



GoScience Metodología
para mejorar
la comprensión

GoScience project: creativity and
enhanced comprehension in science
teaching and learning

2017-1-BG01-KA201-036209

CONTENIDO

Sobre la metodología..... Página 3

Contenidos metodológicos

Visión general Página 4

1. Marco metodológico para mejorar la comprensión en la educación científica.

1.1. Necesidad de coherencia de los contenidos educativos con el modelo de comprensión de los alumnos.

..... Página 5

1.2. Definiendo comprensión..... Página 7

1.3. Tipos de comprensión..... Página 12

1.3.1. Comprensión lectora..... Página 12

1.3.2. Comprensión auditiva Página 14

1.4. Niveles de comprensión y niveles de creatividad..... Página 16

1.4.1. Niveles de comprensión en lectura..... Página 16

1.4.2. Niveles de comprensión en la escucha..... Página 17

1.4.3. Niveles de creatividad Página 18

1.4. Niveles de comprensión y niveles de creatividad..... Página 16

1.4.1. Niveles de comprensión en lectura..... Página 16

1.4.2. Niveles de comprensión en la escucha..... Página 17

2. Enfoques para mejorar la comprensión

2.1. Uso de analogías y metáforas..... Página 21

2.2. Uso de modelos..... Página 22

2.3. Uso de la ilustración, explicación y coloquialismo Página 23

2.4. Uso de arte y drama Página 24

2.5. Uso de los mapas conceptuales de la ciencia Página 25

3. Herramientas y recursos pedagógicos para mejorar la comprensión

3.1. Construyendo analogías efectivas..... Página 28

3.2. Modelo de desarrollo Página 32

3.3. Juegos de arte e instalaciones Página 34

3.4. Construyendo mapas conceptuales de ciencia Página 37

Notas adicionales Página 40



ABOUT THE METHODOLOGY

La metodología es la piedra angular para construir e implementar un enfoque sistemático para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias centrado en la comprensión y en la participación activa de los estudiantes en el proceso educativo.

El objetivo de la metodología es proporcionar a los maestros conocimientos, habilidades y herramientas para desarrollar su enseñanza en torno al concepto de mejorar la comprensión, que es el punto focal del proyecto GoScience.

La metodología mostrará a los maestros cómo pueden involucrar activamente a los estudiantes en el proceso educativo y alentar su creatividad. La metodología se basa en el concepto de adoptar un enfoque de enseñanza centrado en el estudiante.

Con esta metodología queremos ayudar a los maestros a trabajar con los estudiantes de una manera que les permita construir sus conocimientos de

CONTENIDOS METODOLOGICOS



Marco metodológico para
mejorar la comprensión
en la enseñanza
de las ciencias en las
escuelas secundarias



Enfoques
para mejorar la comprensión

Herramientas pedagógicas
para mejorar la comprensión

1. MARCO METODOLÓGICO PARA MEJORAR LA COMPRESIÓN EN LA EDUCACIÓN DE LA CIENCIA EN LAS ESCUELAS SECUNDARIAS



La falta de comprensión es el principal problema del bajo rendimiento en las escuelas, especialmente cuando se trata de temas de ciencias. Y esto lleva a muchos problemas tanto para estudiantes como para profesores. Para los estudiantes, obstaculiza su capacidad para utilizar el conocimiento en la vida cotidiana, disminuye su alfabetización funcional y, como resultado, limita sus capacidades para trabajar en sus competencias transversales, ya que son principalmente un lado pasivo en el proceso educativo y el desarrollo de competencias transversales requiere que los estudiantes sean activos, tomen decisiones y se responsabilicen de cómo van a existir en el mundo después de graduarse de la escuela. Para los docentes, la falta de comprensión reduce su motivación para trabajar e introducir nuevas herramientas e instrumentos pedagógicos.

1.1. Necesidad de coherencia de los contenidos educativos con el modelo de comprensión de los alumnos.

La capacidad de comprensión es probablemente una de las habilidades más importantes de las personas. La comprensión se puede trabajar, desarrollar y mejorar como cualquier otra habilidad que tengamos. No solo es importante sino crucial para el proceso educativo, ya que es responsable de la tarea más difícil: transmitir acuerdos particulares, nociones, procesos y conceptos diferentes, no como un texto formal, sino

de manera que estos conceptos y nociones encuentren su lugar entre otros conceptos ya existentes en la base de datos de conocimiento de los estudiantes y, sobre todo, que se entiendan de una manera que les permita aplicarlos en la vida diaria. La comprensión nos da acceso a conocer el mundo que nos rodea. Nuestra forma de ser y de comportarnos está profundamente influida por nuestra percepción y cómo comprendemos la información que nos rodea.

La ciencia es una disciplina que se basa en gran medida en la capacidad de los estudiantes para comprender nuevos términos y conceptos. Además, los estudiantes pueden tener problemas para comprender cómo se muestra y organiza la información científica (como en las figuras, diagramas, gráficos y dibujos); lidiar con el vocabulario técnico o especializado para transmitir ideas y conceptos científicos; y tener dificultades para comprender las estructuras sintácticas utilizadas para expresar procesos y conceptos científicos complejos.

El problema es que no importa qué tan cerca estén los maestros de los modelos conscientes, cognitivos y de pensamiento de los niños, por lo general fallan por el hecho de que las conexiones neurológicas en sus cerebros, su experiencia y sus conocimientos son muy diferentes a la de los niños. La introducción de un nuevo lenguaje científico a los estudiantes puede causar una confusión considerable, especialmente cuando los estudiantes pueden haber establecido una comprensión diferente de los términos de su uso diario. Debe prestarse especial atención a la selección de nuevos términos científicos, la elección del lenguaje utilizado en las definiciones y las implicaciones de conocimientos previos basados en el uso diario.

Con la metodología actual, desarrollada en el marco del proyecto GoScience, se ayudará a los estudiantes a construir activamente sus conocimientos, a activar sus conocimientos previos y a relacionar las nuevas estructuras con las existentes. Los profesores deben influir en los procesos de comprensión de problemas de los alumnos estructurando el entorno del objetivo de la tarea de la manera más clara posible. Los profesores deben reconocer el pensamiento y la actuación individual de los alumnos y evaluar si están utilizando su conocimiento existente de

manera significativa. La comunicación entre profesores y alumnos es principalmente verbal. Y a diferencia de las charlas privadas, las discusiones en las escuelas se llevan a cabo en lenguaje científico. Las investigaciones en educación científica en Europa muestran que la comprensión en la comunicación entre profesores y estudiantes es un problema importante. Y debe abordarse directamente como la razón del bajo rendimiento a pesar de cualquier factor adicional como falta de motivación en los estudiantes, prácticas de enseñanza obsoletas, falta de equipo de laboratorio, etc.

La educación científica en Europa comienza generalmente con una asignatura general integrada en educación primaria. En la enseñanza secundaria, la enseñanza de las ciencias suele dividirse en asignaturas. Sin embargo, los vínculos entre los diferentes temas rara vez se destacan. No solo eso, sino también en los planes de estudio de ciencias en las escuelas, a menudo, los conceptos científicos diferentes se distribuyen entre los grados en la escuela de manera poco clara, lo que dificulta la enseñanza y el aprendizaje. Y este es un problema serio para la comprensión también. La metodología actual y los resultados del proyecto GoScience en general están planificados para incluir herramientas pedagógicas, es decir, para relacionar diferentes conceptos entre las asignaturas de ciencias en la escuela, proporcionando así el "panorama general" a los estudiantes, quienes podrán establecer conexiones y aprender el pensamiento de sistemas, de centrarse en la memorización de conceptos poco claros.

1.2. Definiendo comprensión

Si investigamos la raíz latina de la palabra comprensión, veremos que significa "tomar juntos".

Lo que quiere decir, que se trata en conjunto: todas las ideas, significados, conceptos con los que una persona está rodeada para dar sentido al mundo en el que existe una persona.

Existen diferentes definiciones de comprensión dadas a través de los años por diferentes investigadores. En los estudios iniciales, la comprensión

estaba estrictamente relacionada con el conocimiento previo: sabemos que las personas con un alto nivel de conocimiento previo del tema comprenden mejor el texto que aquellas con menor conocimiento (consulte Anderson y Pearson, 1984). También sabemos que las personas que saben mejor el significado de las palabras comprenden mejor el texto que aquellas que saben menos (consulte Graves, 1986, para una revisión). Anderson y Pearson (1984) sugirieron tres formas en que el conocimiento previo puede afectar la comprensión. El conocimiento previo puede:

- capacitar a los estudiantes para hacer inferencias sobre su lectura,
 - dirigir su atención a la información importante en un dominio del conocimiento,
- y/o
- proporcionar un plan de recuperación.

Estos no son mutuamente excluyentes. De hecho, el conocimiento previo afecta la comprensión en todas estas formas.

Las definiciones también están relacionadas con los medios y el tipo de información que una persona percibe como:

"La comprensión es el proceso de extraer y construir significado simultáneamente a través de la interacción y la participación con el lenguaje escrito" (sobre comprensión de lectura, Rand Corporation, Reading Study Group, 2002).

"Comprensión es el acto o hecho de comprender el significado, la naturaleza o la importancia de un objeto o información en particular". (sobre la comprensión por parte de un sujeto de investigación de información divulgada oralmente o por escrito).

También se trata del éxito que tenemos al interactuar con otros: "Comprensión es la capacidad de encontrar, evaluar, comparar, administrar la información recibida y pasarla a otros" (Weber y Johnson, 2000).

Es importante señalar que el proceso de comprensión no es un proceso único. Está relacionado con todos los procesos neuropsicológicos activos en el cerebro humano para el reconocimiento, el procesamiento y el uso de la información que recibimos en un contexto específico en el que estamos involucrados. La comprensión en realidad está estrechamente relacionada con la memoria. La comprensión y la memoria tienen una larga historia de estudio en psicología y son imposibles de separar entre sí. De hecho, la memoria puede ser vista como un subproducto inevitable, aunque imperfecto, de la comprensión normal (Craik y Lockhart, 1972). La forma en que comprendemos algo tiene implicaciones para la forma en que se recuerda, y lo que se recuerda es en gran parte función de lo que se entendió inicialmente.

La memoria es uno de los procesos cognitivos más importantes. Si el aprendizaje tiene que progresar, recordar lo que ya se aprendió es indispensable, de lo contrario, cada vez que el alumno tiene que comenzar desde el principio.

Tenemos la noción de que la memoria es un proceso único, pero su análisis revela la participación de diferentes actividades:

Aprendizaje: Esta es la primera etapa de la memoria. El aprendizaje puede ser por cualquiera de los métodos como: imitación, verbal, motor, conceptual, ensayo y error, conocimiento, etc. Por lo tanto, cualquiera sea el tipo de aprendizaje, debemos prestar nuestra atención para retener lo aprendido. Un buen aprendizaje es necesario para una mejor retención.

Retención: la retención es el proceso de recordar lo que se aprendió o experimentó en el pasado. El material aprendido debe conservarse para avanzar en nuestro aprendizaje. Los psicólogos opinan que el material aprendido se conservará en el cerebro en forma de rastros neuronales denominados "rastros de la memoria", o "engramas", o "neurogramas".

Cuando tiene lugar un buen aprendizaje, se forman engramas claros, de modo que permanecen durante mucho tiempo y se pueden recordar mediante la activación de estos rastros siempre que sea necesario.

Recordar: es el proceso de devolver la información almacenada o retenida al nivel consciente. Esto puede ser entendido por actividades tales como recordar, reconocer, reaprender y reconstruir.

Recordando: recordar es el proceso de reproducir las experiencias pasadas que no están presentes. Por ejemplo, recordando respuestas en la sala de examen.

Reconocimiento: es reconocer a una persona vista anteriormente, o los elementos originales vistos anteriormente, de entre los elementos de la misma clase o categoría en la que están mezclados.

Reaprendizaje: el reaprendizaje también se conoce como método de ahorro. Porque medimos la retención en términos de ahorro en el número de repeticiones o el tiempo requerido para volver a aprender la tarea. La diferencia entre la cantidad de tiempo o las pruebas requeridas para el aprendizaje original y la requerida para reaprender indica la cantidad de retención.

Reconstrucción: la reconstrucción se denomina reorganización. Aquí, el material para aprender se presentará en un orden particular y luego los elementos se mezclarán o barajarán a fondo y se presentarán al individuo para reorganizarlos en el orden original en el que se presentó. La memoria se define como "el poder para almacenar experiencias y llevarlas al campo de la conciencia en algún momento después de que la experiencia haya ocurrido". Nuestra mente tiene el poder de conservar experiencias y recibirlas mentalmente cada vez que una actividad de este tipo ayuda al progreso del ciclo de vida. La experiencia conservada tiene una unidad, una organización propia y colorea nuestra experiencia presente.

Durante el proceso de comprensión, la memoria entra en juego a medida que las entradas perceptivas entrantes se conectan con el conocimiento o la experiencia del pasado para construir una comprensión de la información entrante. Esta representación de memoria construida puede usarse como referencia para interpretar la experiencia futura. Esta interacción continua de comprensión y memoria impacta muchas experiencias, incluida la memoria para eventos, recordando si algo que sabemos proviene de un libro o de la vida real, y construye visiones del mundo basadas en la información.

La comprensión incluye las siguientes fases básicas:

- Codificación de la información.
- Transferencia
- Impresión
- Almacenamiento
- Recuperación
- Consolidación

Se trata de la activación de los conocimientos previos y la construcción de representaciones cognitivas (Modelos de situación). La activación del conocimiento previo se efectúa a partir del dominio del conocimiento previo específico. Los lectores y los oyentes construyen simulaciones mediante la reactivación e integración de rastros de experiencias previas distribuidas a través de múltiples modalidades perceptivas y motoras en el cerebro. ¹

La capacidad para construir representaciones cognitivas emerge temprano en la vida:

Los niños de 4 años pueden formar “perspectivas espaciales de los personajes y sus acciones”. ²

¹ Ahmed M. Abdelal, Ph.D. Neurobiology of Listening & Reading Comprehension, & Brain-Based Strategies for Maximizing Performance, Bridgewater State University, ASHA 2014

² Ziegler, Mitchell, & Curie, 2005; Rall & Harris, 2000

Los niños de 7-13 años construyen modelos situacionales más rápido durante la lectura de textos que cuando escuchan.³

La comprensión también está relacionada con la evolución emocional de la información. La memoria implica recordar y olvidar. Recordar las experiencias agradables hace que la vida sea feliz y, por otro lado, recordar las experiencias desagradables hace que la vida sea infeliz y miserable. Así que aquí el olvido ayuda al individuo a olvidar experiencias y recuerdos no deseados y desagradables y lo mantiene feliz. De esta manera, recordar lo agradable y olvidar lo desagradable son esenciales para la vida normal. En el caso de los aprendices, recordar es muy importante, porque sin memoria no habría aprendizaje. Cuando referimos esto al proceso educativo en general, y a la educación en ciencias en particular, es muy importante crear el ambiente de aprendizaje "feliz" para los estudiantes, también porque las materias de ciencias a menudo están relacionadas con algo difícil, desagradable e innecesario en los estudiantes. 'mentes - lo que hace que el proceso de recordar y comprender sea muy difícil'.

Las emociones regulan el proceso de aprendizaje:

- Guiando nuestro proceso de pensamiento;
- Ayudando a conectar la nueva información con la información existente;
- Proporcionando motivación;
- Proporcionando un contexto significativo;
- Permitiendo que las personas vivan la experiencia.

Sobre la base de lo anterior, la definición de comprensión con la que trabajamos en el proyecto GoScience es la siguiente:

"La comprensión es el proceso de extracción y construcción simultáneas de significado a través de la interacción con información visual / oral y / o escrita, que se evalúa y procesa de tal manera que permita a la persona pasar esta información a otros".

³ Engelen, Bouwmeester, Bruin, & Zwaan, 2011

1.3. Types of comprehension

En la metodología se consideran dos tipos principales de comprensión: lectura y comprensión auditiva, porque en la enseñanza de las ciencias en las escuelas, estos son los métodos y materiales más comunes utilizados para la enseñanza: usar libros de texto y / o escuchar las explicaciones de los maestros relacionadas con la ciencia. Textos, experimentos, gráficas, etc.

1.3.1. Reading comprehension

La lectura implica procesos cognitivos que permiten a los lectores comprender el significado de un texto mediante la decodificación de símbolos impresos. Estos procesos cognitivos múltiples no están activos en todo momento. Hay dos tipos de procesos mentales: de nivel inferior y procesos de nivel superior, que se utilizan según el tipo de actividad de lectura. Los procesos de nivel inferior enfocados en el nivel de palabra son habilidades que deberían automatizarse durante la educación temprana y se llevan a cabo inconscientemente, mientras que los procesos de nivel superior basados en la interpretación general del texto se desarrollan a lo largo de la vida del lector.

La comprensión de lectura es "pensamiento intencional" durante el cual el significado se construye a través de las interacciones entre el texto y el lector. El contenido del significado está influenciado por el texto y por el conocimiento previo y la experiencia del lector que se le atribuye (Reutzel & Cooter, 2011). El Grupo de estudio de lectura RAND (2002) observó que la comprensión de lectura consta de cuatro componentes:

- El lector
- El texto
- La actividad (por ejemplo, descubrir la principal idea del autor, entender la secuencia de eventos, pensar discovering the author's main idea, understanding a sequence of events, thinking sobre la intención de un personaje en la historia, etc.)
- El contexto situacional o el entorno real donde ocurre la lectura (lectura individual o una actividad social en la que las personas leen el texto juntas)

De acuerdo con Pressley (2005) el desarrollo de la comprensión lectora es un proceso de dos etapas:

- La primera etapa (la fase de construcción) comienza con "procesos inferiores" enfocados en el nivel de palabra: reconocimiento de palabras (fonemas, palabras a la vista), fluidez (tasa, precisión y expresión) y vocabulario (significados de las palabras).
- La segunda etapa (la fase de integración) implica procesos de alto nivel y se enfoca en la interpretación general del texto (relacionando el conocimiento previo con el contenido del texto y aprendiendo, seleccionando y controlando conscientemente el uso de varias estrategias cognitivas para recordar y aprender del texto). Durante la segunda fase de procesamiento del significado, las ideas del texto están conectadas con lo que ya sabemos, nuestro conocimiento previo y los nuevos conceptos que no encajan con el significado del texto se eliminan de nuestro conocimiento de la red.

Otro concepto que debemos considerar al analizar la comprensión de lectura es la teoría de esquemas.

Al leer, las personas usan el conocimiento previo para comprender y aprender del texto. Todo nuestro conocimiento se organiza y almacena en estructuras de conocimiento adquiridas (esquemas) como carpetas en una computadora. Dichos esquemas se utilizan como un **marco / red mental** para representar y **organizar la información**. La importancia de la teoría de esquemas para la comprensión lectora también radica en cómo el lector utiliza los esquemas.

Los esquemas nos permiten **recordar**, organizar la memoria, enfocar la atención, interpretar la experiencia o intentar **predecir los resultados más probables de los eventos**. Un texto proporciona instrucciones para los lectores sobre cómo deben recuperar o construir un significado a partir de su propio conocimiento previamente adquirido. De acuerdo con la teoría de esquemas, comprender un texto es un proceso interactivo entre el conocimiento previo del lector y el texto. La comprensión eficiente requiere la capacidad de conectar el texto (pasaje de lectura) con el propio conocimiento. En el proceso educativo, la **tarea de los profesores** sería **ayudar a los estudiantes a desarrollar nuevos esquemas y establecer conexiones entre ellos**.

1.3.2. Comprensión auditiva

La comprensión auditiva es solo una parte de todo el sistema de reconocimiento cognitivo y comprensión de la información proporcionada en un contexto específico. Cuando hablamos de educación científica en las escuelas y el desarrollo de la comprensión auditiva, debemos tener en cuenta que los temas científicos actuales se explican a través del lenguaje científico, lo que dificulta la comprensión de los niños;

Su éxito educativo en ciencias está relacionado principalmente con las habilidades de la palabra de los profesores y su capacidad para explicar. Las investigaciones que involucran a una amplia gama de educadores en varios países han encontrado sistemáticamente que los profesores son los que más hablan en las aulas. El lenguaje juega un papel crucial en la formación y desarrollo de conceptos. Esto sugiere que el lenguaje de un profesor es vital para enseñar ciencias y crear la condición para un aprendizaje significativo.⁴

La comprensión auditiva abarca los múltiples procesos involucrados en el entendimiento y el sentido del lenguaje hablado. Estos incluyen reconocer los sonidos del habla, comprender el significado de palabras individuales y / o comprender la sintaxis de las oraciones en las que se presentan.⁵

La comprensión auditiva es la capacidad de conocer las palabras, que uno escucha y se relaciona con ellas de alguna manera, en base a su conocimiento y experiencia previos. Una buena comprensión auditiva le permite al oyente entender la información que se le presenta, recordarla, discutirla e incluso repetirla / presentarla en sus propias palabras. La comprensión auditiva también se refiere al reconocimiento de los elementos rítmico-melódicos del habla: el énfasis, la entonación, la duración de las voces, etc. y hacer conclusiones relevantes basadas en el contexto, el conocimiento del mundo real y los atributos específicos del hablante (por ejemplo, a qué información tiene acceso el orador y sobre qué es probable que esté hablando). Para períodos más largos de lenguaje o discurso, la comprensión auditiva también implica importantes

⁴ <https://www.weforum.org/agenda/2015/06/why-language-is-so-important-in-science-teaching/>

⁵ Nadig A. (2013) Listening Comprehension. In: Volkmar F.R. (eds) Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders. Springer, New York, NY

demandas de memoria para mantener un registro de las relaciones causales expresadas en el discurso.⁶

Escuchar es la capacidad de comprender completamente un mensaje que una persona que habla o lee en voz alta desea transmitir. Escuchar es una parte importante del proceso de comunicación y educación. Según Güneş (2007: 74).

La escucha no solo se realiza para establecer la comunicación, sino que al mismo tiempo desarrolla el aprendizaje, la comprensión y las habilidades mentales. De acuerdo con esto, escuchar no es solo el proceso de escuchar los sonidos correctamente. Escuchar es el conjunto de actividades mentales realizadas para comprender lo que se escucha. Es decir, escuchar significa hacer elecciones entre lo que se escucha, organizarlas, integrar lo que el hablante transfiere con el conocimiento previo y estructurarlo mentalmente. Escuchar en la comunicación educativa incluye seguir y percibir cuidadosamente los mensajes enviados por el hablante al oyente y darles sentido recuperando experiencias relevantes de la memoria. Dado que la mayor parte de la enseñanza se basa en una explicación verbal, ser competente para escuchar solo es una habilidad de comunicación tanto para el profesor como para el alumno (Başaran, 2005: 433).

1.4. Niveles de comprensión y niveles de creatividad.

¿Por qué conectar niveles de comprensión y niveles de creatividad? El proyecto GoScience apunta a mejorar la comprensión en la educación científica, no solo brindando a los maestros nuevas habilidades y conocimientos para los enfoques e instrumentos pedagógicos centrados en la comprensión, sino también fomentando la creatividad de los estudiantes. Si los profesores saben cómo trabajar para fomentar la creatividad de los estudiantes, también les ayudará a mejorar su comprensión sobre el tema científico: los puntos 2 y 3 de la metodología hablan más detalladamente. Además, conectar niveles de comprensión y niveles de creatividad puede ayudar a los profesores a medir ambos, ya que están interrelacionados: un nivel más alto de creatividad muestra un nivel más alto de comprensión y viceversa; la vinculación de los

⁶There again.

niveles de comprensión y creatividad también puede ayudar a los profesores a comprender mejor los conocimientos previos a los que tienen acceso los estudiantes y también sobre los antecedentes culturales y el contexto de estos conocimientos.

1.4.1. Niveles de comprensión en la lectura

Cuando leemos, ya sea una historia o información, aprendemos a pensar. Hacemos sentido y comprendemos de tres maneras (tres niveles de comprensión de lectura):

Los lectores hacen sentido a través de la **comprensión literal**. Demostramos comprensión de lo que hemos leído al volver a contar y resumir en nuestras propias palabras lo que se ha hecho explícito: los hechos.

Los lectores hacen sentido a través de la **comprensión inferencial**. Demostramos comprensión de lo que hemos leído al hacer inferencias, interpretaciones y reflexiones sobre lo que está implícito en el texto. Hacemos esto con el respaldo de la evidencia del texto o haciendo conexiones con el conocimiento previo y la experiencia personal.

Los lectores hacen sentido a través de la **comprensión analítica**; Vemos a través de los ojos de un escritor, analizando y evaluando la calidad de la escritura. Demostramos comprensión identificando rasgos de buena escritura. Al hacerlo, mejoramos nuestra capacidad de escribir.⁷

1.4.2. Niveles de comprensión auditiva

Entender cómo enseñar a escuchar requiere la comprensión de los diferentes tipos de escucha que se desea que los estudiantes desarrollen. Cada nivel tiene habilidades correspondientes.

La **escucha discriminativa** es fundamental para los otros niveles. La escucha discriminativa es poder escuchar los sonidos pertinentes, así como poder distinguir entre señales verbales y no verbales. Hacer que los estudiantes asistan e interpreten los modales del orador (por ejemplo,

⁷ <https://www.linkedin.com/pulse/three-types-comprehension-make-simple-clear-brian-kissman>

sonrisas, brazos cruzados, puños cerrados) es una forma de enseñar cómo las señales no verbales transmiten el mensaje del orador.

Por ejemplo, ser adepto a la escucha discriminativa coloca a los estudiantes en una mejor posición para escuchar detalles específicos (es decir, escucha precisa), usar expresiones vocales y señales no verbales para tomar decisiones sobre el mensaje del orador (es decir, escucha estratégica), usar señales no verbales para determine la perspectiva de un hablante (escucha crítica) y use sonidos para apreciar lo que están escuchando (es decir, escuchar con aprecio). Estas son formas en que las habilidades de escucha discriminativa fundacional entran en juego en otros niveles de escucha. Dicho esto, un nivel no es necesariamente un requisito previo para el siguiente. Los estudiantes pueden ser expertos con un tipo de escucha, pero no con otro y pueden desarrollar habilidades de escucha en todos los niveles simultáneamente.

La **escucha precisa** ayuda a determinar información específica. Enseñar a los niños cómo recordar detalles, cómo parafrasear información, cómo seguir instrucciones habladas son los tipos de habilidades que requieren una escucha precisa.

La **escucha estratégica** es básicamente ayudar a los estudiantes a escuchar para comprender. Enseñar a los estudiantes cómo conectar las ideas que están escuchando con su conocimiento previo sobre el tema, cómo resumir información, cómo comparar y contrastar información, y cómo hacer inferencias son habilidades asociadas con la escucha estratégica. Este nivel llama a los oyentes a concentrarse en el significado deseado.

La **escucha crítica** tiene que ver con ayudar a los alumnos no solo a comprender el mensaje hablado, sino también a evaluarlo. Pueden examinar y analizar el mensaje, buscando la lógica y las declaraciones que apoyan o niegan el mensaje enunciado, para convencerse de que el orador es creíble. Enseñar a los alumnos a reconocer prejuicios, distinguir entre hechos y opiniones y detectar técnicas de propaganda son habilidades que les permiten escuchar de manera crítica.

La **escucha apreciativa** es apreciar el estilo general del hablante y es bastante individualista. Mientras escuchamos a este nivel, diferentes aspectos de lo que estamos escuchando captan nuestra atención. Es por eso que algunos pueden disfrutar escuchando algunos tipos de poesía, canciones, partituras musicales más que otros. Enseñar a los alumnos cómo reconocer el poder del lenguaje, apreciar las interpretaciones orales y comprender el poder de la imaginación son formas de ayudar a los alumnos a convertirse en oyentes agradecidos.

En resumen, hay cinco niveles de audición y cada uno tiene habilidades asociadas. Estos se muestran en la siguiente tabla. Enseñarles a los alumnos las habilidades de comprensión auditiva es mostrarles cómo escuchar en lugar de decirles que escuchen.⁸

1.4.3. Niveles de creatividad

Grandes innovadores, desde Arquímedes en su bañera hasta Einstein en su ascensor de relatividad, han usado analogías para resolver problemas complejos de manera creativa. Utilizamos analogías para transferir información que creemos que entendemos en un dominio, la fuente, para ayudar a resolver un desafío en un área desconocida, el objetivo.

La creatividad analógica es el primer tipo de creatividad reconocida. Por ejemplo, el diseño de las aspiradoras se mantuvo prácticamente sin cambios durante casi un siglo cuando el inventor James Dyson usó una analogía diferente, los ciclones, para idear una nueva forma de separar las partículas a través de la fuerza de giro de una centrifugadora. A pesar de las diferencias entre similitudes, metáforas y analogías, todas estas son funciones del pensamiento analógico. En esencia, las analogías son puentes que permiten a nuestros procesos cognitivos transportar rápidamente grupos de información de lo desconocido a lo conocido, y viceversa. Las analogías pueden ser tanto racionales como emocionales. Por ejemplo, "La felicidad es un cachorro cálido". No es raro ver la creatividad analógica en el trabajo en los comerciales donde estamos

⁸ Michael F. Opitz, Teaching levels of listening, 2017, <http://blog.listenwise.com/2017/03/teaching-levels-listening/>

seguros de que beber esta bebida es como saltar a una piscina fresca en una calurosa tarde de verano o probar este nuevo chocolate gourmet es similar a un primer beso. Al sentirnos frescos y queridos, consumimos las calorías y aumentamos de peso porque nos relacionamos con la analogía.

En el proyecto GoScience contamos mucho con la creatividad analógica de los niños para ayudarlos a comprender mejor los conceptos científicos (ver punto 2, 2.1 y 2.2. Uso de analogías, metáforas y modelos como enfoque en la educación científica).

Uno de los desafíos de la creatividad analógica es que la fuente de la analogía a menudo es técnica y culturalmente específica. Considere a un grupo de desarrolladores de hardware informático a los que se les pregunta: "¿Cómo se crea un nuevo microprocesador como una carrera de NASCAR?" Si bien es de suponer que todos saben cómo funciona un circuito integrado, es posible que nunca hayan estado en una carrera de autos o que tengan una impresión negativa de ellos. . Por lo tanto, es imperativo que utilice analogías que puedan comprenderse profundamente en la amplia gama de experiencia y culturas cuando se trabaja en un grupo diverso. El psicólogo suizo Carl Jung sugirió que existen arquetipos, prototipos universalmente entendidos, de eventos simbólicos que se pueden usar en todas las culturas porque representan experiencias comunes: amanecer, nacimiento y cosecha, por nombrar algunos. Estos eventos arquetípicos se pueden utilizar para superar las diferencias culturales cuando se utiliza la creatividad analógica.⁹

Creatividad Narratológica: ¿Alguna vez has escuchado a un niño tratar de aclarar su historia? O tal vez tienes un amigo querido que siempre pasa la línea de una buena broma. Ambos son ejemplos de lo difícil que es contar una historia coherente, significativa y convincente. Las historias son una mezcla compleja de personajes, acciones, diagramas, descripción, gramática y secuencia. Lo más importante es que tienen una voz narrativa, nuestra voz, auténtica o personificada. La forma en que contamos el cuento puede energizar la anécdota más mundana o

⁹ https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels_2_b_4848308.html

amortiguar incluso el encuadernador más hechizante. El filósofo Platón entendió el poder persuasivo del narrador y estaba tan preocupado que los expulsó de su República e instó a los atenienses a restringir la enseñanza de la retórica porque encubre la falta de conocimiento de un individuo. ¿Qué pensaría de los anuncios políticos o comerciales de productos de belleza?

La narrativa es una historia comunicada en secuencia. Así se cuenta la historia. Las historias se pueden deconstruir y reconstruir fácilmente para hacer diferentes versiones o nuevos arreglos en conjunto.¹⁰

Fomentar la creatividad narrativa es parte del enfoque de GoScience para mejorar la comprensión (puede ver más sobre esto en el punto 2, punto 2.3 y también 2.4)

Creatividad intuitiva: este último y más desafiante nivel de creatividad a menudo se ha promovido al ámbito de las tradiciones espirituales y de sabiduría. Aquí es donde la creatividad se hace más grande y posiblemente más allá de nosotros: trasciende nuestra individualidad. Cuando hablamos de intuición, sueños o signos, esto sugiere que podemos estar recibiendo ideas tanto como las estamos generando. De dónde provienen las ideas creativas puede determinar su importancia y si debemos perseguirlas o no. Por ejemplo, si tiene un sueño de volver a casa que interpreta como simplemente el residuo del día, puede tener poca importancia para usted. Pero, ¿qué pasaría si pensaras que un ángel te entregó ese mismo sueño y que fue una premonición mantenerte a salvo? Todos tenemos momentos de percepción que parecen surgir de un lugar más allá de los límites de nuestro pensamiento racional. Estos pueden ser pozos profundos de creatividad fluida o un abismo sin fondo de superstición y engaño.¹¹

¹⁰ https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels_3_b_4890363.html

¹¹ https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels_b_4934652.html

2. ENFOQUES PARA MEJORAR LA COMPRESIÓN



La metodología considera varios enfoques para mejorar la comprensión, que basados en el análisis de las necesidades, la investigación, y las pruebas piloto en el campo de ciencias en las escuelas, han demostrado su eficacia y adaptabilidad a los diferentes contextos educativos, planes de estudio y antecedentes socio-económicos de los sistemas educativos de todo el mundo.

2.1. Uso de analogías y metáforas

Una analogía es una similitud entre conceptos. Las analogías pueden ayudar a los alumnos a construir vínculos conceptuales entre lo que es familiar y lo que es nuevo. A menudo, los nuevos conceptos representan sistemas complejos, y difíciles de visualizar con partes que interactúan (por ejemplo, una célula, un ecosistema, la fotosíntesis).

Las analogías pueden servir como "modelos mentales" iniciales que los alumnos pueden usar para formar comprensiones limitadas pero significativas de conceptos complejos. Las analogías pueden jugar un papel importante en ayudar a los alumnos a construir su propio conocimiento, un proceso que se fomenta en los Estándares y que es consistente, con una visión constructiva del aprendizaje. A medida que los alumnos se desarrollan de forma cognitiva y aprenden más ciencia, evolucionarán más allá de estas simples analogías, adoptando modelos mentales más sofisticados y poderosos.

Cuando los alumnos estudian nuevos conceptos, el aprendizaje significativo procede cuando encuentran y visualizan las conexiones

entre un contexto recién enseñado y lo que ya saben. Esto es especialmente importante en el aprendizaje de la investigación, donde se construyen conexiones entre contextos científicos familiares y no intuitivos. Si las analogías son apropiadas, promueven el aprendizaje de conceptos porque animan a los alumnos a construir vínculos entre el conocimiento y las experiencias del pasado, y los nuevos contextos y problemas. Una analogía es una comparación de las similitudes de dos conceptos. El concepto familiar se denomina concepto analógico y el no familiar el concepto objetivo. Tanto el analógico como el objetivo tienen características (también llamadas atributos). Si el analógico y el objetivo comparten características similares, se puede establecer una analogía entre ellos. Una comparación sistemática, verbal o visual, entre las características del analógico y el objetivo se denomina *mapping*. En la figura 1 podemos observar una representación conceptual de una analogía, con sus partes constituyentes.

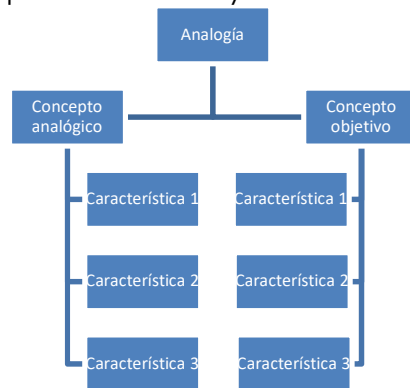


Figura 1. Una representación conceptual de una analogía, con sus partes constituyentes.

Tanto las analogías como las metáforas expresan comparaciones y resaltan similitudes, pero lo hacen de diferentes maneras. Una analogía compara explícitamente las estructuras de dos ámbitos; indica la identidad de las partes de las estructuras. Una metáfora compara implícitamente, resaltando características o cualidades relacionales que no coinciden en dos ámbitos.

A pesar de las alegaciones contra el lenguaje figurativo, la metáfora es útil, a veces esencial, para realizar tres funciones: establecer terminologías, expresar conceptos abstractos y desarrollar hipótesis. Las analogías y metáforas pueden hacer que la nueva información sea más concreta y fácil de imaginar.

2.2. Uso de modelos

La palabra "modelo" denota la interpretación de conceptos o relaciones utilizadas en una teoría, regla, instrucción u otra noción, expresándolos a través de fenómenos conocidos, familiares, naturales y convencionales, que crean una concepción que es fácil de percibir intuitivamente. Puede ser un dibujo, una animación, una secuencia, etc. Debe enfatizarse en que los modelos están hechos por los alumnos, pero el profesor actúa como organizador y guía del proceso de creación de modelos.

Los modelos requieren de sistemas científicos complicados con un determinado proceso o fenómeno que se puede observar en la vida cotidiana. Con los modelos se hace posible que un estudiante construya una interrelación entre su conocimiento previo sobre el orden mundial y la compleja información de la ciencia, utilizando solamente las asociaciones que ocurren entre ellas. Una asociación originada de esta forma y en el contexto del enfoque mencionado se denomina modelo de comprensión.

2.3. Uso de la ilustración, explicación y coloquialismo

Junto con las analogías de ilustración, explicación y coloquialismo, se pueden utilizar estrategias para transmitir el significado científico a los estudiantes de forma que sea comprensible más fácilmente y esté relacionado con su conocimiento previo.

Illustration	Speaker gives several examples to illustrate a concept.
Explanation	Attempt by the speaker to define a scientific jargon word he/she uses.
Colloquialism	A simplification of a scientific concept in everyday language that does not have a precise scientific meaning.

Fuente: Hinko, K., Seneca, J., Finkelstein, N., Use of Scientific Language by University Physics Students Communicating to the Public

Ilustración: El orador aclara una palabra específica de una disciplina científica dando uno o varios ejemplos de escenarios familiares, que pueden ser comparados en términos de alcance o escala. Las frases ilustrativas difieren de las analogías en que son comparaciones directas y comparten las mismas propiedades de la frase original; por ejemplo, describen lo frío que es algo enumerando otros objetos fríos. Los ejemplos incluyen:

"Por pequeño me refiero a **mucho más pequeño que un pelo humano, menos de una milésima parte de un pelo humano**, o incluso más pequeño."

"[...] si cogieras **diez Antárticas, las juntaras todas y las pusieras en tu congelador, no estarías ni cerca de este frío.**"

Explicación: El hablante intenta proporcionar una descripción de las características o mecanismos de un concepto específico de la disciplina. La explicación se da a menudo como una definición de la palabra o frase. Las explicaciones difieren de las analogías e ilustraciones que no son explícitamente comparativas. Los ejemplos incluyen:

"Un vacío **es esencialmente un lugar que no tiene aire**"

"Tomo moléculas, **que son tan solo** grupos pequeños (...) de átomos juntos"

Coloquialismo: El hablante emplea un lenguaje informal para describir una frase científica de una disciplina específica en lugar de una terminología más precisa. En su lugar se utilizan verbos o adjetivos que son familiares para la audiencia. Los ejemplos son:

" [...] esa es una gran palabra para decir que **disparamos láseres** a las cosas y vemos qué pasa."

"[...] esos átomos van a **moverse** dentro de ese material."

2.4. Uso de arte y drama

La combinación de los planes de estudios estándar de arte y teatro puede crear una experiencia de aprendizaje más rica y duradera para los estudiantes que creen que aprender ciencias es aburrido en las clases. El teatro y el arte por sí solos son un área educativa que desarrolla y forma a un niño y, al mismo tiempo, un método eficaz que desarrolla la creatividad. El uso de las artes y el teatro en clase es una gran estrategia para trabajar en las habilidades de comprensión de los estudiantes. El objetivo principal de la implementación de las artes en la educación científica es dar a los estudiantes la oportunidad de expresar sus pensamientos y sentimientos en el contexto de sus diferentes culturas y orígenes, así como de entender la ciencia a través de la visión de su actividad creativa en el campo de las artes. Las artes y el teatro requieren la participación activa de los alumnos y así ayudarles a transformar la información conceptual ofrecida por la lección de ciencias en una experiencia personal y así recordarla más fácilmente. En el punto 3 se dan ejemplos de actividades artísticas y teatrales y de cómo llevarlas a cabo en clase.

2.5. Uso de los mapas conceptuales de la ciencia

Un mapa conceptual es una representación gráfica de la relación entre términos. Aunque existen muchas variaciones en la forma de diseñar las actividades de los mapas conceptuales, las actividades abiertas que permiten a los estudiantes construir su propia estructura cartográfica son las más reveladoras.

A medida que los estudiantes son introducidos a nuevos conceptos científicos, se embarcan en un proceso cognitivo de construcción de significados y sentido al integrar consciente o inconscientemente estas nuevas ideas con su conocimiento existente. Los mapas conceptuales proporcionan una vista gráfica única de cómo los estudiantes organizan,

conectan y sintetizan la información. Como resultado, el mapa conceptual ofrece beneficios tanto a los estudiantes como a los profesores. Los mapas conceptuales dan a los estudiantes la oportunidad de:

- Pensar en las conexiones entre los términos científicos que se están aprendiendo
- Organizar sus pensamientos y visualizar las relaciones entre los conceptos clave de manera sistemática
- Reflexionar sobre su comprensión

En resumen, los mapas conceptuales permiten a los alumnos pensar profundamente en la ciencia, ayudándoles a comprender y organizar mejor lo que aprenden, y a almacenar y recuperar información de manera más eficiente.¹²

Los mapas conceptuales son típicamente jerárquicos, y los conceptos subordinados provienen del concepto o idea principal. Este tipo de organizador gráfico, sin embargo, siempre permite añadir cambios y nuevos conceptos. Por lo general, los mapas conceptuales se definen en dos grupos principales:

- - jerárquico - representa la información en orden descendente de importancia
- - no jerárquico - representa la información en un patrón de clúster o red.

¹² Jim Vanides, Yue Yin, Miki Tomita and María Araceli Ruiz-Primo, Using concept-maps in the science classroom,
https://web.stanford.edu/dept/SUSE/SEAL/Reports_Papers/Vanides_CM.pdf



3. HERRAMIENTAS Y RECURSOS PEDAGÓGICOS PARA MEJORAR LA COMPRESIÓN

Esta parte de la metodología se desarrolla para facilitar a los profesores de ciencias ejemplos y herramientas prácticas para utilizar en clase, así como habilidades y conocimientos para desarrollar ellos mismos herramientas pedagógicas para la enseñanza de las ciencias en clase.

3.1. Construyendo analogías efectivas

Ejemplo 1: De Qué Estamos Hechos (biología)

Los alumnos vieron una película de Superman y discutieron sobre si el Hombre de Acero estaba realmente hecho de acero. Los alumnos rápidamente se pusieron de acuerdo en que Superman no estaba hecho de acero, y eso les hizo pensar de qué está hecha la gente real.

Antes de que los estudiantes tengan una lección formal sobre la célula, el profesor puede utilizar ladrillos de Lego para hacer una analogía. Haciendo preguntas como: "¿Qué son estos ladrillos y que puedes hacer con ellos?" Y finalmente concluir, que los ladrillos de Lego se juntan para formar cosas más grandes, al igual que las células, que se unen para formarlas –personas, perros, gatos, robles o rosales- estos seres vivos están compuestos de muchas células –muchas células diminutas. Así que, podemos utilizar este ejemplo para explicarlo, ya que es una analogía entre los ladrillos de Lego y las células. Hacer una analogía ayuda a los alumnos a entender algo nuevo comparándolo con algo que ya comprenden.

Así, utilizando el enfoque de enseñanza con analogías, el maestro:

- Introduce el concepto de objetivo, la célula, a los estudiantes.
- Recuerda a los alumnos lo que saben sobre el concepto analógico, un Lego.
- Identifica las características relevantes de la célula y de un Lego.
- Conecta las características similares de la célula y de un Lego.
- Indica dónde se rompe la analogía entre la célula y un Lego.
- Sacar conclusiones sobre la célula.

Además, podemos continuar con la explicación mostrando diagramas de células, fotos y videos y describiendo los diferentes tipos de células. Los estudiantes aprenden que las células en sus huesos son diferentes de las células en su corazón o cerebro y que sus cuerpos están compuestos de aproximadamente 200 tipos diferentes de células, todas trabajando juntas. A medida que avanzan a través de una unidad sobre estructura y

función celular, los alumnos finalmente aprenden que cada célula debe producir las moléculas necesarias para sobrevivir, crecer y multiplicarse - y que cada célula está compuesta de partes, incluidos los orgánulos, con funciones importantes.

A medida que los alumnos aprenden sobre las partes de las células y sus funciones, podemos proponer otras actividades basadas en analogías, tales como hacer una "célula comestible" a partir de gelatina, frutas y caramelos.

Podemos confiar en el enfoque de la enseñanza con analogías, siguiendo sus pasos:

- Introduce el concepto de objetivo, la célula animal y sus partes, a los alumnos.
- Recuerda a los alumnos lo que saben sobre el concepto analógico, el molde de gelatina y sus partes.
- Identificar las características relevantes de la célula y del molde de gelatina.
- Conectar las características similares de la célula y el molde de gelatina: por ejemplo, núcleo (ciruela), mitocondria (pasas), lisosomas (caramelos M&M), retículo endoplásmico(gusanos de gominola), ribosomas (virutas de caramelo), complejo de Golgi (cinta dura de caramelo), citoplasma (gelatina), y la membrana de la célula (superficie de la gelatina).
- Indicar dónde se rompe la analogía entre la célula y el molde de gelatina (por ejemplo, la célula está viva y es diminuta, con partes que sólo se asemejan superficialmente a los frutos y los caramelos en el molde de la gelatina).
- Sacar conclusiones sobre la célula (por ejemplo, las células son los bloques de construcción de los organismos y todas las funciones que sostienen la vida ocurren dentro de una sola célula).

Ejemplo2: Analogía química de la cocina (química)

Nos centraremos en el uso de la analogía química culinaria, con el fin de contextualizar la enseñanza de la química, a la hora de diseñar una mejor enseñanza-aprendizaje, lograr una educación de calidad y aumentar el interés de los alumnos hacia el estudio de las ciencias. Para que una propuesta de de intervención sea aplicable al aula, será necesario que desarrolle contenidos, y alcance los objetivos y

competencias especificados en las leyes para el curso y la asignatura definida.

Por lo tanto, se propone su implementación en el segundo curso de la escuela secundaria, centrándose en el contenido y las competencias clave que deben desarrollarse, como la investigación y la experimentación.

Se propone la siguiente actividad para trabajar los contenidos de las propiedades generales de la materia, masa y volumen. Las mediciones de masa y volumen se realizarán, directa e indirectamente, de alimentos sólidos y líquidos en el contexto de una receta de cocción, mientras se prepara un bizcocho.

Los alumnos se agruparán en grupos de 3 o 4 para hacer un pastel por grupo. Antes de empezar a hacer el pastel, se les pedirá que observen el envase de los diferentes ingredientes, observando en qué unidades se expresan las cantidades que contienen, y si existen diferencias entre alimentos sólidos y líquidos. Es necesario que se familiaricen y que aprendan a utilizar adecuadamente los factores de conversión, ya que los utilizarán a lo largo de la educación secundaria y universitaria, si es el caso. Esta asignatura es difícil de asimilar para los alumnos, que se niegan a cursarla, ya que no entienden su utilidad o sus equivalencias. Por lo tanto, con esta experiencia se pretende introducir a los alumnos de una manera más gráfica y deductiva. Aunque la cantidad de productos líquidos suele expresarse en L o mL, en la receta que utilizarán los alumnos, se expresarán en dm^3 . Tanto el laboratorio volumétrico como el material volumétrico para determinar los volúmenes están calibrados en L o mL, se les pedirá que construyan un dm^3 con envases de cartón para comprobar su capacidad antes de comenzar la receta. A partir de ahí, pueden hacer las equivalencias necesarias entre dm^3 y L o mL y realizar las mediciones necesarias con el material disponible.

Siguiendo los pasos de una receta, pesarán y medirán las cantidades indicadas de los diferentes ingredientes utilizando una balanza (laboratorio y cocina) y equipos volumétricos de laboratorio o incluso de cocina (tazas de medir). Se les guiará para deducir si las masas de diferentes ingredientes sólidos tienen el mismo volumen, y si volúmenes iguales de diferentes ingredientes líquidos tienen la misma masa. Además, para realizar una medición indirecta del volumen de un sólido, por inmersión en un líquido, los alumnos comprobarán por este método si el volumen indicado en un paquete de mantequilla, por ejemplo,

corresponde al determinado por este método, y realizarán el cálculo de su volumen en base a sus medidas, que se convertirán en dm^3 para ver esta relación de forma más gráfica.

En este ejemplo del enfoque de enseñanza con analogías, los pasos son:

- El profesor introduce el tema, que previamente habrán estudiado en clase: los conceptos de masa y volumen y los métodos para determinar la masa y volumen de sólidos y líquidos.

- A continuación, el profesor presentará los alimentos analógicos, cuyas cantidades (masas y volúmenes) deben medirse para preparar un bizcocho. Antes de empezar, se les pedirá que busquen en el envase de los diferentes ingredientes, en qué unidades se expresan las cantidades que contienen, y que señalen las diferencias entre alimentos sólidos y líquidos.

- El maestro también dará la receta para el pastel. Los alumnos deben comprobar si tienen todos los ingredientes necesarios y todos los instrumentos de laboratorio o cocina. En este momento, los alumnos comprobarán que, en la receta, las cantidades necesarias de ingredientes líquidos se expresan en dm^3 . El profesor les proporcionará envases de cartón y les indicará que construyan un dm^3 con ellos (cubo de 10cm a cada lado) para comprobar su capacidad. Con esta equivalencia, podrán realizar las conversiones necesarias entre dm^3 y L o mL para medir los ingredientes líquidos con el material disponible.

- El profesor hará hincapié en las relaciones entre las mediciones que se realizan durante la preparación del pastel y las técnicas de laboratorio, y entre la cocina y los instrumentos de laboratorio adecuados para realizarlas. Como se menciona anteriormente, con la intención de realizar también una medición indirecta del volumen de un sólido, por inmersión en un líquido, se pedirá a los alumnos que comprueben por este método el volumen indicado en un paquete de mantequilla.

- El profesor hará preguntas a los alumnos para conocer su impresión sobre la actividad, si ha sido más fácil entender el tema, si han asimilado bien los conceptos trabajados y si hay alguna duda.

- Finalmente, los estudiantes deben sacar conclusiones sobre el tema y su relación con la vida cotidiana. Para completar esta secuencia, se ha previsto una sesión de 55 minutos.

Ejemplo 3 "Expansión del universo después del big bang" (física):
usando analogías verbales pictóricas¹³

"La expansión del universo después del Big Bang puede ser comparada con el inflado de un globo"



Ejemplo 4 Uso de analogías en matemáticas

Con el fin de explicar a los alumnos más fácilmente cómo hacer la resta y la suma de números negativos, el profesor puede utilizar la siguiente analogía: "Digamos que tienes dinero. Si pierdes 88 centavos y luego pierdes 5 centavos más, ¿podrías sumar o restar para averiguar la cantidad total que perdiste?" (Esquema matemático: "Cuando tienes un número negativo menos otro número, sumas o restas")¹⁴

3.2. Modelo de desarrollo

Con el uso de modelos de comprensión, una equivalencia de sistemas científicos complicados a un determinado proceso o fenómeno, la persona puede observar en la vida cotidiana el trasfondo de dicho enfoque. Es posible que un estudiante construya una interrelación entre su conocimiento previo sobre el orden mundial y la compleja información de la ciencia, utilizando solamente las asociaciones que ocurren entre ellas. Debe enfatizarse en que los modelos están hechos por los alumnos, pero el profesor actúa como organizador y guía del proceso de creación de modelos.

Las características principales del modelo de comprensión pueden formularse sobre la base de la experiencia obtenida, y son las siguientes:

¹³ https://www.eduhk.hk/apfsIt/v13_issue1/yener/page5.htm

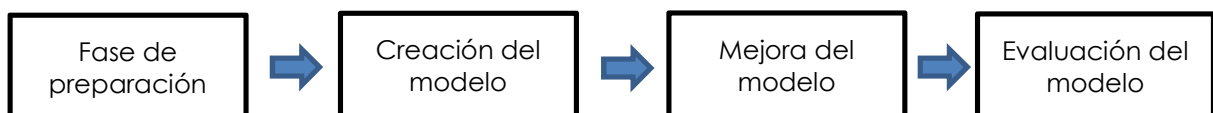
¹⁴ http://reasoninglab.psych.ucla.edu/KH%20pdfs/Richand_etal.2004.pdf

- La **exactitud teórica** de la información incluida en la descripción del modelo. Por ejemplo, un alumno ha creado un modelo de comprensión para el concepto de "equilibrio químico". Es un estado del sistema, en que las reacciones directas e inversas tienen lugar a la misma velocidad. En consecuencia, dos procesos que ocurren simultáneamente a la misma velocidad y con direcciones opuestas, deben estar representados en el modelo asociativo elegido por el alumno. Un alumno había escogido una foto como modelo asociativo con un barco y dos personas remando, pero cada uno de ellos lo hacía en la dirección opuesta.

- **Simplicidad.** Un modelo de comprensión exitoso será una imagen asociativa, en la que se utilizará un proceso o fenómeno simple y evidente de la vida cotidiana, para crear una asociación con la información científica tratada. La clave del éxito requiere que el proceso o evento utilizado en el modelo difiera significativamente del proceso científico que trata de explicar y que no esté conectado con éste de ninguna manera.

- **Percepción visual.** El modelo tiene que ser visualmente atractivo; sin embargo, no debe estar sobresaturado con adornos innecesarios. El texto debe ser corto y conciso.

El proceso de aprendizaje utilizando los modelos se puede dividir en las siguientes fases:



Debe entenderse que los modelos nunca lograrán la creación de todos los conceptos de las ciencias naturales y matemáticas. Por lo tanto, el profesor debe evaluar cuidadosamente el contenido de aprendizaje de la asignatura y la idoneidad de los conceptos incluidos, para crear asociaciones con un proceso o fenómeno cotidiano en la fase de preparación.

Table 1. Models made by students correctly




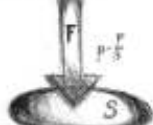

<p>Model 1. Theoretical justification. Bodies are called absolutely transparent or diathermic if they let pass through themselves all the received energy.</p> <p><i>Description of the model.</i> Heat radiation can be imagined as flour which is sifted through a sieve, and the sieve is the transparent body which lets the flour (radiation) through itself</p>	
<p>Model 2. Theoretical justification. A diamagnetic is a substance which magnetizes in the opposite way to the direction of the applied magnetic field. The magnetization of diamagnetic materials usually is so weak that these substances are considered as non-magnetic in many cases. A magnet pushes off diamagnetic materials.</p> <p><i>Description of the model.</i> The small animals – skunks have a method of self-defense. Skunks discharge a very unpleasant aroma when they are approached which scares away anyone who comes close to them. The skunk is an associative image of the magnet in this context but the possible enemy – the diamagnetic which is rejected</p>	
<p>Model 3. Theoretical justification. A reflex is the response of a body to an irritation.</p> <p><i>Description of the model.</i> The rainbow is the response of the Sun or sunny weather to the rain. In this case, the rain works as an irritant but the rainbow is the response.</p>	

Table 2. Models made by students incorrectly

<p>Model 1. Theoretical justification. Pressure is a perpendicular force which affects the unit of the surface area.</p> <p><i>Description of the model.</i> The body is pushed against a certain surface with its own mass thus creating a pressure.</p>	
<p>Model 2. Theoretical justification. Sliding friction is created by one body sliding along the surface of another body. The force which delays the movement is called the force of sliding friction in this case.</p> <p><i>Description of the model.</i> A box is sliding down from the hill. A friction force is arising that is delaying the movement of the box (decreasing its speed).</p>	

Fuente: "The Use of Associative Images (models) for the Development of Comprehension in Sciences Education", Aiva Gaidule, Uldis Heidingers, American Journal of Educational Research, 2015, Vol. 3, No. 10, 1305-1310

Con la finalidad de trabajar más fácilmente con los estudiantes, es de gran ayuda aclarar la diferencia entre los modelos de comprensión y los ejemplos y experimentos (ver la tabla de abajo)

	Modelo	Experimento	Ejemplo
<p>Definición (explicar qué ES un modelo, un experimento y poner ejemplos)</p>	<p>El modelo es una situación intuitiva y aceptable en la que el alumno puede ver qué es natural y responder a la pregunta „Por qué?”.</p>	<p>Operaciones, equipos, etc., especialmente diseñados para observar cualquier modificación medible u observable de los parámetros, o para permanecer en el estado actual con cambios en otros parámetros, y responder a la pregunta“Cómo?”</p>	<p>Un representante de las cosas que hay que ver.</p>

	Ley de ohm	Ley de ohm	Ley de ohm
Descripción (describir cómo es un modelo, un experimento o un ejemplo real)	Coger una botella de Coca Cola llena, presionar el cuello de la botella con el dedo pulgar y ponerla del revés. Abrir ligeramente el agujero con el pulgar y derramar un poco de Coca Cola, , then open more and have more cola, but if the bottle was shaved, the cola escaped just as much as the open hole how not to shake the bottle to a more open hole.	Coger el óxido, el voltímetro, los amperímetros, la fuente de alimentación y la lampara. Combinamos todo esto en el circuito y leemos las medidas en varios ajustes.	Control de volumen en la radio
Recursos (describir cuáles son los recursos necesarios para desarrollar un modelo, experimento y ejemplo)	Cerebro propio + bolígrafo o/+ video o/+ cualquier objeto + cualquier cosa para representar la situación.	Todo lo que se usa en ciencia e ingeniería.	El reconocimiento permite nombrar a otro representante – un ejemplo.

3.3. Juegos de arte e instalaciones

Aquí los profesores pueden encontrar una selección de recursos que pueden ser utilizados para desarrollar juegos en el ámbito de las ciencias, así como directrices y ejemplos de cómo los enfoques teatrales y de dramatización pueden ser utilizados para mejorar la comprensión de los estudiantes.

<https://www.csun.edu/science/ref/games/> - el libro de consulto para la enseñanza de las ciencias – ofrece plantillas preparadas para la realización de juegos sobre la asignatura de ciencias en inglés, que los profesores pueden utilizar en sus aulas;

<https://www.legendsoflearning.com/teachers/> - Legends of Learning ofrece más de 1200 juegos de ciencias.

<https://store.teachergaming.com/blog/5-great-educational-science-games-for-the-classroom-n7> - cinco ejemplos de juegos educativos excelentes que traen la ciencia a clase!

<https://www.bbc.com/bitesize/subjects/z2pfb9q> - más de 25 juegos científicos gratuitos sobre cualquier cosa, desde cadenas alimenticias

hasta sólidos, líquidos y gases. Cada tema tiene un juego, una guía de estudio y un exámen para comprobar lo que has aprendido.

<https://www.sciencemuseum.org.uk/games-and-apps> - ofrece dieciséis juegos científicos gratuitos de ciencias en línea para alumnos de escuelas primarias, los temas incluyen energía, genética y ciencias ambientales. Cada juego va acompañado de enlaces que complementan el contenido de éste.

<http://www.le-math.eu/assets/files/MATHeatre%20Guidelines%20-%20EN%20-%20Internet.pdf> – directrices sobre cómo implementar el teatro en las clases de matemáticas

A continuación algunos ejemplos de ejercicios activos, usando el enfoque dramático que el profesor puede aplicar:

- **Modelaje:** Haga que un estudiante se acerque a la parte delantera de la clase e indíquele que inicie una conversación con usted sobre un tema. Puede ser de gran ayuda darles un tema: ¿Qué hiciste en tu anterior clase de ciencias? ¿Cuál es tu concepto científico favorito y por qué? Mientras hablan, modele la diferencia entre un oyente distraído y un oyente activo (usando las claves verbales y no verbales). Después, pregunte al alumno la diferencia entre alguien que estaba distraído y alguien que estaba escuchando activamente.

- **Compartir historias:** Se puede realizar mediante una conversación en un gran grupo, o se puede dividir a los alumnos en grupos de cuatro personas para que el riesgo sea más bajo. Pida a los alumnos que compartan una historia sobre un momento en el que no se sintieron escuchados. ¿Cuál era la situación? ¿Cuál fue el resultado? ¿Qué se siente al no ser escuchado?

- **Variation:** Divida a los alumnos en parejas. Una persona comparte su historia y la otra escucha. Después de un minuto, detenga los grupos y pida a un par de oyentes que describan la historia del orador de la historia. ¿Cómo de atentos estaban realmente escuchando?

- **Variation:** Hacer esto como una escena grupal. Divida a los alumnos en grupos y pídeles que creen una escena en la que un personaje quiera ser escuchado y otro(s) personaje(s) no escuche(n). Si los alumnos tienen

dificultades para representar una situación, sugiera un escenario de padre/adolescente o maestro/alumno.

- **Variation:** Pedir a un grupo de voluntarios que hagan una escena improvisada. Haga a un lado a uno de los voluntarios e indíquele que no escuche a sus compañeros y que responda en consecuencia. Después, discuta con la clase sobre lo que es tratar de actuar con alguien que no está escuchando.

- **Aprender a:** Los alumnos se escuchan unos a otros en grupos y luego repasan lo que aprendieron.

Dividir a los alumnos en grupos de tres. Cada grupo decide quien es A, B y C. Empiece con A. El/Ella tiene 30 segundos para hablar con B sobre sus explicaciones acerca de los conceptos científicos que más le interesan: grupos de animales, experimentos que le gustan, compuestos químicos usados en casa, etc. Cuando pasan los primeros 30 segundos, B se vuelve hacia C y le dice a C lo que él/ella recuerda de las cosas que le resultan más interesantes a A. B" habla con "C" durante 30 segundos sobre sus cosas favoritas. Al cabo de 30 segundos, C se vuelve hacia A y le dice a A lo que recuerda de las cosas favoritas de B. El ciclo se repite con C hablando con A, y luego A le cuenta a B.

El final de la palabra: Colocarse en círculo y empezar con una palabra - "Móvil"

La persona que está a tu lado tiene que inventar una palabra que empiece con la última letra de la primera palabra - "Láser". La siguiente persona hace lo mismo - "Reacción".

Los alumnos tienen que escuchar y responder. Empieza lentamente y aumente gradualmente la velocidad. Fije un temporizador (1 o 2 minutos) y vea cuántas palabras puede obtener en ese tiempo. También se puede empezar este ejercicio con grupos de 4 o 5 personas, lo cual es un riesgo menor para los estudiantes principiantes de teatro.

- **Hacer una historia:** El objetivo es crear una historia sin complicaciones entre los distintos actores.

Haga una fila de 6 a 10 alumnos y empiece por preguntar alguna sugerencia a la audiencia. ("Alguien me dice el título de una historia que nunca ha sido escrita...?") Después de recibir la sugerencia (por ejemplo, "La mejor clase de ciencias de la historia")

repítala – esto es para asegurarse de que los participantes la han escuchado. El profesor señala a un jugador que empieza a contar la historia y sigue hablando hasta que el profesor señale a otra persona. Haga que el siguiente jugador siga donde lo dejó el último improvisador – que lo haga lo mejor posible (incluso si se trata de media palabra o media frase). Sigue señalando a los jugadores y contando historias hasta que sientas que está terminada.

3.4. Construyendo mapas conceptuales de ciencia

Para construir un mapa conceptual de manera eficaz:

- **Empezar con un aidea principal, un tema o una cuestión en la que centrarse.**

Una manera útil de determinar el contexto del mapa conceptual es elegir una pregunta de enfoque – algo que necesita ser solucionado o una conclusión que necesita ser alcanzada. Una vez que se ha decidido un tema o pregunta, esto ayudará con la estructura jerárquica del mapa conceptual.

- **A continuación, determine los aspectos clave**

Encuentre los conceptos clave que se conectan y relacionan con su idea principal y clasifíquelos; los conceptos más generales e inclusivos son los primeros y luego se vinculan con conceptos más pequeños y específicos.

- **Termine conectando conceptos, creando frases y palabra enlazadas.** Una vez que se hayan creado los vínculos básicos entre los conceptos, añada enlaces cruzados, que conecten conceptos en diferentes áreas del mapa, para ilustrar mejor las relaciones y fortalecer la comprensión y el conocimiento del alumno sobre el tema.¹⁵

En el siguiente enlace puede descargar ejemplos de mapas conceptuales para conceptos científicos, que puedan ser utilizados en el aula: <http://www.inspiration.com/inspiration-science-examples>

Esto es un recurso adicional para leer más sobre cómo se pueden utilizar los mapas conceptuales en la educación científica:

¹⁵ <http://www.inspiration.com/visual-learning/concept-mapping>

<https://www.slideshare.net/biotechvictor1950/teaching-science-using-concept-maps>



METODOLOGÍA PARA
MEJORAR LA COMPRENSIÓN
EN LA ENSEÑANZA DE LAS
CIENCIAS EN LAS ESCUELAS
SECUNDARIAS



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Notas adicionales:

La metodología que se utilizará junto con los materiales desarrollados para la formación de profesores en el marco del proyecto, disponible en <http://goscience.eu>

Créditos de las fotos:

dennis-buchner-592120-unsplash

nadim-merrikh-307897-unsplash

sebas-ribas-310260-unsplash

Authorship:

Alise Betina, Riga State Technical School, Latvia

Anais Colibaba, EuroEd Foundation, Romania

Andrea Anzanello, Pixel Associazione, Italy

Andreea Ionel, EuroEd Foundation, Romania

Carmen Antonita, EuroEd Foundation, Romania

Dragos Zamosteanu, EuroEd Foundation, Romania

Elza Gheorghiu, EuroEd Foundation, Romania

Enric Gimenez Ribes, Associació L'Alqueria Projectes Educatius, Spain

Eng. Marieta Georgieva, Vocational High School "Prof. Dr. Assen Zlatarov, Vidin, Bulgaria

Dr. Miglena Molhova, Zinev Art Technologies, Bulgaria

Romans Vitkovskis, Uldis Heidingers, Latvian Education Foundation, Latvia

Ulla Theisling, Ulrich Diermann, Equalita, Germany

Undinė Diana Tumavičienė, Kauno Juozo Grušo meno gimnazija, Lithuania



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.