidos de los seres vivos, despierta el asombro y la curiosidad de los estudiantes; los motiva y, con la habilidad comunicativa del maestro, se convierten en un recurso que invita al cuidado del entorno y al respeto por toda forma de vida. Además, se presentan como escenarios adecuados para la discusión interdisciplinar.

De esta investigación se resalta que el uso del razonamiento analógico como estrategia de enseñanza permite en gran medida el acercamiento de los estudiantes hacia el conocimiento científico, mediado por secuencias didácticas innovadoras, contrario a lo que

se observa en el grupo control donde los estudiantes difícilmente establecen relaciones de orden inferencial para comprender un concepto.

El tipo de analogías trabajadas principalmente correspondían a analogías sencillas referidas a estructura, función o una combinación de las dos anteriores, enfocadas desde entornos que permiten conocer aspectos muy especiales de diferentes seres vivos y que generan relaciones con aspectos específicos de algunos temas de física, química o biología. Los resultados muestran que progresivamente, los principales criterios para establecer las analogías tienen en cuenta estos dos factores: la estructura y la función.

El desarrollo de esta estrategia requiere también del trabajo minucioso del docente, para articular los saberes científicos con el uso de analogías, e involucrar a su vez el componente Biocéntrico que debe guiar transversalmente la cátedra de los maestros de Ciencias Naturales, aunque en las condiciones actuales, es llamado a ser el eje orientador de cualquier asignatura.

Referencias

- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DISTRITAL. (2013). *Bases del Plan Sectorial de Educación 2012 – 2013*. Bogotá: Secretaria de Educación Distrital.
- ¿Como detectan agua a distancia los elefantes? (2015). [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=AozZ2AQ1I0A>
- Anijovich, R., & González, C. (2006). *Evaluar para Aprender. Conceptos e Instrumentos*. Buenos Aires: Aique Educación. doi:978-987-06-0297-2
- Benito, M. (25 de septiembre de 2017). Practicas de Biotecnología. Bogotá.
- Bruner, J. (1957). *Going beyond the information given*. Cambridge: Harvard University Press.
- Chavez de paz, D. ((sf)). Conceptos y técnicas de recolección de datos en investigación. 19. Recuperado el 10 de octubre de 2017, de https://www.unifr.ch/ddp1/derechopenal/articulos/a_20080521_56.pdf
- Cisneros, M. (2013). *Alfabetización académica y lectura inferencial*. Bogotá, Colombia: Ecoediciones.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71.
- CONALEP. (2013). Obtenido de http://www.conalep-merida2.edu.mx/info_nuevo_ingreso/razonamiento/relaciones_analogicas.html
- Conferencia de las naciones unidas. (1972). Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente., (pág. 2). Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf>
- Day, C. (2005). *Formar docentes. Cómo, cuándo y en qué condiciones aprende el profesorado*. Madrid: Narcea.
- Di Lembo, S. (2009). *Monografias.com*. Recuperado el 20 de septiembre de 2017, de <http://www.monografias.com/trabajos74/transformando-escuela-reinventando-educacion/transformando-escuela-reinventando-educacion.shtml>
- Díaz León, J., & Portilla Arias, A. M. (2011). Razonamiento analógico y comprensión lectora en buenos y malos lectores de educación media secundaria. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/1884>
- Díaz-Barriga. (2013). TIC en el trabajo del aula: impacto en la planeación didáctica. *Revista iberoamericana de Educación*, 4(10). Obtenido de <https://ries.universia.net/rt/printerFriendly/105/291>
- DiVesta, F. (1989). *Applications of cognitive psychology to education*. New Jersey.
- Ecolocalización de los delfines* (2017). [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=rFRIMANTX3I>

- Escandell, M. V. (1996). Introducción a la pragmática. En M. V. Escandell. Barcelona: Editorial Ariel.
- Escudero Dominguez, I. (2010). Las inferencias en la comprensión lectora. *Nebrija de lingüística Aplicada*, 4 (1).
- Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa* (segunda edición ed.). España: Morata.
- Flórez, J. (Julio de 2015). La analogía, paradigma como inferencia compuesta en Aristoteles y Pierce. *Praxis filosófica nueva serie*(41), 43-56.
- Fritz, V., & Donald, E. (2013). *Naturwissenschaften*. doi: 10.1007/s00114-013-1120-8.
- Galagovsky, L. y. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales." el concepto de modelo Analógico". *Enseñanza de las ciencias*.
- Galagovsky, L., & Greco, M. (2009). Uso de analogías para el "aprendizaje sustentable": El caso de la enseñanza de los niveles de organización en sistemas biológicos y sus propiedades emergentes. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*.
- Gallareta, S. F. (2005). *Modelos analógicos en la Enseñanza de la biología: caracterización de analogías utilizadas por los profesores de nivel medio*. Memorias del III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología y VII Jornadas Nacionales.
- Gallarreta, S. F. (2005). *Aportes para la utilización de analogías en la enseñanza de las ciencias*. Buenos aires: Revista Iberoamericana de Educación. doi:1681-5653
- García, P. S. (2015). Efectos de las características del problema, captación de su estructura y uso de analogías sobre el éxito de los estudiantes de secundaria. *Teoría de la Educación*, 22, 221-244.
- Gingras, Y. (2015). El poder creativo de las analogías formales en física: el caso de Albert Einstein. *Science & Education*(24), 529–541.
- Glinn, S. (1991). Explaining science concepts: A teaching-with analogies model. *The psychology of learning science*, 219-240.
- Glinn, S., & Takahashi, T. (1998). Learning from Analogy-Enhanced Science Text. *Journal of Research in Science*, 35 (10), 1129-1149.
- Gonsalves, E. (2009). Educación Biocéntrica. Brasil: universitaria.
- Guerra, H. (2014). *La analogía como instrumento de argumentación inductiva*. política y cultura. Obtenido de Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/polcul/n42/n42a10.pdf>
- Hernandez, C. A. (2005). ¿Qué son las competencias científicas? *Foro Educativo Nacional - 2005*, (pág. 2). Bogotá.
- Jona-Lasinio, G. (2010). *Analogies in Theoretical Physics. Progress of Theoretical Physics Supplement*.

- Laborde, G. (s.f.). Analogías como estrategias de enseñanza. Recuperado el 20 de 08 de 2017, de <http://www.uruguayeduca.edu.uy/sites/default/files/2017-08/Analog%C3%ADas%20como%20estrategia%20de%20ense%C3%B1anza.pdf>
- León, G. (sf). La formación interdisciplinaria de los profesores: una necesidad del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Obtenido de <file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-LaFormacionInterdisciplinariaDeLosProfesores-5409501.pdf>
- Lewis, J. (1969). *Ciencia, Fe y escepticismo*. Mexico: Grijalbo.
- Martínez, L. C. (2012). El Uso de Analogías Para Explicar Conceptos Psicoanalíticos. *IV Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XIX Jornadas de Investigación VIII Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR* (pág. 244). Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Obtenido de <http://www.aacademica.org/000-072/472>
- Melendres, E. (2011). *organizadores del aprendizaje y Estrategias*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/elmeve01/4-sesion-de-aprendizaje-capacidades-organizadores-del-aprendizaje-y-estategias-6862573>
- Mellado, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didacticos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, Abril , 17 - 30.
- Ministerio de Educación. (1998). Bogotá.
- Moreira, M. (1997). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo. Porto Alegre, Brasil. Obtenido de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf>
- Morin, E. (2001). *Los Siete Saberes necesarios para la Educación del Futuro*. Buenos Aires: UNESCO-Nueva Visión.
- Ochoa, L. F. (2013). Componentes Epistemológicos y Metodológicos de la Hermenéutica en Investigación Educativa. Bogotá. Obtenido de <http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/paginaimagenes/PRESENTACIONESyPONENCIAS/Memorias%20Ponencias/Bogota/Pedagogia%20con%20enfasis/Mesa%202%20septiembre%2021/Luis%20Francisco%20Ochoa%20Rojas.pdf>
- Oliva, J. M. (2001). Una propuesta didáctica, basada en la investigación, para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 453-470.
- Oliva, J. M. (2006). Actividades para la enseñanza / aprendizaje de la química a través de analogías. *Eureka*, 3(1), 104-114. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92030109>
- Oppenheimer, R. (1955). *Opening address of the 63rd Annual Meeting of the American Psychological Association*.

- Orientación de los murciélagos* (2009). [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=n8swyL6S9es>
- Ossandon P, P. R. (2016). Educación Biocéntrica: un acompañamiento transdisciplinar desde la afectividad y el pensamiento crítico. 3,4. Recuperado el 22 de octubre de 2016, de <http://www.serbicap.cl/nueva/documentos/DOCUMENTO%20EDUCACION%20BIOCENTRICA%20-%20SERVICAP.pdf>
- Perera, F. (2010). Pensamiento complejo, interdisciplinariedad y cultura científica. *VI congreso internacional didácticas de las ciencias*, (pág. 80). La Habana. Obtenido de <http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/images/didacticasdelasciencias2010.pdf>
- Perez J, G. A. (2014). *Definición de habilidad de pensamiento*. Obtenido de <http://definicion.de/habilidad-del-pensamiento/#ixzz4LEPZtTgp>
- Pineda, D. M. (2013). *Analogías y formación de Hipótesis con estudiantes de educación básica en ciencias naturales*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Remigio, K., Yangco, R., & Espinosa, A. (2014). Analogy-Enhanced Instruction: Effects on Reasoning Skills in Science. *The Malaysian Online Journal of Educational Science*, 2, 1-9.
- Robert, D. (21 de febrero de 2013). *Phys.org*. Obtenido de <https://phys.org/news/2013-02-bees-electrical-fields.html>
- Rodríguez, P. (02 de febrero de 2017). *Infobiología.net*. Obtenido de <http://www.infobiologia.net/2017/02/animales-campo-electrico.html>
- Rodríguez-Mena García, M. (2000). *Aprendiendo a través de analogías*. La Habana: CIPS, Centro de Investigaciones Psicológicas y Sociológicas. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Cuba/cips/20120822011928/rodri1.pdf>
- Ruiz, R. (1999). *historia de la ciencia y el metodo científico*. Atlanta, USA.
- Schmidt, L. (2016). Biocentrismo: un paradigma emergente del conocimiento humano. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/42493/1/articulo3.pdf>. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/42493/1/articulo3.pdf>
- Steven Tyler - *La increíble máquina humana* (2012). [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=-lpVpDBPaPA>
- Valenzuela, C. (2011). *¿qué es el razonamiento Analógico?* Obtenido de <http://www.psicologia-online.com/pir/introduccion-al-razonamiento-analogico.html>
- Vosniadou, S. (1988). Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: a developmental perspective. *University of Illinois at Urbana-Champaign University*.
- Yáñez, J. (16 de enero de 2016). *El espíritu de Galileo*. Obtenido de <http://elespiritudegalileo.blogspot.com.co/2016/01/el-escarabajo-bombardero.html>

Zambrano, I. (8 de marzo de 2009). Obtenido de
<http://fotosintesisyrespiracioncelular.blogspot.com.co/>

Anexo 1

LAS ANALOGÍAS COMO ESTRATEGIA PARA DESARROLLAR LA HABILIDAD DE INFERENCIA CIENTÍFICA PRE TEST: RECONOCIMIENTO DE ANALOGÍAS

Objetivo: Identificar el nivel de desempeño de la habilidad inferencial mediante el reconocimiento y uso de analogías por parte de los profesores para dinamizar las unidades temáticas en los procesos de enseñanza y aprendizaje del área de ciencias naturales, con el fin de establecer su impacto en el desarrollo de competencias científicas.

Con el fin de realizar un estudio sobre reconocimiento de analogías y el desarrollo de la habilidad inferencial en estudiantes de grado 11°, hemos recopilado diferentes afirmaciones utilizadas en el ámbito de las ciencias naturales, y necesitamos de tu ayuda para identificar en cuales afirmaciones se hace presente el uso de las analogías, entendiéndose analogía como:

“comparaciones entre dominios de conocimiento que superficialmente no se parecen entre sí, uno más conocido, llamado “fuente” o “análogo” y otro menos conocido, denominado “blanco” o “concepto” (Gallareta, 2005)³

Por esto, solicitamos tu colaboración para que contestes algunas preguntas que no te tomarán mucho tiempo. Para cada ítem, puedes marcar solo una opción. Marca con claridad la opción elegida con una **X**.

Te pedimos que contestes este cuestionario con la mayor sinceridad posible, de acuerdo con los conocimientos que tienes en cada una de las opciones planteadas. ¡Muchas gracias por tu colaboración!

I. Que tan frecuente usas analogías ...

Ítem	Uso de analogías	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Muy pocas veces	Nunca
1	Para explicar el funcionamiento de algún Electrodoméstico					
2	Para entender una teoría o concepto científico.					
3	Para explicar un evento de la naturaleza.					
4	Para establecer una relación causa-efecto.					
5	Para conectar lo cotidiano con lo desconocido					
6A	¿Que podría comprenderse utilizando una analogía? De un ejemplo					
6B	Usted en su proceso de aprendizaje ¿ha podido crear o detectar una analogía? De ser afirmativo de un ejemplo.					

³ Gallareta, S. F. (2005). *Modelos analógicos en la Enseñanza de la biología: caracterización de analogías utilizadas por los profesores de nivel medio*. Memorias del III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología y VII Jornadas Nacionales.

II. En las siguientes afirmaciones se puede evidenciar el uso de analogías...

Ítem	Afirmaciones	Definitivamente si	Probablemente si	Probablemente no	Definitivamente no
7	La energía puede ser transformada de un tipo a otro, pero nunca creada ni destruida.				
8	El núcleo de la célula es como el jefe en una empresa.				
9	El efecto del campo gravitacional terrestre sobre un cuerpo es similar al que experimentan los cuerpos cargados en un campo electrostático.				
10	El cocodrilo para ocultarse en el agua y no dejar expuesto su cuerpo, consume piedras; así como un submarino inunda unos compartimientos para descender.				
11	El calor específico de un cuerpo es casi igual a establecer "el gusto o el disgusto" de éste por el calor.				
12	La naturaleza reabsorbe la materia orgánica de la misma forma como los seres humanos reciclamos los desechos.				
13	La seda de las arañas tiene resistencia similar a la del acero.				
14	El enlace iónico es más débil que el covalente.				
15	La fotosíntesis es equivalente a transformar energía lumínica en química.				
16	El movimiento de los planetas alrededor del sol es similar al movimiento de los electrones alrededor del núcleo.				
17	El funcionamiento de un motor es similar al funcionamiento del corazón.				
18	Cuando se quema un bosque se produce una reacción exotérmica.				
19	El sistema nervioso central es como una computadora donde las neuronas serían los cables.				
20	El interruptor de un bombillo se comporta como una puerta o como un grifo.				
21	El efecto del campo gravitacional terrestre sobre un cuerpo es similar al que experimentan algunos metales en un campo magnético				
22	Las partículas de aire en la atmósfera se comportan como un recipiente lleno de plumas. Las del fondo experimentan más presión, hay mayor cantidad y ocupan menos espacio.				
23	Los procesos que se llevan a cabo en un motor sirven para explicar los juegos pirotécnicos.				
24	Explica con tus propias palabras una de las afirmaciones anteriores, donde se aprecie el uso de analogías.				

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Pre test: reconocimiento de analogías - En las siguientes afirmaciones se puede evidenciar el uso de analogías... CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Ítem	Afirmaciones	Definitivamente	Probablemente	Probablemente	Definitivamente
		si	si	no	no
7	La energía puede ser transformada de un tipo a otro, pero nunca creada ni destruida.				X
8	El núcleo de la célula es como el jefe en una empresa.	X			
9	El efecto del campo gravitacional terrestre sobre un cuerpo es similar al que experimentan los cuerpos cargados en un campo electrostático.	X			
10	El cocodrilo para ocultarse en el agua y no dejar expuesto su cuerpo, consume piedras; así como un submarino inunda unos compartimientos para descender.	X			
11	El calor específico de un cuerpo es casi igual a establecer "la afinidad o no" de éste por el calor.	X			
12	La naturaleza reabsorbe la materia orgánica de la misma forma como los seres humanos reciclamos los desechos.	X			
13	La seda de las arañas tiene resistencia similar a la del acero.	X			
14	El enlace iónico es más débil que el covalente.				X
15	La fotosíntesis es equivalente a transformar energía lumínica en química.	X			
16	El movimiento de los planetas alrededor del sol es similar al movimiento de los electrones alrededor del núcleo.	X			
17	El funcionamiento de un motor es similar al funcionamiento del corazón.	X			
18	Cuando se quema un bosque se produce una reacción exotérmica.				X
19	El sistema nervioso central es como una computadora donde las neuronas serían los cables.	X			
20	El interruptor de un bombillo se comporta como una puerta o como un grifo.	X			
21	El efecto del campo gravitacional terrestre sobre un cuerpo es similar al que experimentan algunos metales en un campo magnético	X			
22	Las partículas de aire en la atmósfera se comportan como un recipiente lleno de plumas. Las del fondo experimentan más presión, hay mayor cantidad y ocupan menos espacio.	X			
23	Los procesos que se llevan a cabo en un motor sirven para explicar los juegos pirotécnicos.				X
24	Explica con tus propias palabras una de las afirmaciones anteriores, donde se aprecie el uso de analogías.				

Anexo 3



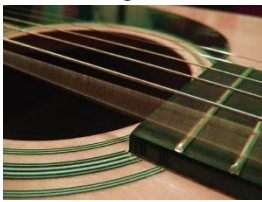

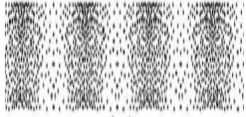
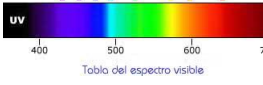

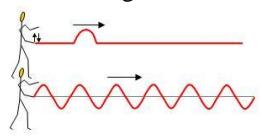

Secuencia didáctica N. 1. “Ondas para ver y oír el entorno”

Momento 1. Diagnóstico . Duracion 15 minutos. Trabajo en grupos cooperativos

1. En el siguiente cuadro, enumeren la mayor cantidad de elementos físicos, químicos y biológicos que consideren se asocian al concepto de ONDA.

ONDA	Elementos físicos, químicos y biológicos asociados

2. En las siguientes imágenes, seleccione aquellas que consideren, corresponden a ONDAS desde el punto de vista Físico.

<p>Imagen 1</p> 	<p>Imagen 2</p> 	<p>Imagen 3</p> 	<p>Imagen 4</p> 	<p>Imagen 5</p> 
<p>Imagen 6</p> 	<p>Imagen 7</p> 	<p>Imagen 8</p> 	<p>Imagen 9</p> $y(x,t) = A \cdot \text{sen}(kx - \omega t)$	<p>Imagen 10</p> 

3. De la selección hecha en el punto anterior, escriban tres criterios que haya tenido en cuenta para hacerla.

4. Con los elementos mencionados en el primer punto, elaboren un mapa conceptual que permita aproximarse a la comprensión del concepto de ONDA.

Momento 2. Conceptualización: Duracion 35 minutos. Trabajo en grupos cooperativos

1. Observen con atención el video “Steven Tyler - [National Geographic - La increíble máquina humana 2007]”. A continuación, mencionen diferentes elementos que les permitan acercarse a la construcción del concepto de onda.

3. Todos en algún momento hemos participado de “la ola” en el estadio o hemos visto esta dinámica en televisión. La imagen muestra el instante en que algunos participantes se han puesto de pie.

¿Qué elementos en común encuentran con el video?

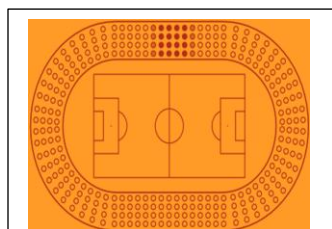


Imagen 1.

ONDA	Elementos asociados	

Establezcan similitudes y equivalencias entre los elementos del video y los de la imagen que hacen que ambos se aproximen al concepto de ONDA.

SIMILITUDES	EQUIVALENCIAS	
	VIDEO	IMAGEN

4. ¿Qué relación pueden establecer con las situaciones planteadas en el video y la imagen 1?

Establezcan similitudes y equivalencias entre los elementos del video y los de las imágenes que hacen que le permitan una aproximación al concepto de ONDA.

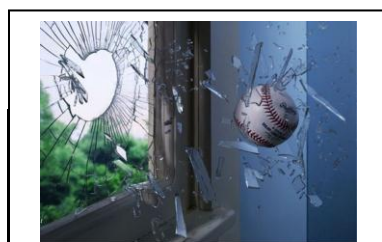
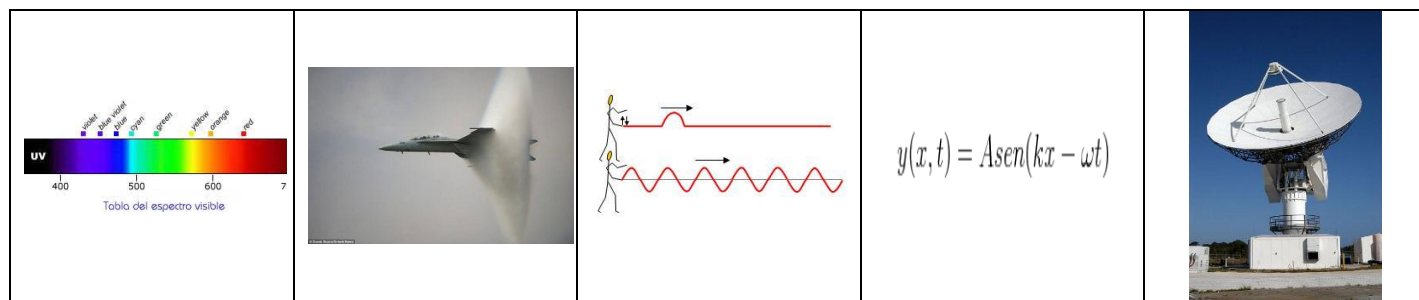


Imagen 2.

EQUIVALENCIAS		
VIDEO	IMAGEN 1	IMAGEN 2

5. En las siguientes imágenes, seleccione aquellas que consideren, corresponden a ONDAS desde el punto de vista Físico.

--	--	--	--	--



6. De la selección hecha en el punto anterior, escriban tres criterios que haya tenido en cuenta para hacerla. (Mejorando los argumentos del instrumento 1)

7. Con los elementos mencionados en el primer punto, elaboren un mapa conceptual que permita aproximarse a la comprensión del concepto de ONDA. (Mejorando el realizado en el instrumento 1)

Momento 3. Profundización: Duración 35 minutos. Trabajo en grupos cooperativos

I Observen con atención los siguientes videos: “Detectan agua a distancia los elefantes”, “Ecolocalización en delfines” y “Orientación de los murciélagos”. A continuación, haciendo analogías entre las situaciones presentadas en cada uno, identifiquen los elementos que caracterizan a las ondas. **Recuerda que una ONDA es una perturbación que se propaga a través de un medio material o en el vacío, sin transporte de materia, pero sí de energía.** (Marque la respuesta correcta en cada caso)

	Video 1 “Detectan agua a distancia los elefantes”	Video 2 “Ecolocalización en delfines”	Video 3 “Orientación de los murciélagos”
1. ¿Existe un medio material para la propagación?	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
2. Medio de propagación	<input type="checkbox"/> vacío <input type="checkbox"/> aire <input type="checkbox"/> agua <input checked="" type="checkbox"/> tierra	<input type="checkbox"/> vacío <input type="checkbox"/> aire <input checked="" type="checkbox"/> agua <input type="checkbox"/> tierra	<input type="checkbox"/> vacío <input checked="" type="checkbox"/> aire <input type="checkbox"/> agua <input type="checkbox"/> tierra
3. Tipo de onda	<input checked="" type="checkbox"/> mecánica y longitudinal <input type="checkbox"/> mecánica y transversal <input type="checkbox"/> electromagnética y longitudinal <input type="checkbox"/> electromagnética y transversal	<input checked="" type="checkbox"/> mecánica y longitudinal <input type="checkbox"/> mecánica y transversal <input type="checkbox"/> electromagnética y longitudinal <input type="checkbox"/> electromagnética y transversal	<input checked="" type="checkbox"/> mecánica y longitudinal <input type="checkbox"/> mecánica y transversal <input type="checkbox"/> electromagnética y longitudinal <input type="checkbox"/> electromagnética y transversal

4. Tipo de onda sonora	<input checked="" type="checkbox"/> Infrasónica <input type="checkbox"/> Sónica <input type="checkbox"/> Ultrasónica	<input type="checkbox"/> Infrasónica <input type="checkbox"/> Sónica <input checked="" type="checkbox"/> Ultrasónica	<input type="checkbox"/> Infrasónica <input type="checkbox"/> Sónica <input checked="" type="checkbox"/> Ultrasónica
5. fenómenos ondulatorios presentes	<input type="checkbox"/> Reflexión <input type="checkbox"/> Refracción <input checked="" type="checkbox"/> Difracción <input type="checkbox"/> Superposición	<input checked="" type="checkbox"/> Reflexión <input type="checkbox"/> Refracción <input type="checkbox"/> Difracción <input type="checkbox"/> Superposición	<input checked="" type="checkbox"/> Reflexión <input type="checkbox"/> Refracción <input type="checkbox"/> Difracción <input type="checkbox"/> Superposición

II. En cuales de las siguientes situaciones se puede inferir que el comportamiento de la onda es análogo a la situación presentada en cada video. (Marquen con una X en la(s) que considere)

6. Video 1 “Detectan agua a distancia los elefantes”	<input checked="" type="checkbox"/> Ondas sísmicas <input type="checkbox"/> El radar <input type="checkbox"/> Ecografía <input checked="" type="checkbox"/> Wi fi
7. Video 2 “Ecolocalización en delfines”	<input type="checkbox"/> Ondas sísmicas <input checked="" type="checkbox"/> El radar <input checked="" type="checkbox"/> Ecografía <input type="checkbox"/> Wi fi
8. Video 3 “Orientación de los murciélagos”	<input type="checkbox"/> Ondas sísmicas <input checked="" type="checkbox"/> El radar <input checked="" type="checkbox"/> Ecografía <input type="checkbox"/> Wi fi

Nota: los aspectos en negrilla corresponden a las respuestas de esta secuencia

Anexo 4

Secuencia didáctica N. 2. “El escarabajo torpedero”

Momento 1 Diagnóstico- Exploración

Ideas previas: ¿Cuál es la diferencia entre reacción exotérmica y endotérmica?		
	Exotérmica	Endotérmica
PARTICIPANTE N. 1		
PARTICIPANTE N. 2		
PARTICIPANTE N. 3		
DEFINICIÓN UNIFICADA		

2. En las siguientes imágenes, seleccione aquellas que considere, corresponden a reacciones exotérmicas.

The collage includes the following elements:

- Fireworks:** A photograph of a firework exploding in the night sky.
- Fotosíntesis:** A diagram of a plant showing the process of photosynthesis. It labels 'Energía Solar' (Solar Energy) entering the plant, 'Materia Orgánica' (Organic Matter) being produced, and 'Hojas' (Leaves) as the site of the process. It also shows '(O2) Oxígeno' (Oxygen) being released and '(CO2) Dióxido de Carbono' (Carbon Dioxide) being absorbed.
- Fusión:** A diagram titled 'Fusión' showing a block of ice melting into water. Below it, the text reads 'Es el paso de sólido a líquido' (It is the transition from solid to liquid).
- Motor:** A detailed diagram of an internal combustion engine with labels for 'Árbol de levas' (Valve train), 'Válvulas' (Valves), 'Árbol de levas' (Valve train), 'Eje de la transmisión y caja de cambios' (Transmission and gearbox shaft), 'Bielas' (Crankshafts), 'Cigüeñal' (Crankshaft), and 'Calor liberado de aceite del motor' (Heat released from engine oil).
- Chemical Reaction:** A molecular model showing the reaction $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$.
- Respiración:** A diagram of a leaf showing 'RESPIRACIÓN' (Respiration). It indicates 'oxígeno' (oxygen) is released and 'dióxido de carbono' (carbon dioxide) is absorbed. A note below says: 'De noche, las plantas realizan sólo la respiración y desprenden únicamente dióxido de carbono' (At night, plants only perform respiration and release only carbon dioxide).
- Firefly:** A photograph of a firefly emitting light from its abdomen.
- Egg:** A photograph of a cracked eggshell.
- Flame:** A photograph of a blue and yellow flame.
- Rust:** A photograph of a rusty iron nail. A chemical equation is shown: $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ (RUSTING OF IRON).

3. Del punto anterior, escriban tres criterios que haya tenido en cuenta para hacer la selección.

Momento 2 Conceptualización (concepto blanco)

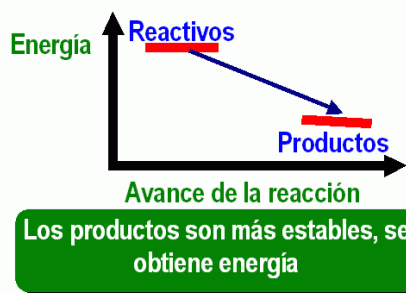
1. Lean cuidadosamente la información dada en el siguiente cuadro.

REACCIÓN EXOTÉRMICA	REACCIÓN ENDOTÉRMICA
En una reacción o proceso exotérmico, la energía se libera en el medio ambiente, por lo general en forma de calor, y también como electricidad, sonido o luz.	Una reacción endotérmica se produce cuando la energía es absorbida de los alrededores en forma de calor.
Si el sistema se enfría, eso significa que se está liberando el calor, y la reacción que tiene lugar es una reacción exotérmica.	Si el sistema se calienta, eso significa que se absorbiendo el calor, y la reacción que tiene lugar es una reacción endotérmica.

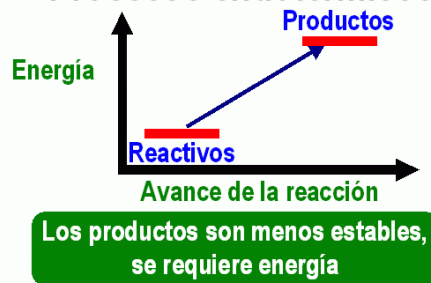
Cuando se forman enlaces químicos, se libera calor en una reacción exotérmica. Hay una pérdida de energía cinética en los electrones que reaccionan, y esto hace que la energía que se libera en forma de luz. Esta luz es igual en energía a la energía de estabilización requerida para la reacción química (la energía de enlace). La luz liberada puede ser absorbida por otras moléculas, dando lugar a vibraciones o rotaciones moleculares, de donde proviene la noción clásica de calor. La energía necesaria para que ocurra la reacción es menor que la energía total liberada.

Cuando se rompen los enlaces químicos, la reacción es siempre endotérmica. En las reacciones químicas endotérmicas, la energía se absorbe (dibujado desde fuera la reacción) para colocar un electrón en un estado de energía más alto, permitiendo así que el electrón se asocie con otro átomo para formar un complejo químico diferente. La pérdida de energía a partir de la solución (el entorno) es absorbida por la reacción en forma de calor.

Procesos exotérmicos



Procesos endotérmicos



2. En el siguiente cuadro, enumeren la mayor cantidad de conceptos físicos y químicos que consideren se asocian a una reacción exotérmica. Tengan en cuenta que los conceptos físicos se refieren a fenómenos en los que hay interacción entre masa-masa o masa-energía, mientras que los conceptos químicos se refieren a fenómenos en los que hay transformaciones de la materia.

	Conceptos físicos asociados	Conceptos químicos asociados
REACCIÓN EXOTÉRMICA		

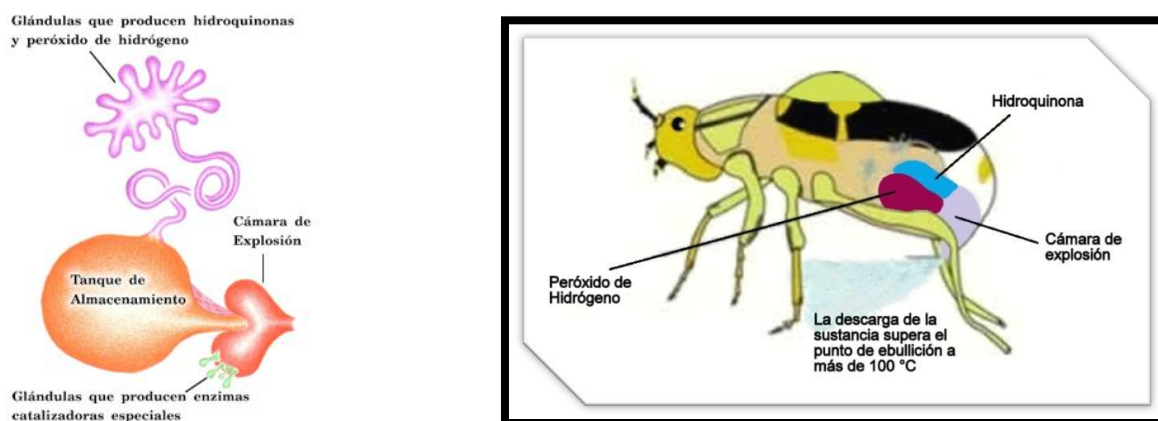
momento 3. Uso y creación de analogías

1. Lean cuidadosamente la información siguiente.

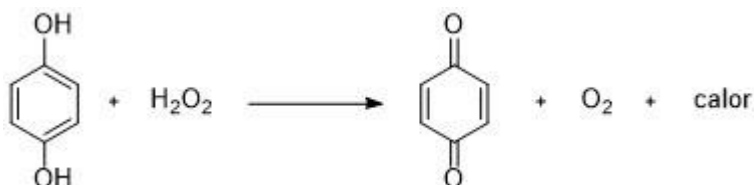
GUERRA QUÍMICA “EL ESCARABAJO BOMBARDERO”

El escarabajo bombardero (*Brachinus crepitans*), posee mecanismo de defensa, para el cual utiliza cuatro diferentes sustancias químicas combinadas con precisión de tiempo y de dosis.

El escarabajo fabrica dos sustancias o compuestos: la hidroquinona y el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), que almacena en cámaras especiales de contención hasta hacer uso de su contenido, a los que agrega una enzima inhibidora que impide que se lleve a cabo la explosión en el interior del insecto. De tal forma, lo almacena indefinidamente.



Cuando se siente amenazado por un predador, el escarabajo bombardero mezcla hidroquinona y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) con enzimas (anti-inhibidor) en una cámara llamada irónicamente cámara de explosión. El peróxido de hidrógeno oxida la hidroquinona a quinonas. El escarabajo bombardero es capaz de producir un aerosol químico capaz de producir 204 kJ de calor produciendo una **REACCIÓN EXOTÉRMICA**, por lo que se genera una gran cantidad de energía que es liberada de golpe, dando lugar a una pequeña explosión.



Además, la descarga de sustancias supera el punto de ebullición a más de 100°C , de modo que la quinona y el agua resultante de la reacción salen del abdomen del insecto a una temperatura muy elevada, produciendo quemazón e irritación en el pobre depredador que creía que iba a salir airoso del ataque. El mismo escarabajo puede disparar hasta 50 chorros sucesivos, con un alcance de 5 cm (distancia 4 veces mayor que la longitud del insecto).

Texto tomado de: <http://curiosidadesenlaquimica.blogspot.com.co/p/el-escarabajo-bombardero.html>
<http://omicronno.espanol.com/2016/04/escarabajo-bombardero/>

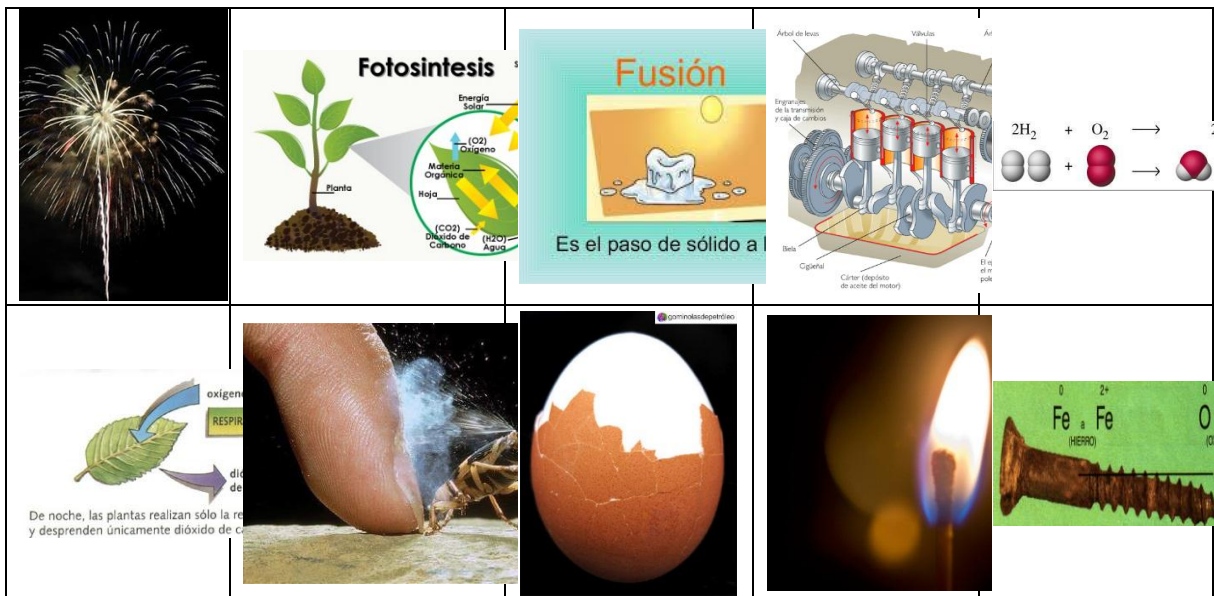
2. En el siguiente cuadro, enumeren la mayor cantidad de conceptos físicos y químicos que hayan encontrado en el texto o aquellos que puedan inferir, son necesarios para entender el mecanismo de defensa del Escarabajo Bombardero.

Tengan en cuenta que los conceptos físicos se refieren a fenómenos en los que hay interacción entre masa-masa o masa-energía, mientras que los conceptos químicos se refieren a fenómenos en los que hay transformaciones de la materia.

MECANISMO DE DEFENSA	Conceptos físicos asociados	Conceptos químicos
----------------------	-----------------------------	--------------------

DEL ESCARABAJO BOMBARDERO.		asociados

3. En las siguientes imágenes, seleccionen aquellas que consideren que corresponden a mecanismos similares a los que usa el Escarabajo Bombardero para su defensa. (Utilicen todos los datos dados en la lectura para tomar su decisión)



3. De la selección hecha en el punto anterior, escriban tres criterios que hayan tenido en cuenta para hacer la selección.

4. Escojan una de las imágenes seleccionadas y hagan un paralelo con los aspectos más importantes tenidos en cuenta para relacionarla con mecanismos similares a los que usa el Escarabajo Bombardero para su defensa.

<i>EL ESCARABAJO BOMBARDERO</i>	Imagen escogida

5. Con los conceptos mencionados en el segundo punto, elaboren un mapa conceptual que permita comprender el proceso de una **REACCIÓN EXOTÉRMICA**

6. Mencionen dos posibles usos de mecanismos similares al utilizado por el Escarabajo bombardero en diferentes campos. Expliquen brevemente.

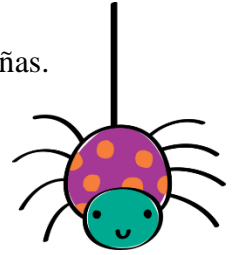
Secuencia didáctica N. 3. “Que tanto sabes de las telarañas”

Momento 1: Diagnóstico. Duracion 15 minutos. Trabajo en grupos cooperativos

En un tiempo máximo de 5 minutos, escribir 10 cosas que puedas decir de las telarañas.

Características:




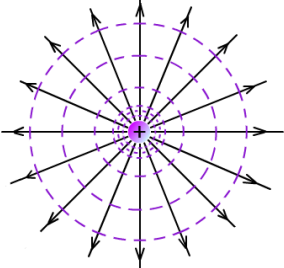
1	6
2	7
3	8
4	9
5	10



Realiza el dibujo con el cual la representarías

Momento 2. Conceptualización . Duracion 15 minutos. Trabajo en grupos cooperativos

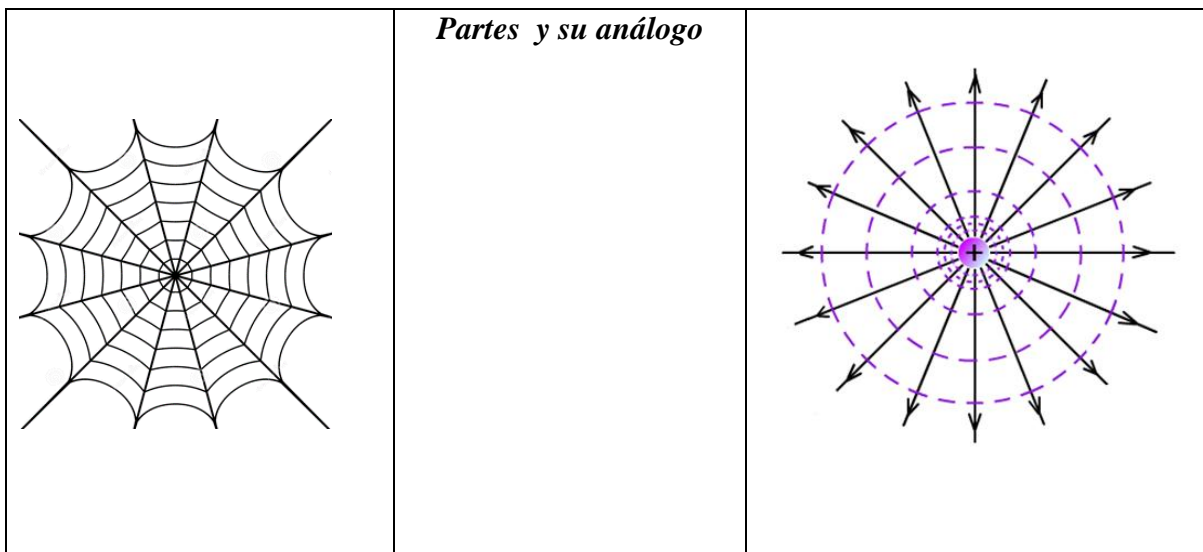
Realiza la siguiente lectura y explica brevemente cómo se puede relacionar con la actividad anterior.

<p style="text-align: center;">CAMPO ELCTRICO</p>	<p>Es una propiedad del espacio mediante la cual “se propaga” la interacción entre cargas. Una región del espacio donde existe una perturbación tal que, a cada punto de dicha región le podemos asignar una magnitud vectorial, llamada intensidad de campo eléctrico. Se representa por medio de líneas de campo. Si la carga es positiva, el campo eléctrico es radial y saliente a dicha carga. Si es negativa es radial y entrante. Las líneas de campo no se pueden cortar, porque si lo hicieran en un punto habría dos valores distintos de intensidad de campo eléctrico</p>
<p>LA UNIDAD CON LA QUE SE MIDE ES:</p>	<p><i>Newton / coulomb</i></p>
<p>IMAGEN QUE REPRESENTA UN CAMPO ELECTRICICO</p> <p>  Líneas de fuerza  Líneas equipotenciales  Carga puntual q : puede + o - </p>	

Explicación:

Momento 3. Uso y creacion de Analogías. Duracion 20 minutos. Trabajo en grupos cooperativos

En las siguientes imágenes, señala con flechas las características del campo eléctrico y asócialas con las características análogas de la telaraña. Esta última analogía será fácil de reforzar con ayuda de un par de imágenes como las siguientes.



Momento de Construcción de analogías

- *Indagar otros ejemplos prácticos donde se puedan establecer situaciones análogas a los campos eléctricos. Expliquen brevemente*

- *Indagar la importancia que tienen las arañas para el equilibrio ecológico*

Anexo 6

Post-test

LAS ANALOGÍAS COMO ESTRATEGIA PARA DESARROLLAR LA HABILIDAD DE INFERENCIA CIENTÍFICA POST TEST: RECONOCIMIENTO DE ANALOGÍAS

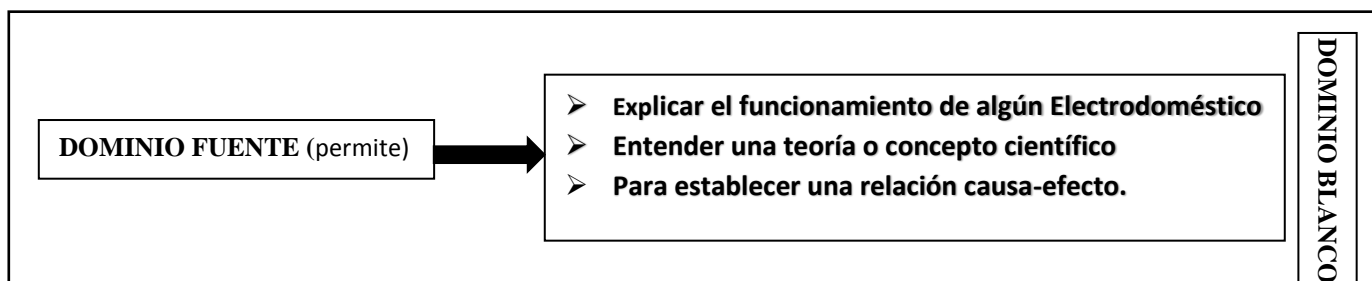
Objetivo: Identificar el mejoramiento en el nivel de desempeño de la habilidad inferencial luego de desarrollar secuencias didácticas mediante el uso de analogías por parte de los profesores para dinamizar las unidades temáticas en los procesos de enseñanza y aprendizaje del área de ciencias naturales, con el fin de establecer su impacto en el desarrollo de competencias científicas.

Con el fin de realizar un estudio sobre reconocimiento de analogías y el desarrollo de la habilidad inferencial en estudiantes de grado 11°, hemos recopilado diferentes afirmaciones utilizadas en el ámbito de las ciencias naturales, y necesitamos de tu ayuda para identificar en cuales afirmaciones se hace presente el uso de las analogías, entendiéndose analogía como:

“comparaciones entre dominios de conocimiento que superficialmente no se parecen entre sí, uno más conocido, llamado “fuente” o “análogo” y otro menos conocido, denominado “blanco” o “concepto” (Gallarreta, 2005)⁴

Por esto, solicitamos tu colaboración para que contestes algunas preguntas que no te tomarán mucho tiempo. Para cada ítem, puedes marcar solo una opción. Marca con claridad la opción elegida con una **X**. ¡Muchas gracias por tu colaboración!

- III.** Que tan frecuente usas analogías... **a continuación te presentamos tres temáticas abordadas en clase (situación fuente), señala aquella que tu infieres puede tener elementos comunes y te permitirían hacer una analogía (situación blanco).**

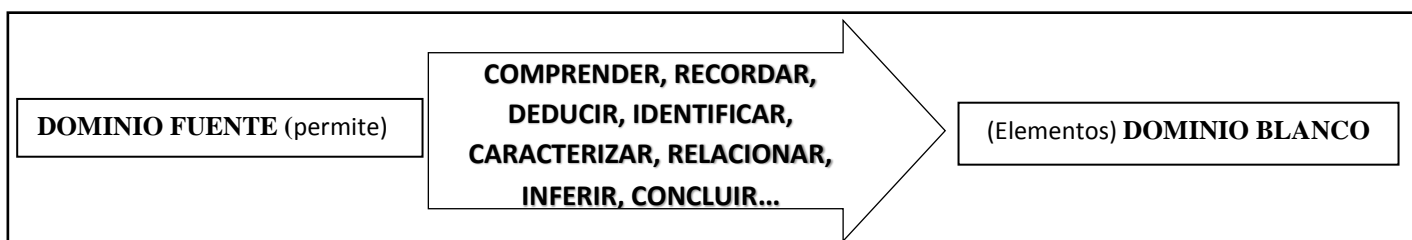


Ítem	Situación fuente	Situación blanco
1	Comunicación entre elefantes	A. Wi fi B. Campos electrostáticos C. Mezcla de compuestos-reacción

⁴ Gallarreta, S. F. (2005). *Modelos analógicos en la Enseñanza de la biología: caracterización de analogías utilizadas por los profesores de nivel medio*. Memorias del III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología y VII Jornadas Nacionales.

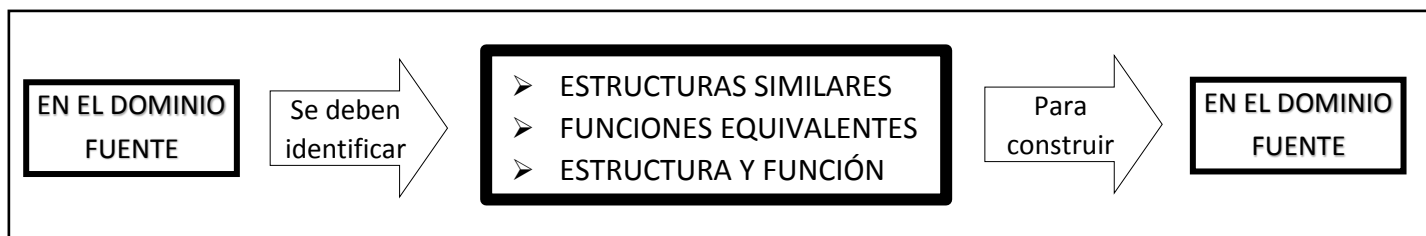
2	Tela de araña	A. Wi fi B. Campos electrostáticos C. Mezcla de compuestos-reacción
3	Mecanismo de defensa de los escarabajos torpederos	A. Wi fi B. Campos electrostáticos C. Mezcla de compuestos-reacción

IV. En las siguientes afirmaciones se puede evidenciar el uso de analogías... **Para cada una de los siguientes dominios de conocimiento (fuente), señala aquel que tu infieres puede tener elementos comunes y te permitirían hacer una analogía (Situación blanco), es decir:**



Ítem	Fuente	Blanco
1	Una fábrica	A. El sistema planetario y su organización B. La célula, sus partes y funciones C. El campo gravitacional alrededor de un cuerpo celeste
2	Una central de energía	A. El sistema planetario y su organización B. El interruptor y su funcionamiento C. La fotosíntesis
3	Una puerta	A. El interruptor y su funcionamiento B. La célula, sus partes y funciones C. La fotosíntesis
4	El motor	A. El interruptor y su funcionamiento B. La fotosíntesis C. El corazón y su función
5	El mecanismo de un submarino	A. El interruptor y su funcionamiento B. El Empuje y su relación con otras variables C. El corazón y su función

- V. Construyendo mis propias analogías... a continuación te proponemos algunas temáticas (dominio fuente) con las que puedes inferir una analogía y con ella; comprender nuevos conceptos, explicar el funcionamiento de un aparato o establecer una relación causa – efecto (dominio blanco). Los DOMINIOS BLANCO que escojas deben corresponder a una de las asignaturas de Ciencias Naturales: Biología, Física o Química.



Ítem	Situación fuente	Situación blanco	Explicación (breve)
1	El sistema nervioso		
2	La danza		
3	Un sube y baja		
4	Una represa		

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Investigadores: *Mónica Marcela Ramírez – Juan Carlos Bolívar*