



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN**

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA COMPRENSIÓN LECTORA DE TEXTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA A NIVEL MEDIO SUPERIOR

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
(ESPAÑOL)**

PRESENTA:

LIC. ANA GLORIA VÁZQUEZ REYES

TUTOR

**DR. ALEJANDRO GARCÍA PEÑA
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN**

COMITÉ TUTOR

**MTRA. DE LA ROSA REYES MARÍA DE LOS ÁNGELES
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN**

**MTRA. MARÍA DEL PILAR CERDEIRA HERNÁNDEZ
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN**

MÉXICO, D.F., JUNIO 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Esta tesis contó con el apoyo de la beca que otorga el Programa de Formación de Profesores para el Bachillerato Universitario (PFPBU) de la Coordinación de Estudios de Posgrado (CEP) de la UNAM

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme concluir una nueva etapa en mi vida.

A Gloria Reyes Olivares y a Jesús Salvador Vázquez Morín por brindarme una vez más todo el apoyo, amor y paciencia. A Julio César Peña Vega por estar a mi lado y ser el amor, la fuerza, el consuelo, la paciencia y la alegría que necesito para seguir adelante. A mi cómplice Salvador Vázquez por escucharme. A las familias Reyes Olivares y Vázquez Morín por todo el cariño con el que me cuidan y procuran.

Al apoyo incondicional de Alicia Vega, Graciela Flores, Anahí Peña y Eduardo Peña. A Erick Meneses, Elena González, Laura Guarneros, Marta e Isabel López Carreiro, quienes siempre preguntaban por el desarrollo de este trabajo y me escucharon en momentos de frustración.

Al doctor Alejandro García Peña por creer en mí proyecto desde el inicio, su trabajo como asesor fue formativo a nivel personal y profesional. Gracias a la orientación y dedicación de las maestras Pilar Cerdeira y Ángeles de la Rosa Reyes, sus valiosos comentarios enriquecieron una y otra vez la calidad y el valor de esta tesis.

Este trabajo a nivel académico es fruto de la excelente planta docente del posgrado MADEMS Acatlán. Gracias a los maestros Ernesto González Rubio Canseco, Hermelinda Osorio Carranza, Mónica Ortiz García, Griselda Aguilar Vieyra, así como a los doctores Rafael Hernández Rodríguez, David Frago Franco y Emma Raquel Ramírez Arana; sus cátedras fueron indispensables para desarrollar el proyecto aquí presente. A nivel emocional agradezco a mis compañeros Ingrid Guadarrama, Pedro Ordaz y Guillermo Solís, quienes durante el trayecto se convirtieron en mis amigos y maestros.

A nivel operativo, gracias a la coordinación de mi posgrado en Ciudad Universitaria y en mi Facultad, especialmente a la doctora Ofelia Contreras Gutiérrez. También agradezco al Programa de Formación de Profesores para el Bachillerato Universitario (PFPBU) de la Coordinación de Estudios de Posgrado (CEP) de la UNAM por el apoyo económico que me otorgaron durante mi maestría.

Por último, a la Escuela de Periodismo Carlos Septién García; su sólida formación me brindó la capacidad de ampliar mi vida académica. Especialmente, a mi tutor Enrique Mandujano por apoyarme en esta nueva etapa y al maestro José Luis Jaimes Rosado por indicarme el camino. De igual forma, reconozco el trabajo del Departamento de Servicios Escolares que de manera rápida y eficiente me entregó todos los documentos que solicité de manera formal y oportuna.

A todos ustedes, ¡gracias! Sin su participación este logro sería imposible.

“Cada rama de la ciencia debe consistir de tres elementos: la serie de hechos que son los objetos de la ciencia, las ideas que representan estos hechos y las palabras por medio de las cuales se expresan estos hechos. Y, como las ideas se conservan y se comunican por medio de palabras, es obvio que no podemos mejorar una ciencia sin mejorar el lenguaje o la nomenclatura que le pertenece”.

Antoine Lavoisier

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I. EL DISCURSO CIENTÍFICO	15
1.1 La ciencia y sus características.....	16
1.2 El origen de la divulgación científica y su desarrollo en México	33
1.3 El discurso científico como texto expositivo.....	47
1.3.1 Los textos de ciencia clásica	52
1.3.2 Los textos didácticos de ciencia	58
1.3.3 Los textos de divulgación científica.....	60
CAPÍTULO II. EL ANÁLISIS DE LOS TEXTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA PARA SU COMPRENSIÓN	71
2.1 Un modelo de análisis para identificar y comprender textos de divulgación científica	71
2.2 Los autores participantes en la divulgación.....	82
2.2.1 Los científicos o investigadores en su disciplina	82
2.2.2 Los divulgadores.....	86
2.2.3 Los periodistas.....	89
2.3 Los tipos de textos de divulgación científica	97

CAPÍTULO III. ESTRUCTURA DEL CONOCIMIENTO Y EL APRENDIZAJE DESDE UNA VISIÓN PEDAGÓGICA	109
3.1 El alumno adolescente y su concepción de la ciencia	127
3.1.1 El desarrollo del alumno adolescente	128
3.1.2 La concepción y consumo de la ciencia en el estudiante	133
3.2 El profesor y su papel en la relación educativa	143
3.3 La instrumentación de la didáctica para propiciar aprendizaje	148
CAPÍTULO IV. UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA COMPRENSIÓN LECTORA DE TEXTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA	163
4.1 La comprensión lectora en estudiantes mexicanos a nivel medio superior	164
4.2 El proceso de la comprensión lectora.....	168
4.3 Un procedimiento para desarrollar una comprensión lectora efectiva	176
4.4 Una estrategia didáctica para la comprensión lectora de textos de divulgación científica.....	185
4.4.1 Sesión de apertura	186
4.4.2 Sesión de desarrollo	198
4.4.3 Sesión de culminación.....	202
4.5 La aplicación de la estrategia didáctica en dos grupos.....	206
CONCLUSIONES.....	216
ANEXOS	221
FUENTES DOCUMENTALES	299

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es proponer una estrategia didáctica que sea de utilidad para el docente de la lengua a nivel medio superior interesado en propiciar el aprendizaje de la comprensión lectora en textos de divulgación científica. Así, el presente proyecto pretende contribuir a mejorar los bajos índices de esta capacidad cognitiva que tenemos en nuestro país.

México ocupó el lugar 52 de 65 países en lectura de comprensión en estudiantes entre 15 y 16 años de acuerdo con la prueba desarrollada en 2012 por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) que forma parte del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés). Asimismo, el informe de los resultados elaborado con base en un examen realizado por 33 mil 806 alumnos mexicanos de todo el país – para obtener una muestra representativa significativa– indica un rezago educativo de dos años. Por lo tanto, los jóvenes que ingresan a nivel medio superior poseen una capacidad de comprensión lectora que les corresponde a adolescentes de 13 o 14 años.

La importancia de evaluar la capacidad lectora reside en que es una habilidad de la lengua necesaria para adquirir nuevos conocimientos y aprendizajes en todas las áreas. De manera que el desarrollo de esta capacidad es indispensable en la vida del ser humano para la resolución de problemas cotidianos. Por ende, su aprendizaje es un contenido básico en la formación del alumno.

Además de la lectura, PISA también evalúa su conocimiento en el área de las ciencias porque considera que ambas competencias son necesarias para enfrentar la vida en el futuro. En el rubro de las ciencias, PISA examina su capacidad para identificar temas científicos, explicar científicamente fenómenos y el uso de la evidencia científica para generar conclusiones. Los resultados en este sector fueron nueve puntos menos que los alcanzados en lectura de comprensión, es decir, una vez más están por debajo de los obtenidos por la media internacional de la prueba.

El aprendizaje que se busca propiciar en el trabajo presente es la comprensión lectora de textos de divulgación científica, por lo tanto, vincula dos de las áreas que serán fundamentales en el desarrollo de la vida del estudiante. Incluso, al menos tres de las instituciones más importantes a nivel medio superior en México contemplan en sus planes de estudio el tema de la comprensión lectora de textos divulgación científica. Un tema integrado en el área de lenguaje y/o comunicación dentro de alguno de los primeros tres semestres. Así, estas organizaciones educativas consideran que la comprensión lectora de los textos de divulgación de la ciencia es una habilidad indispensable en la formación de sus alumnos porque está ubicado como un conocimiento obligatorio adscrito en el campo del tronco común en las tres currículas diferentes.

En el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) encontramos a los textos de divulgación de la ciencia en la tercera unidad “Argumentar para demostrar” de la asignatura de Taller de Lectura, Redacción, e Iniciación a la Investigación Documental III con un tiempo de 26 horas (Colegio de Ciencias y Humanidades, p. 82). Asimismo, el Colegio de Bachilleres los aborda durante el segundo bloque temático “Tras los pasos del conocimiento” en las 16 horas designadas por la materia de Taller de Lectura y Redacción I (Colegio de Bachilleres, 2012, p. 21). Finalmente, los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en su tercer semestre poseen la asignatura de Comunicación Científica (54 horas) cuyo programa completo está diseñado para la comprensión y elaboración de textos de divulgación de la ciencia (Instituto Politécnico Nacional, 2008, p. 15).

Sin embargo, el obstáculo más complejo y frecuente al que se enfrentan los docentes para abordar esta temática reside en que su formación –como literatos, comunicólogos o periodistas es ajena a la ciencia y sus procesos. Por lo tanto, sus concepciones provienen de fuentes informales que en su mayoría presentan información ambigua, imprecisa o errónea. Es una realidad que los maestros del área de lengua y comunicación no tienen el objetivo de enseñarles ciencia a sus estudiantes. No obstante, para tratar los textos de divulgación científica resulta

indispensable que el educador sea capaz de identificar en los mismos a la ciencia y sus procesos porque es la ciencia lo que define a una obra de divulgación científica.

Si el educador desconoce la ciencia, sus procesos y características, es probable que genere un aprendizaje aburrido para los alumnos y ofrezca una imagen difusa. Además, este conocimiento puede causar confusión al confrontarse con otras asignaturas como Biología, Física, Química, entre otras. La investigadora en la enseñanza de la ciencia en educación básica en México, Antonia Candela (2010), afirma que solo¹ “enseña bien ciencia, el que sabe bien la ciencia y el problema fundamental de las escuelas es la falta de conocimiento científico en los maestros” (p. 77).

Actualmente, la deficiente formación en ciencias en maestros y alumnos provoca que sus referencias de ciencia provengan de los medios masivos de comunicación. En la mayoría de la prensa, el radio, el cine, la televisión y el internet encontramos, desinformación en cuanto a la ciencia y sus características. La divulgadora Ana María Sánchez Mora (1998) denuncia que en esos canales se difunden imágenes distorsionadas o erróneas de la ciencia. De igual forma, refuerzan el estereotipo falso del científico como un maestro frío, deductivo, sin humor, extraño, distraído y ajeno a lo que sucede en el mundo al que pertenece (p. 48).

Asimismo, el investigador en comunicación de la ciencia Aquiles Negrete Yankelevich (2008) expresa que entre los expertos en educación de la ciencia existe una preocupación porque los alumnos presentan una actitud negativa ante la ciencia por considerarla amenazante, ajena y distante. Los especialistas aseguran que la escuela es responsable de ello porque no fomenta la exploración, la reflexión y la comprensión de la ciencia y sus procesos (p. 19). Vivimos en una época donde la tecnología y el conocimiento se actualizan constantemente, por lo tanto, el ciudadano requiere cada día más del conocimiento científico para entender su mundo y poder beneficiarse al máximo de él.

¹ La redacción de esta tesis sigue la nueva regla de la Real Academia Española en donde el adverbio solo y los pronombres demostrativos no llevan tilde.

Para cumplir con el objetivo de este proyecto, es indispensable que el docente seleccione excelentes textos de divulgación científica durante su cátedra. Al momento de diseñar la instrumentación didáctica el profesor debe seleccionar el material de lectura que va utilizar dentro de la estrategia. Escoger obras de divulgación científica de calidad y confiables es uno de los principales obstáculos que enfrenta el educador al momento de hacer su planeación.

Para ello, en el primer capítulo “El discurso científico” describimos el proceso de construcción en el que se desarrolla la ciencia y sus características. Este conocimiento le permitirá al docente acercarse con mayor seguridad a textos de divulgación científica para abordarlos en el aula. De igual forma, podrá codificar, identificar e interpretar estos textos de manera correcta, así como diferenciarlos de los que son pseudocientíficos o de los publicitarios que fingen ser de ciencia. Además, esta pequeña aproximación a la ciencia y sus conceptos incluye un breve recorrido por la historia de la divulgación de la ciencia desde sus orígenes hasta su presencia en nuestro país.

El desarrollo y los avances de la ciencia dependen de la comunidad de investigadores. Esta decide la manera en que se formalizan, estructuran, regulan, entre otros, los discursos científicos. Por lo general, las obras científicas son de carácter expositivo porque el centro del proceso comunicativo son las ideas presentadas en sus contenidos. Los grupos de científicos se comunican a través de textos expositivos donde explican leyes, teorías, descubrimientos, predicciones, métodos, experimentos, técnicas, entre otros. Por dicha razón, detallamos las características en este capítulo de los textos expositivos que son utilizadas en las obras del discurso científico. Asimismo, establece los tres diferentes tipos de textos que utiliza la comunidad científica diseñados para comunicar los resultados de sus líneas de investigación a sus pares, enseñar a los aprendices de las ciencias e informar a la sociedad sus descubrimientos.

Usualmente, los hallazgos de la ciencia son comunicados a la sociedad a través de los textos de divulgación científica, los cuales son nuestro objeto de estudio. Por ello, en el segundo capítulo presentamos una propuesta de modelo para analizar el discurso científico enfocado en los textos de divulgación científica.

El modelo está diseñado con base en la teoría de análisis del discurso del lingüista Teun A. Van Dijk. Este modelo será de utilidad para el docente de la lengua a nivel medio superior para seleccionar las obras de mayor calidad e integrarlas a su instrumentación didáctica.

Además, desglosa los elementos que componen a los textos de divulgación científica. Entre mayor sea el número de características presentes en la obra de manera clara su calidad será superior, convirtiéndolo en un buen material para trabajar en el aula. Finalmente, para integrar una lectura a la planeación didáctica es importante que el docente considere las ventajas y limitaciones que poseen los textos dependiendo de su autor (científicos, divulgadores o periodistas) porque estas impactarán en el aprendizaje. También, es importante conocer los diferentes tipos de textos de divulgación científica (noticia informativa, artículo de divulgación, entrevista, relato y columna) para elegir los géneros que se ajustan mejor en tiempo y calidad a la estrategia que se va a diseñar.

Una vez que definimos al objeto de estudio que son los textos de divulgación científica, en el tercer capítulo establecemos los factores necesarios para trazar una estrategia didáctica capaz de propiciar el aprendizaje. Para determinar la planeación es indispensable que el docente conozca la manera en que se estructura o construye el conocimiento y el aprendizaje en el alumno. Esta información es fundamental para darle orden a las actividades que conforman la estrategia. Así, cada una de ellas tendrá una función específica con la finalidad de propiciar el aprendizaje y construir el conocimiento. Otro factor importante que debe considerarse es la indispensable relación educativa entre el alumno y el docente así como el vínculo existente entre el estudiante y el objeto de estudio. Asimismo, hablamos del sujeto pedagógico, es decir, las características del alumno porque con base en él se enfocan todas las actividades.

Trabajar en el nivel medio superior implica tratar alumnos adolescentes en el aula. De manera que describimos la etapa biológica, emocional y racional que transitan los jóvenes para ayudar al maestro a incluir actividades que no sean fácilmente rechazadas por sus actitudes propias de la edad. Además, hacemos un breve sondeo de los espacios donde los estudiantes encuentran ciencia para tener

una idea de las concepciones que poseen del objeto de estudio así como sus intereses, gustos y rechazos en torno a ella. Esta información nos ayudará a saber qué conocimientos deberán ser reforzados y cuáles reestructurados. Bajo esta perspectiva docente la relación educativa entre estudiante y maestro es una determinante para el aprendizaje de los jóvenes. Por ello, la actitud del docente en el aula deberá estar encaminada a tener interacciones y diálogos positivos con los alumnos, generando así una comunicación que propicie el aprendizaje.

En el cuarto capítulo encontramos el clímax de este trabajo de grado. Inicialmente, explicamos un panorama general que nos indica la comprensión lectora actual de los estudiantes mexicanos a nivel medio superior. Posteriormente, referimos los elementos y procesos cognitivos que interfieren durante la comprensión de acuerdo con la investigadora en el área Valeria Abusamra. Estos elementos son retomados para elaborar un procedimiento que nos ayude a desarrollar paso a paso la capacidad de comprensión lectora de textos de divulgación científica en los alumnos. El diseño de este procedimiento está realizado con base en la parte cognitiva del “Modelo T” propuesta por Martiniano Román Pérez y Eloísa Díez.

Finalmente, todos los conocimientos planteados desde el primer capítulo hasta esta parte son retomados para proponer una estrategia didáctica que posea textos de divulgación científica de calidad así como actividades que generen el aprendizaje, orientadas por un docente interesado en desarrollar la capacidad de comprensión lectora de los estudiantes. La estrategia didáctica se divide en tres momentos apertura, desarrollo y culminación, que corresponde con las necesidades de acercarse al objeto de estudio, reforzar el nuevo conocimiento y evaluar su aprendizaje. Por lo tanto, cada actividad difiere de las demás al estar diseñada dependiendo del momento y lugar que ocupa dentro de la estrategia didáctica, es decir, cada método tiene un fin específico.

Es importante subrayar que la estrategia didáctica no está sujeta a ninguna institución educativa. De manera que puede ser desarrollada y aplicada, con sus debidos ajustes, por cualquier maestro de lengua a nivel media superior interesado en la comprensión lectora de textos de divulgación científica, o bien,

que posea este contenido en los programas de estudio que trabajar. También es importante resaltar que la estrategia didáctica no es una receta mágica que garantiza el aprendizaje, debido a que cada grupo tiene sus propias características que hacen posible o no la implementación de la estrategia didáctica en su totalidad o parcialidad. Por esta razón, el maestro debe poseer una buena interacción con los estudiantes porque al escucharlos puede abrirse al uso de nuevas técnicas que propicien el aprendizaje.

Para comprobar la eficiencia de la estrategia didáctica propuesta decidimos aplicarla dos veces en el Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Naucalpan con alumnos de primero y sexto semestre.

Tanto para profesores como para alumnos, la comprensión lectora del texto de divulgación científica es un aprendizaje significativo porque establece un vínculo entre las disciplinas del área de español y de las ciencias exactas, sociales y naturales. Las buenas lecturas de divulgación científica requieren conjuntar el rigor de la ciencia con el uso correcto de la palabra. Trabajar con estas obras fomenta para alumnos y maestros una conciencia interdisciplinaria, al reconocer que ambas áreas se necesitan mutuamente.

CAPÍTULO I. EL DISCURSO CIENTÍFICO

El objetivo de este capítulo es explicar el proceso de construcción permanente y en comunidad en el que se desarrolla la ciencia y sus variables para los docentes que carecen de educación formal en ciencias. Así, expondremos su lenguaje, el método racional en el que se basa y sus componentes (observación, hipótesis, experimentación y conclusión). Denunciaremos las falsas imágenes que se difunden de la ciencia como un conocimiento estático, verdadero y absoluto, producto de un científico loco ajeno a nuestro mundo. Definiremos la tarea real de la investigación y cómo la subjetividad de su autor se desvanece ante la discusión colectiva de la sociedad científica, brindándole un tinte mayor de objetividad.

Plantaremos los argumentos sobre los que se edifica la ciencia de buena calidad para diferenciarla de las malas prácticas, pseudociencias u otras actividades que fingen ser ciencia. Aclaremos las diferencias de conceptos que se confunden como ciencia, técnica, tecnología, ciencia básica, ciencia aplicada, ciencia de frontera, ley, teoría y modelo. Haremos también un breve recorrido del origen de la divulgación de la ciencia, que partió de la especialización del conocimiento, así como de su desarrollo en México y su situación actual.

La ciencia es un proceso colectivo donde su comunidad de investigadores establece, regula y desarrolla sus discursos y productos. El discurso científico se caracteriza porque en cualquiera de sus diferentes tipos maneja la estructura de los textos expositivos con sus modos discursivos (exposición, narración, argumentación...). Por último, desglosaremos los tres tipos de textos científicos (ciencia clásica, didácticos y de divulgación científica) especificando su autor, receptor, objetivo, lenguaje, estructura y dónde encontrarlos (revistas arbitradas, libros de texto, enciclopedias y revistas de divulgación). Todo ello con la finalidad de que el docente de la lengua pueda buscar, hallar y seleccionar los mejores textos de divulgación que generen el aprendizaje adecuado en sus alumnos tanto en el área de la lengua como en el de las ciencias.

1.1 La ciencia y sus características

El concepto ciencia indiscutiblemente refiere a conocimiento, el cual a su vez está ligado a la realidad. Sin embargo, al conocimiento científico le adjudican valores que no posee como veracidad, certificación o comprobación porque el saber científico no posee la realidad solo se aproxima a ella. El médico e investigador de excelencia por el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Ruy Pérez Tamayo (1990), afirma que el objetivo de la ciencia es alcanzar la mayor verosimilitud posible ya que no se puede aprehender la verdad de la realidad (p. 231).

La realidad es tan vasta y compleja que es imposible para la ciencia descifrar su totalidad de un solo golpe, razón por la que solo nos podemos acercar a ella. El divulgador José Antonio Chamizo Guerrero (2013) señala que la ciencia estudia la realidad al dividirla en diferentes cuestionamientos que se subdividen en preguntas pequeñas que son más fáciles de responder y una vez contestadas pueden unirse para entender las interrogantes originales (p. 25). Cada bloque de cuestionamientos corresponde a una disciplina científica diferente (observe Anexo 1). No obstante, el investigador emérito del SNI, Marcelino Cereijido (1994), advierte que la realidad sobrepasa la suma o sinergia de las todas disciplinas (p. 253).

A su vez, cada disciplina científica investiga los patrones constantes que se manifiestan en su campo específico de estudio. Gracias a estas semejanzas o regularidades es posible generar predicciones que son comprobables en la realidad, para alcanzar la verosimilitud entre el conocimiento científico y lo real.

La ciencia utiliza un método experimental para encontrar la repetición de estos patrones. La esencia del método científico es el pensamiento racional que cuestiona todo conocimiento a través de pruebas lógicas. Todo método científico parte de la observación y formulación de conclusiones generales (hipótesis) relacionadas con alguna disciplina de estudio. Posteriormente, las hipótesis se confrontan ante experimentos que comprueban o rechazan su verosimilitud con la realidad.

Manuel Calvo Hernando (2003), periodista científico de gran trayectoria, divide al método científico en cuatro fases. La primera es la observación y descripción del fenómeno a estudiar (p. 91). La observación es base de toda ciencia y está presente durante todo el método científico. Gracias a la observación percibimos todos los conocimientos, ideas fundamentales o leyes científicas de un campo disciplinar y generamos hipótesis. Sin embargo, la observación científica no es una actividad neutral. Ruy Pérez Tamayo (1990) define a la observación como un proceso activo, matizado por expectativas teóricas, suposiciones culturales, atributos del lenguaje, entre otros factores sociales e individuales que influyen en la percepción del sujeto (p. 182).

Por lo tanto, la confianza en la observación científica puede verse limitada por tres situaciones: el nivel del desarrollo del campo de estudio, la moda científica de la época y el fraude científico. Cuando una disciplina científica está iniciando, la información obtenida por la observación será sustituida por otra con mayor verosimilitud en un tiempo más rápido que en un ciencia más desglosada. La observación también es restringida por la moda científica que brinda las pautas del conocimiento aceptado y, por ende, aprueba las percepciones que concuerdan con ella. Finalmente, ante la comprobación de un fraude científico la confianza en la observación de los fenómenos es mermada (p. 252).

Durante la observación nos dedicamos a escuchar lo que nos dice la realidad. En la segunda fase del método científico de Manuel Calvo (2003) interpretamos lo que dice el fenómeno para elaborar una hipótesis que explique cómo funciona (p. 91). La clave de las hipótesis está en la capacidad de predicción sobre el fenómeno estudiado. De acuerdo con José Chamizo (2013) predecir el comportamiento futuro de los fenómenos del universo es una característica de la ciencia (p. 108). Por lo tanto, la hipótesis es una idea tentativa que describe la manera en que se desenvuelve un fenómeno, permitiéndonos así predecir su actuar. Justamente, Manuel Calvo (2003) establece el retomar la hipótesis para elaborar predicciones cuantitativas de nuevas observaciones en el fenómeno estudiado, como la tercera fase del método científico (p. 91).

Para su etapa final, plantea la elaboración de un experimento que compruebe las predicciones establecidas por la hipótesis (p. 91). Los laboratorios son los espacios diseñados por científicos para efectuar experimentos controlados. Estos contienen las condiciones necesarias para aislar los fenómenos que se estudian y así poder cuestionar el desarrollo de su comportamiento hasta lograr entender la manera en que funcionan. Durante la experimentación, las explicaciones y predicciones que parten de la hipótesis, son confrontadas con el fenómeno de estudio para probar o refutar su correspondencia con la realidad. La experimentación es el corazón de la ciencia y su método, este proceso es indispensable para seleccionar únicamente aquellas hipótesis que poseen mayor verosimilitud.

En las ciencias de la naturaleza, especialmente física y química, la experimentación es más completa. En estas disciplinas es más fácil reproducir el curso natural de los fenómenos así como alterarlos y controlarlos. Sin embargo, ante el desarrollo y profundidad actual de estos campos de estudio cada vez se requiere de mayor tecnología e infraestructura para obtener nuevos conocimientos e información, dificultando así la experimentación de estas áreas. Por otro lado, en otras disciplinas como biología o sociología la experimentación se vuelve más compleja. Ruy Pérez (1990) señala que la analogía es el mejor método de experimentación en ellas como la anatomía comparada para biología y la antropología histórica en sociología (p. 146). Por razones obvias experimentamos los nuevos medicamentos primero con especies de animales parecidas fisiológicamente a la nuestra antes de probar con humanos.

La complejidad de la experimentación puede complicarse más en otras disciplinas como astronomía y paleontología. No existen laboratorios en donde se puedan controlar y manipular estrellas, o bien, regresar en el tiempo para examinar dinosaurios. El estudio en estas áreas es cuestionar a los fenómenos a través de una observación indirecta. Se encuentran planetas por el movimiento de la sombra constante que se aprecia en las estrellas o por los cambios en las órbitas de otros cuerpos celestes. Las imágenes de los dinosaurios son recreadas

a partir de los fósiles y el parentesco que tienen con otros animales que no están extintos.

Por su parte, las ciencias sociales también están limitadas en la experimentación porque no es ético ni moral manipular, controlar o poner en situaciones de peligro a los seres humanos. Por lo tanto, no todas las disciplinas son experimentales. Algunas de ellas trabajan con hipótesis que buscan confrontar lo más posible la realidad y crean modelos verosímiles que correspondan a ella. Los modelos, define José Chamizo (2013), son un conjunto coherente de los supuestos que explican el funcionamiento de algún fenómeno para ayudarnos a comprenderlo (p. 108).

Los modelos científicos tienen tres funciones predecir, explicar y prescribir; por lo tanto, es posible manipular alguna parte de la realidad con base en el modelo. Por ejemplo, Wilhem Röntgen descubrió los rayos X y su forma de producción. Aunque la radiación X es invisible, actualmente podemos generarla para aplicaciones médicas siguiendo el modelo que el físico alemán diseñó para su producción. Arturo Rosenblueth (1971), investigador mexicano, define la ciencia como un modelo de la naturaleza y manifiesta que uno de los objetivos del trabajo científico es construir modelos sobre fenómenos naturales.

Con la definición de Marcelino Cereijido (1994) del método científico como un proceso cíclico que inicia en la observación, continúa en el razonamiento de lo percibido (hipótesis) para seguir con la experimentación que deriva en una nueva observación (p. 54), podemos resumir las fases de Manuel Calvo. Ahora bien, todos los experimentos arrojan datos observacionales (evidencia) que confirman o reprueban la hipótesis cada vez que el experimento es repetido bajo las mismas condiciones.

Asimismo, para que una hipótesis sea aprobada debe tener correlación con el conocimiento previo de su disciplina y poseer claridad en la argumentación lógica e interpretación del fenómeno. Con el tiempo, todas las hipótesis o ideas de ciencia se van optimizando, desechando o sustituyendo por otras que son más verosímiles en la realidad. La ciencia es un proceso complejo y dinámico, no puede ser estático, porque constantemente surgen nuevas evidencias que

modifican el conocimiento establecido. Cuando aparece un descubrimiento que cambia el rumbo y la visión de una disciplina se convierte en un paradigma que inicia una revolución científica.

En torno al método científico, es necesario aclarar las imágenes distorsionadas que se tienen de él. La física y divulgadora, Ana María Sánchez Mora (1998) denuncia que el método científico se percibe colectivamente como un procedimiento intelectual y formal que siempre concluye en información verdadera o correcta (p. 48). Previamente, señalamos que el conocimiento científico es verosímil y solo se acerca a la realidad. Además, como el conocimiento se va optimizando algunas hipótesis resultantes del método científico se desechan porque ya resultan obsoletas.

Otro error frecuente es pensar que el método científico sigue automáticamente una serie de pasos que te enseñan en la escuela: planteamiento del problema, hipótesis, observación, experimentación análisis de resultados y conclusiones. Lo cierto, expresa Marcelino Cereijido (1994), es que no hay una categoría general de “ciencia”, ni un único concepto indiscutible de “verdad” o “método científico” (p. 103). Ruy Pérez (1990) plantea que tiempo atrás cuando la física tenía un desarrollo superior sobre otras ciencias naturales se hablaba de un solo método científico. No obstante, indica, el campo de la ciencia actual es tan diverso, complejo y heterogéneo que es imposible hablar de un solo método científico.

Por ejemplo, no todos los fenómenos naturales pueden expresarse en ecuaciones matemáticas, en las ciencias sociales existe un sinnúmero de pluralidad de causas emergentes que no pueden anticiparse porque los sistemas sociales son complejos (p. 263). Con la especialización y el surgimiento de las diferentes disciplinas científicas aparecen nuevos métodos científicos que son sometidos a discusión por su comunidad disciplinar para definir si son incorporados o no dentro de su campo de estudio (p. 265). Así la ciencia trabaja en la creación de métodos científicos innovadores exhortando a los investigadores a utilizar su ingenio, creatividad e imaginación. Estos procesos intelectuales exigen un gran esfuerzo

porque deben resolver problemas a través de propuestas que concuerden con el conocimiento previo establecido por su disciplina.

Aunque cada una de las diferentes ciencias, señala Manuel Calvo (2003), tiene sus propios objetos, métodos científicos y valores, es importante no excluirse entre las diversas disciplinas (p. 46). Ana Sánchez (1998) afirma que la visión cerrada de un solo método científico limita la variedad del trabajo científico y los métodos que conforman la ciencia en los numerosos campos de estudio que la componen (p. 50). Brevemente, Ruy Pérez (1990) resume la concepción del método científico al entenderlo como:

La suma de los principios teóricos, de las reglas de conducta y de las operaciones mentales y manuales que usaron en el pasado y hoy siguen usando los hombres de ciencia para generar nuevos conocimientos científicos.
(p. 253)

Por lo tanto, el método científico es una actividad compleja y propia de las ciencias y de sus áreas de estudio. Toda disciplina que pretenda llamarse ciencia deberá poseer y demostrar el método científico que utiliza. De lo contrario, nos hallamos ante una pseudociencia, es decir, una serie de actividades que se vanaglorian de ser ciencia, pero no lo son como la astrología, grafología, numerología, parasicología entre tantas otras. El filósofo Paul Kurtz (1978) explica que este tipo de ciencias falsas se caracterizan por no utilizar métodos experimentales rigurosos en sus investigaciones, carecen de argumentación científica sólida y aunque sus resultados están “certificados” son altamente cuestionables y no han sido confirmados por investigadores imparciales.

Desgraciadamente –como denuncia el investigador y divulgador Héctor Bourgues Rodríguez (2002)–, la población mexicana está más cercana e interesada al pensamiento mágico de la pseudociencia con sus argumentos anecdóticos o falaces porque brindan soluciones fáciles que no exigen ningún esfuerzo personal (pp. 53-54). Las pseudociencias se alejan de la realidad y no son verosímiles como la ciencia porque no superan el filtro racional y lógico que

proporciona el método científico. Este² es la clave para lograr identificar a la ciencia y diferenciarla de aquellas actividades que pretenden serlo.

La ciencia permanece escéptica ante todas aquellas ideas que no pueden ser confrontadas por el análisis crítico del método científico y sus evidencias. Sin embargo, la ciencia tampoco debe caer en el dogmatismo religioso. El conocimiento científico no es válido cuando se basa en la opinión de los investigadores o en estudios que no desarrollen su procedimiento científico, en lo único que deben fundamentarse es en la evidencia arrojada por el método científico. No obstante, en espacios como las escuelas y en los medios de comunicación se fomenta la idea de que cualquier situación que contenga la palabra ciencia se convierte automáticamente en una autoridad incuestionable y verdadera, es decir, un dogma. Lo cierto es que la ciencia no posee verdades completas y absolutas, mucho menos dogmáticas.

Entonces, el escepticismo de la ciencia debe ser razonado y no dogmático. Así, el conocimiento de la ciencia avanza y se optimiza por su capacidad de abrirse a nuevas ideas y someterlas al razonamiento crítico del método científico. Aquellas que pasen este filtro se integrarán a las disciplinas correspondientes. Marcelino Cereijido (1994) nos brinda otra de las características de la ciencia en su definición del método científico: “instancia de aceptación del conocimiento que alguien generó para incluirlo en el cuerpo del conocimiento científico y que gracias a él, nuestros colegas creen en lo que publicamos” (p. 90). Más que el conjunto de saberes, la ciencia es un proceso complejo elaborado por un grupo disciplinar que ordena o clasifica el conocimiento en diferentes disciplinas.

Otra imagen distorsionada de la ciencia, es la del investigador mayor de edad, loco, sabio, despistado que viste bata blanca, trae el cabello alborotado y que trabaja solo. Error, la ciencia es grupal, la comunidad científica requiere de sus colegas disciplinares para evolucionar. Marcelino Cereijido (1994) afirma que dependiendo del campo de estudio en Francia y Estados Unidos se trabaja en grupos de entre 25 y 35 científicos. “Lo que es seguro es que un solo individuo ya

²La redacción de esta tesis sigue la nueva regla de la Real Academia Española en donde el adverbio solo y los pronombres demostrativos no llevan tilde.

no puede ser el teórico, experimentador, organizador, maestro, gestor, diplomático, político y publicista que se requiere para la tarea científica” (p. 258).

De manera individual, el objetivo del científico cuando investiga es tratar de aprehender la realidad. La meta de la investigación es capturar una parte desconocida de la realidad para estudiarla y explicarla. Marcelino Cereijido (1994) define a la investigación como una actitud:

La investigación científica designa una actitud de búsqueda iterativa, con nuevos métodos, en nuevos contextos y con diversos esquemas conceptuales. La sistematización del saber científico resulta precisamente, de un re-buscar, re- visar, re- vincular los datos que se van obteniendo con las hipótesis que se van urdiendo, y con las que ya formaban parte del andamiaje científico; andamiaje en el cual, en cada momento, se ordena el conocimiento ya obtenido. Ese rebuscar y ese vincular traen como consecuencia reordenamientos, revisión y conflictos constantes, pues no sólo se revisan los modelos, sino también los mismos supuestos sobre los que asienta el andamiaje. (p. 37)

No obstante, la idea de que el científico es objetivo cuando investiga, también es otra falsa idea frecuente. La observación del individuo es subjetiva y está permeada por la formación, capacidad intelectual, emocional, moral e ideológica que tiene el sujeto. Asimismo, las teorías, hipótesis, marcos de referencia y conocimientos previos que argumenta un investigador condicionan lo que observan (Hanson, 1958). El conocimiento científico generado por los científicos necesita ser comprobado por otros colegas disciplinares para ser aceptado. Por ello, sus homólogos repiten varias veces el método científico empleado en la investigación inicial bajo las mismas condiciones (materiales e instrumentos). Las observaciones y datos obtenidos deberán ser los mismos sin importar quién y dónde lo realice.

La objetividad de la ciencia proviene del trabajo de la comunidad científica. De acuerdo con la astrónoma divulgadora, Susana Biro Mc Nichol (2007), “La racionalidad de la actividad científica resulta de la relación entre los científicos y de su competencia, de los consensos que logran obtener, y no solamente de la idea de un método científico” (p. 32). La repetición de los experimentos por varios de sus integrantes limita la subjetividad individual al momento de la discusión grupal porque independientemente de la edad, experiencia, formación, ambiente social y

cultural, la evidencia arrojada por el método científico será la misma. La comunidad solo deberá establecer una conclusión consensual que apruebe, rechace o modifique la hipótesis que explica al fenómeno.

Incluso, algunos científicos elaboran los experimentos cambiando sus condiciones para enriquecer la investigación y obtener mayor información que afirme o refute la hipótesis durante la discusión. La verosimilitud o falsedad de una teoría depende de que sus pares u homólogos lo certifiquen. Susana Biro refiere que aprobar una hipótesis o una teoría solo significa que la comunidad científica ha confirmado que estas ideas superaron los experimentos y razonamientos críticos que el propio grupo impuso; es decir, por el momento son verosímiles con la realidad y no verdaderas (p. 21).

Es indispensable señalar que la aprobación de las teorías tampoco se trata de un proceso arbitrario, democrático o autoritario. La aprobación de las hipótesis no está determinada por el principio de autoridad, es decir, la clase social, nacionalidad, identidad, sexo, opinión, edad o posición laboral del investigador. La única autoridad, en la ciencia, son las evidencias y la solidez de los argumentos que la sostienen como (factores técnicos, estrategias específicas y la coherencia en el conocimiento constitutivo de la disciplina).

En resumen, la ciencia es una actividad que se hace de manera social y colectiva. No obstante, Marcelino Cereijido (1994) observa que ante la gran diversidad de disciplinas científicas y especializaciones, los investigadores se limitan exclusivamente a la coherencia interna de su campo de estudio (p. 61).

Ahora bien, la forma en la que se comunica, trabaja y discute la comunidad científica es a través de publicaciones en revistas arbitradas. Cuando un científico ha comprobado una hipótesis mediante el método científico elabora un artículo detallando su investigación y la envía a una revista arbitrada para su publicación. Las revistas arbitradas someten a todos los artículos a un proceso llamado *peer review* (revisión por pares o colegas) en donde especialistas reconocidos (árbitros) en el área de estudio evalúan todo el trabajo –experimentos, método, resultados, la interpretación de datos, coherencia conceptual y de conocimiento–.

Si la información presentada no es clara, extraña o insuficiente, los revisores o árbitros le sugieren cambios al autor (en la redacción o en la investigación) para su publicación. Asimismo, los artículos son rechazados cuando carecen totalmente de método, resultados y argumentos científicos sólidos. El arbitraje de la revisión de pares, indica el físico Javier Cruz Mena (2002), es válido solo cuando los árbitros son designados de manera anónima por el consejo editorial de la revista arbitrada, seleccionando a colegas con homología académica que sean independientes a los autores de los artículos (p. 119). Solamente a través de este sistema de control de calidad se puede confiar y garantizar la verosimilitud entre las nuevas teorías, descubrimientos o hallazgos experimentales con la realidad para así poder incorporarlos al conocimiento científico disciplinar.

Retomando al biólogo divulgador Martín Bonfil Olivera (2004), el sistema de arbitraje promueve la discusión entre la comunidad científica, la cual se aproxima a la realidad al comparar observaciones realizadas por distintos sujetos (inter subjetividad) y condiciones, incrementando así la objetividad científica (p. 179). En las revistas arbitradas también encontramos investigaciones y métodos que rechazan hipótesis, por lo tanto, los resultados negativos también forman parte del éxito en la ciencia. Ruy Pérez (1990) asegura que la ciencia progresa gracias a las refutaciones. Cuando los investigadores se enfrentan a los obstáculos que no pueden traspasar buscan los errores en la hipótesis, el diseño experimental, las observaciones, comparaciones o analogías. Los científicos aprenden más cuando detectan las fallas e intentan otros mecanismos de trabajo que las superen, lo que les brinda más información, así evoluciona la ciencia (p. 222).

Al ser una actividad humana colectiva, la ciencia se convierte en un sistema complejo en donde se involucran múltiples factores que se entretajan entre sí. Dentro de las comunidades científicas existen juegos de intereses, compromisos, luchas entre los grupos de poder, pasiones humanas, influencias epistemológicas, políticas, sociales, históricas, económicas, culturales que permean durante el consenso para definir cuáles son las hipótesis, metodologías, teorías, descubrimientos, leyes, entre otras que se aceptan o rechazan dentro del

conocimiento científico. Marcelino Cerejido (1994) advierte que dichos factores hacen que la ciencia no sea neutra porque la comunidad se encarga de elegir los temas y su manera de estudio, asignan presupuestos, interesan a la gente, otorgan premios, entre un sinnúmero de actividades más (p. 256).

De igual forma, como en cualquier otra actividad humana en la ciencia también hallamos fraudes ya sea al momento de inventar datos o al publicar en revistas falsas que no están arbitradas. Tan solo en los últimos tres años el portal de internet *Retraction Watch* dedicado a la vigilancia científica reportó 250 publicaciones falsas, las cuales se aumentaron gracias a internet (Romano, 2015). Ahora, cambiar la información de manera dolosa para comprobar cierta hipótesis atenta en contra de la credibilidad del investigador. No hay nada máspreciado para un científico que su credibilidad, de esta depende su posición, reconocimiento, presupuesto y trabajo entre muchas cosas más.

Ser detectado en un engaño de este tipo implica perder la confianza de toda la comunidad científica. A partir de ese momento, todos dudarán de lo que el investigador publicó previamente y de lo que escribirá en el futuro, es un marca que no se quita con el tiempo. Además, la institución a la que pertenece deberá tomar medidas al respecto porque ya nadie confiará en su trabajo, por lo tanto, sería inútil asignarle un presupuesto o dejarle su equipo de investigación puesto que todo lo relacionado con él será ignorado por la comunidad. A esto pueden sumarse el retiro de su posición como investigador y de reconocimientos alcanzados. En caso de querer cambiar de institución de trabajo, el resultado sería el mismo ya que es poco probable que algún centro de investigación esté interesado en un elemento que no es digno de confianza. Es así como las carreras profesionales de los científicos son truncadas y borradas.

Los fraudes son hallados cuando otros científicos del área se interesan en el estudio porque está relacionado con su línea de investigación y repiten el método científico para que les brinde información. Al momento de realizarlo, descubren que los datos no cuadran con los argumentos presentados y se hace otro artículo para denunciar las inconsistencias. Es por eso que aunque los artículos engañosos superen el filtro de los árbitros, la información científica

siempre está sujeta a comprobación y tarde o temprano las mentiras saltarán. En la ciencia es válido equivocarse, lo que no es correcto es engañar con esa intención. Generalmente, la redacción y estructura de los artículos proveen claves que son puestas a discusión por la comunidad para determinar si fue un error o un fraude.

Nature, una de las revistas arbitradas más importantes en el mundo de la ciencia, anunció el 29 de enero de 2014 que retiraría la publicación de un artículo encabezado por la bióloga Haruko Obokata y otros 13 investigadores sobre un método sencillo y barato para reprogramar células madre adultas. La decisión fue tomada después de que la comunidad científica denunció incapacidad para replicar los resultados. El comité de investigación de la revista abrió un estudio y determinó que los errores en el artículo eran graves y denotaban una mala conducta (plagio y engaño) (EFEfuturo, 2014) . Haruko Obokata se vio orillada a pedir disculpas y a renunciar a su centro de estudio (Instituto Riken de Biología del Desarrollo) después de ser señalada por el mismo como la responsable de haber dañado la credibilidad de la comunidad científica japonesa (Mundo, 2014).

La presión fue tanta por la desacreditación que el científico y coautor del estudio Yoshiki Sasai se ahorcó en su lugar de trabajo del Instituto Riken. Previamente, había sido hospitalizado por estrés y agotamiento. Yoshiki Sasai fungía como subdirector del Instituto Riken para el Desarrollo Biológico y era el encargado de supervisar el trabajo de la autora principal. Phil Campbell, editor en jefe de *Nature*, describió su muerte como una tragedia para la ciencia y la comunidad investigadora quien perdió a un pionero en el campo de las células madre y un científico excepcional en la biología evolutiva (Reuters, 2014).

Existen múltiples factores que reducen la calidad de la ciencia como: errores en la metodología o experimentos de los trabajos, una mala interpretación de los resultados, confusión en las variables, eliminación de datos que niegan o contradicen la hipótesis, falsas referencias documentales, entre otros. El investigador, docente y editor de revistas científicas, Pedro José Salinas (2005), denuncia que la mala ciencia se caracteriza por: inventar o falsificar datos, plagiar, robo o apropiación indebida, manipular o matizar datos, autoría ficticia, errores en

la recolección activa de datos, deficiencias durante la preparación del documento, faltas en el proceso de publicación, inflar el currículum, negligencia científica y sensacionalismo.

Por lo tanto, la ciencia también es un hecho social e histórico porque la generación de su conocimiento está determinada primeramente por la aprobación de su comunidad, que a su vez está sujeta a la época y el contexto en el que viven y después por la realidad. Ruy Pérez (1990) señala que lo considerado científico (ideas, fronteras, métodos y modelos) por la comunidad es comentado en pasillos y comedores; presentado en conferencias y congresos; publicado en revistas y libros didácticos o para especialistas; le otorgan premios y presupuesto; aprobado para la divulgación; integrado a la enseñanza para la formación de científicos; determina los lugares y equipos (infraestructura y recursos humanos) para trabajar y protege a los científicos durante sus investigaciones, entre otras cosas; es decir, la ciencia es social porque surge y se infiltra en toda la sociedad (1990, p. 272). Por lo tanto, la comunidad científica controla, analiza y produce los discursos científicos como un proceso infinito de construcción a través de la optimización que requiere de la oposición y ruptura de del conocimiento existente.

Martín Bonfil (2004) asegura que la ciencia es la única manera de aproximarse a la verdad absoluta del universo al brindar un equilibrio entre las construcciones subjetivas y arbitrarias con visión univocista (p. 178). La ciencia requiere del lenguaje para expresar la realidad del mundo, pero el lenguaje es una invención simbólica que no es literal porque no toca la realidad. Conforme se fueron dividiendo y especializando las disciplinas científicas surgieron vocablos para definir medidas de comparación; nomenclaturas que clasifican animales, plantas, compuestos químicos; formas de expresión de los valores hallados; abreviaturas de las unidades de medición; signos para determinar cuando los elementos están cargados positiva o negativamente o la manera de resumir la composición de las moléculas (H₂O) (Cereijido, 1994, p. 108).

Aunque el lenguaje científico parece objetivo y solamente descriptivo, al ser una convención social, este conlleva una carga teórica disciplinar fuerte que refleja una manera particular de interpretar la realidad. Ana Sánchez (1998) afirma que

mientras más desarrollado esté un campo de estudio como, la física, el grado de abstracción será mayor y su carga teórica será superior en comparación con las nuevas disciplinas (p. 23). La especialización en el lenguaje, indica Manuel Calvo (2003), es tan abstracta que en algunas áreas ya no se entienden entre dos campos de estudio de una misma disciplina o entre dos disciplinas científicas diferentes (física y biología) (p. 187). Ahora bien, un texto así para la gente sin formación en el área, es un impreso indescifrable e incompresible ajeno a su vida que provoca el alejamiento de las ciencias.

Además, existen conceptos básicos generales en la ciencia que se utilizan indistintamente pero no son iguales como: técnica, tecnología y ciencia. A diferencia de la ciencia, que busca el porqué de los fenómenos, la técnica, explica el divulgador José de la Herrán Villagómez (2002), se encarga de demostrar prácticamente cómo el resultado de una investigación es verosímil a la realidad a través de un método o dispositivo que detalle el funcionamiento de fenómeno para hacerlo comprensible y comprobable para los otros investigadores (p. 201). La técnica es una serie de cogniciones instrumentales o manuales que posee el hombre para transformar la naturaleza con el objetivo de satisfacer sus necesidades.

Por su parte, la tecnología, aclara el físico académico Roberto Sayavedra Soto (2002), es el conjunto de conocimientos aplicados y prácticos fruto de la técnica que satisface las necesidades humanas de subsistencia y existencia (p. 317). Gracias a la técnica se pueden generar instrumentos o dispositivos relacionados con la producción de bienes y servicios de consumo cuya manufacturación fijará el costo en el mercado al momento de su integración. Por lo tanto, la tecnología y sus innovaciones proyectan la calidad de vida de los individuos. Roberto Sayavedra explica que la tecnología tiene la capacidad de reinventar lo que hacemos en su forma y tiempo (p. 317). Por ejemplo, en la ciencia, la tecnología nos permite organizar datos de una manera más eficaz, ayudándonos a interpretar mejor la realidad. La ciencia y la tecnología dependen entre sí para progresar y optimizarse. El biólogo y divulgador Enrique Gánem

(2002) afirma que “la ciencia y la tecnología son la base de absolutamente toda la riqueza material de la sociedad” (p. 174).

Otros conceptos usuales que escuchamos cuando hablamos del contexto científico son ciencia básica, aplicada o de frontera. Héctor Bourges (2002) define a la ciencia básica como aquella actividad con el propósito de incrementar el conocimiento de algún área sin importar que posea o no una utilidad práctica; por su parte, la ciencia aplicada se enfoca en comprender conocimientos limitados a la resolución de problemas prácticos (p. 49). Mientras que la ciencia de frontera, refiere Aquiles Negrete, (2008) es la encargada de estudiar y extender los límites del conocimiento establecidos por las disciplinas científicas, de las cuales pueden surgir nuevas áreas de estudio como la biotecnología y la genética. Dichas áreas al ser recientes son más propensas a la incertidumbre y desacuerdo entre sus especialistas (p. 28).

Desgraciadamente, cualquier tipo de ciencia básica, aplicada o de frontera se ha convertido en una carrera de tiempo para publicar sus resultados en las revistas arbitradas. El doctor y periodista en ciencia Pierre M. Fayard (2004) sostiene que después de su publicación los conocimientos se convierten en dominio público. “Muchos años de trabajo de un laboratorio pueden reducirse a nada si al otro lado del planeta o del corredor un equipo rival da a conocer los resultados una hora antes” (p. 29). La mayoría de las buenas investigaciones requieren de periodos largos de trabajo, algunas superan los 10 años. El crédito de los descubrimientos será para quien publique primero y tenga la argumentación científica más sólida y con mejor o mayor número de evidencias.

No debemos olvidar que el conocimiento científico nunca será el espejo de la realidad y a lo más que podrá aspirar a ser es un modelo simplificado y verosímil. El investigador selecciona diferentes variables o propiedades medibles y comprendidas hasta el momento para estudiar un fenómeno. Posteriormente, el científico elabora un modelo que simplifica el comportamiento y funcionamiento del fenómeno. Así se acerca, pero no aprehende su realidad, la cual siempre será incompleta y por su diversa complejidad es incapaz de percibirla en su totalidad. El pedagogo Rafael Flórez Ochoa (1994) define los conceptos y modelos científicos

como artificios mentales que describen los fenómenos para entender y representar mejor la realidad (pp. 6-7).

Entre los conceptos o artificios mentales más frecuentes que encontramos cuando nos referimos a la ciencia están las leyes y las teorías. Las leyes científicas describen el comportamiento observable y medible de un fenómeno, generalmente a través de expresiones matemáticas. De acuerdo con Marcelino Cereijido (1994) las leyes se encargan de ordenar la ciencia porque unen su conocimiento y facilitan el manejo de una mayor cantidad de información (p. 104). El objetivo del investigador es plantear leyes que narren las características y variables a favor de los fenómenos que son medibles a través de su observación. Gracias a las definiciones que manifiestan las leyes, asegura Ruy Pérez (1990), la ciencia cumple con su función práctica que es la capacidad de predecir (p. 188).

Por su parte, las teorías son todo el marco de referencia que explica y fundamenta el desarrollo de un fenómeno compuesto por evidencias científicas fruto de experimentos que aprueban o rechazan hipótesis a través de observaciones repetidas y confirmadas de manera constante. Martín Bonfil (2004) advierte que las teorías científicas varias veces son erradas y al ser detectadas son sustituidas por otras más cercanas a la realidad (p. 174). Las teorías frecuentemente se renuevan debido a que el conocimiento científico siempre es incompleto, de manera que la ciencia se actualiza todo el tiempo. Es importante, señalar que tanto las teorías como las leyes no son aplicables a todas las ciencias.

Actualmente, el lenguaje especializado de la ciencia es un obstáculo para la comunicación entre el científico y el ciudadano común. Las expresiones de las leyes y los modelos son matemáticamente abstractas para quien no posee la formación adecuada. Desgraciadamente, algunas personas se aprovechan de la incomprensión del lenguaje científico para avalar teorías, cuestiones, situaciones o productos que no son científicos al mal utilizar conceptos fuera de su contexto determinado o al inventar otros similares. Los charlatanes hablan de estudios científicos a los que les integran argumentos pseudocientíficos. Manuel Calvo (2003) denuncia que para la gente es fácil confundir o mezclar las pseudociencias con las ciencias verdaderas. Agrega que la magia y la ciencia separadas en el

siglo XVIII vuelven a unirse hoy e incluso algunos físicos importantes conjuntan la parapsicología con la mecánica cuántica (p. 186).

Para resumir, la ciencia es una actividad de construcción infinita porque su conocimiento no es perfecto, absoluto y completo, por el contrario, es completamente relativo, mutable y parcial dependiendo de su disciplina y época. Durante el proceso complejo de la ciencia surgen problemas, contrargumentos y paradigmas conceptuales que generan revoluciones científicas que cambian radicalmente el conocimiento preestablecido. La renovación de teorías, modelos, conceptos y leyes más versátiles y eficientes en su acercamiento con la realidad hace que la ciencia progrese de manera lineal. Además, al ser un proceso creativo, la ciencia no tiene formas, metodologías, estructuras o mecanismos definitivos.

En la constante revisión de la ciencia sobre sus propios conocimientos, metodologías y procedimientos, la verosimilitud en cuanto a la realidad es más cercana. Los científicos saben que por muy exactos o sólidos que sean los modelos, leyes y teorías llegará el día en que será necesario actualizarlos o sustituirlos por otros más completos. Por lo tanto, la ciencia es un conocimiento social y un producto histórico fruto de la investigación colectiva de la comunidad científica que intenta identificar, definir y resolver problemas que atañen a la realidad. A los científicos les interesa conocer los fenómenos del mundo por eso observan y registran todo lo que sus sentidos perciben en torno al objeto de estudio. Posteriormente, elaborarán supuestos teóricos o hipótesis que describan y predigan el comportamiento del fenómeno.

Así como el arte, manifiesta Marcelino Cerejido (2002), la ciencia es una actitud en la manera de interpretar y de pensar la realidad que prioriza la racionalidad, negando los dogmas, milagros y revelaciones (p. 78). Como toda actividad humana, el proceso científico presenta limitaciones en cuanto a sus grupos y juegos de poder que manejan los intereses dentro de la comunidad. Finalmente, es indispensable enfatizar que el conocimiento producido por la ciencia es moralmente neutro. La buena o mala aplicación del mismo depende

únicamente de quien lo ejecuta ya sea en forma positiva, para ayudar a otros, o negativa, para dañar o beneficiar intereses particulares.

Hasta aquí hemos repasado brevemente el proceso complejo de la ciencia y sus características, conocimiento indispensable para que el docente se acerque y comprenda mejor la ciencia, característica principal de cualquier texto de divulgación científica. Si el profesor es capaz de identificar la ciencia en una obra de divulgación entonces podrá implementar el material adecuado en las estrategias didácticas para propiciar el aprendizaje. A continuación abordaremos el inicio de la divulgación de la ciencia ante la especialización de la ciencia y su situación en nuestro país.

1.2 El origen de la divulgación científica y su desarrollo en México

La difusión del trabajo y conocimiento científico inició con el envío de cartas escritas en primera persona entre científicos colegas de un campo particular de estudio para informarse de sus actividades así como de sus resultados obtenidos. Los orígenes de las publicaciones científicas como las conocemos hoy parten del siglo XVII, época en la que aparecieron los editores que trabajaron como árbitros que intercambiaban la información científica. Ana Sánchez (1998) informa que la revista londinense *The Philosophical Transactions of the Royal Society* (1665) es una de las primeras publicaciones científicas y la principal recopiladora de conocimiento impreso en un naciente artículo científico. Para su publicación los trabajos debían reportar hallazgos de una manera breve, sin exagerar, inventar o manipular la información, que debía ser lo más pura posible. Las revistas del último tercio del siglo XVII estaban enfocadas a la naturaleza en todos sus aspectos y la vida práctica.

Con el tiempo, la publicación de los artículos exigía una mayor precisión y un lenguaje que fuera comprensible para todos los científicos. Poco a poco las matemáticas se convirtieron en la forma de comunicación estándar por su capacidad universal de simbolismo simple (pp. 18-19). La especialización del vocabulario científico originó, en 1715, el surgimiento de diccionarios, breviaros y

libros de consulta, para las ciencias y las artes, de fácil lectura para quienes carecían de preparación. “Informaban lo que era esencial saber y eliminaron la terminología erudita, de manera que nadie se veía en desventaja” (p. 21).

Posteriormente, durante la Ilustración intelectuales y científicos publicaron obras de fácil comprensión para el público general sobre sus propios trabajos o los de otros. El éxito del filósofo Voltaire, por ejemplo, con sus *Cartas filosóficas* (1734) y *Elementos de la filosofía de Newton* (1738) fue tal que ambos textos fueron pronto traducidos al inglés y al italiano. Para entonces, la ciencia estaba de moda. Todo mundo tenía un pasatiempo relacionado con la ciencia como coleccionar insectos, prismas o plantas ya fuera en especie o libros. También se construían telescopios o los hombres regalaban insectos exóticos a la dama que pretendían conquistar.

Los periódicos, por su parte, daban vasto espacio para reseñar los innumerables libros de ciencia que anunciaban hallazgos. Las colecciones derivaron en la formación de museos y sus curadores formaron nuevos grupos científicos. A la par, varios países fundaron academias de ciencia. Entre 1751 y 1773 apareció la Enciclopedia que refleja la divulgación que caracterizó a la Ilustración. Su objetivo de acuerdo con sus editores, entre ellos los filósofos Denis Diderot y Jean le Rond D’Alembert, fue ordenar y exponer los conocimientos humanos como un diccionario que contiene los principios generales de cada ciencia y arte. (pp. 19-21)

Mientras tanto, en México, el naturalista con conocimientos en física, química, matemáticas y astronomía, José Antonio de Alzate y Ramírez, publicó (12 de marzo de 1768–10 de mayo de 1769) *El Diario Literario De México* en donde informaba noticias de ciencia útiles. Influida por la Ilustración, abordaba temas de medicina –nuevas enfermedades–, agricultura –siembra de semillas–, botánica –clasificación de plantas–, minería –métodos para su fácil extracción–, astronomía, arquitectura, zoología, geografía y cartografía, entre otros (Torres Hernández, 2005). El también miembro del Real Jardín Botánico de Madrid publicó 13 números de *Asuntos Varios Sobre Ciencias y Artes* (26 de octubre de 1772–04 de enero de 1773); *Observaciones Sobre Física, Historia Natural y Artes Útiles* (21

de marzo 1787–12 de febrero de 1788) la cual se convirtió posteriormente en *Gaceta De La Literatura de México* que finalizó el 17 de junio de 1795 (Musacchio, 2007, p. 23). Finalmente, en 1834 editó sus *Gacetas De Literatura*, en donde abordó sus temas expresados pedagógicamente.

El *Mercurio Volante con noticias de importantes y curiosas sobre varios asuntos de Física y Medicina* apareció el 17 de octubre de 1772 publicado por el médico y matemático novohispano José Ignacio Bartolache y Díaz de Posadas. El primer periódico exclusivo de medicina en el continente americano era semanal, regularmente salía los miércoles. Después de 16 números, el segundo diario ilustrado de la Nueva España vendió su último tiraje el 10 de febrero de 1773 (Musacchio, 2007, pp. 23-24). En México, la historia de la divulgación comenzó con las pláticas y folletos en el siglo XVII, pero se consolidó en el siguiente centenario a través de estas gacetas públicas y diarios. Actualmente, las revistas son las responsables del desarrollo de la divulgación científica.

En la Europa del siglo XIX, se utilizaban las cartas, conversaciones o lecciones para divulgar la ciencia. Los divulgadores las elaboraban con la finalidad de evitar que las personas se alejaran de la ciencia por su lengua recta e incomprensible. Los libros como el de Janet Marcet *Conversaciones sobre química* (1806) continuaban siendo una forma de divulgación preponderante. Sin embargo, con especialización permanente de la ciencia y la formalización de los artículos científicos, aparecieron las conferencias de divulgación y revistas como *Popular Science Monthly* para no perder la cercanía con el público general. Además, surgió otro tipo de divulgación de mayor nivel; por primera vez, los investigadores eran incapaces de comprender lo que ocurría en otras disciplinas. Libros como *Sobre la relación entre ciencias físicas* (1834) de Mary Somerville permitía a los científicos mantenerse al día y entender lo que descubrían en otras áreas (Sánchez Mora, 1998, p. 25)

Los museos en México llegaron hasta el siglo XIX con el Museo Nacional, la primera institución científica mexicana. El 15 de junio de 1825, su director, Isidro Ignacio Icaza, firmó su reglamento donde establecía su apertura al público los martes, jueves y sábados de las 10:00 a las 14:00 horas. El tiempo restante

estaba dedicado al estudio de los profesionales que laboraban ahí (Castillo Ledón, 1924, p. 62). En la constitución del museo su titular se comprometió a poseer:

documentos, monumentos, pinturas, máquinas científicas y colecciones de historia natural que dieran el más exacto conocimiento del país en orden a su población primitiva, origen y progresos de ciencias y artes; religión y costumbres de sus habitantes; productos naturales y propiedades del suelo y clima". (p. 61)

Las revistas mexicanas que se publicaron el siglo XIX reflejan la herencia de la Ilustración. Ofrecían a sus lectores variedad de conocimientos de las ciencias y artes así como su relación entre ellas. *Registro Trimestre o Colección de Memorias de Historia, Literatura, Ciencias y Artes por una Sociedad de Literatos* (enero 1832) fue el primer suplemento cultural del México Independiente. La Sociedad de Literatos, formada el año anterior, se convirtió en 1833 en el Instituto de Geografía y Estadística y posteriormente en la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (Musacchio, 2007, p. 42). Su periodicidad trimestral terminó en 1833 con la edición del quinto número, esta publicación difundió información de historia, matemáticas, botánica, economía, agricultura, metalúrgica, horticultura, educación doméstica, salud pública, literatura y artes; bajo la dirección del botánico y filósofo Pablo de la Llave (Archivo General de la Nación, Consultado en 2015).

Una de las mejores revistas literarias fue *El Mosaico Mexicano* ilustrado con litografías y grabados de madera en su primera etapa (1836–1837) por Isidro Rafael Gondra (Musacchio, 2007, p. 45). El primer volumen abordó información de cometas, el sistema solar, la víbora de cascabel y el daño que causan los corsés apretados en las mujeres, entre otros temas. La mayoría de los artículos publicados en los 16 volúmenes eran traducciones de diarios ingleses y franceses ((Coord.) Tonda, Sánchez, & Chávez, 2002, p. 124). En su segunda época (1840-1842) lo editó Ignacio Cumplido con reproducciones en español de artículos estadounidenses de la naturaleza y la industria (Musacchio, 2007, p. 45). También aparecieron revistas femeninas con la finalidad de reforzar su moral, instruir las científicamente y entretenerlas como *El Seminario de las Señoritas Mejicanas. Educación Científica, Moral y Literaria, del Bello Sexo* (1840-1842) (Vega, 2010).

Estas y otras revistas misceláneas (observe, Anexo 2) publicadas posteriormente incluían textos de ciencia breves y expositivos de interés general con un lenguaje sencillo accesible para el público en general. Algunas de ellas poseían grabados o litografías para ser más atractivas (Biro Mc Nichol, 2007, pp. 74-78). *El Museo Mexicano* (1843-1845) publicó los primeros artículos originales que abordaban temas locales “La Ferrería de Durango”, “Los jardines antiguos de México”, “El Fresnillo y sus minas” o “Noticia estadística de Morelia”. Los autores de los artículos fueron el político Lucas Alamán –fundador del Museo de Antigüedades e Historia Natural e impulsor del Archivo General de la Nación y de escuelas de agricultura– y del químico y farmacéutico reconocido Leopoldo Rio de la Loza ((Coord.) Tonda, Sánchez, & Chávez, 2002, p. 125).

El fundador de la Sociedad Mexicana de Historia Natural y divulgador, José Joaquín Arriaga, editó *La Ciencia Recreativa* una publicación dirigida a los niños y las clases trabajadoras (p. 127). Asimismo, los folletos también tomaron un papel indispensable en la divulgación de la ciencia porque informaban los remedios contra las diferentes enfermedades de la época como los publicados para combatir el cólera entre 1833 y 1850 (Biro Mc Nichol, 2007, p. 75).

Año Nuevo, Periódico Semanario de Literatura, Ciencias y Variedades (1865) publicó por primera vez el nombre de los autores de los textos. Antonio del Castillo, fundador del Instituto Geológico Nacional y profesor pionero del Museo Nacional, describió la masa del hierro meteórico de Yanhuaitlan que acaba de llegar a la capital. También reportó la última expedición (1859-1860) de la Escuela Práctica de Minas de Fresnillos dirigida por los profesores Miguel Velásquez de León y Diego Velásquez de la Cadena. Además, participaron el historiador, Manuel Orozco y Berra; así como los reconocidos naturalistas, Gumesindo Mendoza, director del Museo Nacional, y Alfonso Herrera, director de la Escuela Nacional Preparatoria ((Coord.) Tonda, Sánchez, & Chávez, 2002, pp. 126-127).

A partir de 1868 el Museo Nacional empezó a referirse sus investigadores – no docentes– como profesionales de la ciencia en geología, paleontología, botánica o zoología porque quienes estudiaban, enriquecían y cuidaban las diferentes colecciones de plantas, animales, fósiles y minerales. Los institutos

Geológico y Médico nacionales, contribuían con el Museo Nacional para ampliar sus colecciones (p. 121). En 1876 se fundó la Comisión Geográfica Exploradora con los objetivos de elaborar un mapa general de la República, así como realizar estudios topográficos y de historia natural (p. 123).

La Escuela Nacional Preratoria también contribuyó en la divulgación con la creación de la Sociedad Científica Antonio Alzate (SCAA, 1884) integrada por sus jóvenes alumnos quienes compartían los resultados de sus investigaciones a través de la publicación de sus *Memorias*. La sociedad buscaba cultivar matemáticas, física y ciencias naturales al vincularlas con los temas que del país. Estas reuniones tenían una buena concurrencia y apoyo del sistema tanto educativo como gubernamental (Candela, 2010, p. 28).

A la par, el trabajo de investigación y educación del Museo Nacional era reconocido en la Exposición de París de 1889 con la medalla de oro en educación y enseñanza. Cuatro años más tarde, 1893, se fundó el Museo de Tacubaya. Sus colecciones de flora y fauna extraídos de la Comisión Geográfico Exploradora también eran exhibidos al público ((Coord.) Tonda, Sánchez, & Chávez, 2002, p. 123).

A finales del siglo XIX, la moda de la ciencia empezó a declinar y los investigadores eran los autores de su propia divulgación para una élite interesada (Calvo Hernando, 2003, p. 19). Ana Sánchez (1998) indica que durante este centenario la especialización de la ciencia convirtió a sus disciplinas en eruditas aptas solo para sus pares. La *Royal Society*, por ejemplo, empezó a conjuntar sus contenidos por disciplinas. Los científicos solo leían libros de su área de estudio y acudían a la divulgación para enterarse de los otros campos debido a la incomprensión del lenguaje que reflejaba la profundidad de las disciplinas. Palabras sencillas como 'campo' 'elemental' y 'familia' significan cosas distintas en física, química o biología.

Durante el siglo XIX la ciencia era parte indispensable de la vida intelectual y práctica del ciudadano porque esta compartía intereses comunes latentes con otras actividades cotidianas como la literatura, la pintura, la política, entre varias más. Por primera vez, se encontraron las diferencias en lenguaje y estructura

formal entre los libros de textos disciplinar, los artículos científicos y los de divulgación. Finalmente, los investigadores se alejaron de las humanidades y se enfocaron únicamente en su campo de estudio, una situación que se hizo tangente en el siglo XX. Ana Sánchez asevera que la separación de las dos culturas, las humanidades con la ciencia, empobreció gravemente a las dos áreas (pp. 22-25).

Las revoluciones científicas y técnicas del siglo XX, sobre todo en el campo de la física, provocaron la necesidad del público general por adquirir información que explicara su funcionamiento. Así nacieron los primeros intermediarios de la ciencia, es decir, los divulgadores (Calvo Hernando, 2003, p. 19). No obstante, en México la divulgación permaneció con los investigadores. En 1903 los profesores del Museo Nacional iniciaron las conferencias al público general, las cuales se reproducían íntegramente en los *Anales del Museo Nacional*. En estas publicaciones se encuentran artículos que narran exploraciones científicas de arqueología en ruinas y de los naturalistas en campos y bosques. Para 1909 el Museo Nacional se dividió en el de Arqueología, Historia y Etnografía así como el de Historia Natural.

Por último, en 1915 nació la Dirección de Estudios Biológicos integrada por las colecciones del Museo de Historia Natural y las del Museo de Tacubaya. Su director, el naturalista antes citado, Alfonso Herrera reafirmó en su inauguración la importancia de la divulgación y la señaló como uno de los tres pilares, además de la investigación y los trabajos de aplicación. Añadió que la divulgación se realizaría a través de publicaciones, conferencias, donaciones, exhibiciones de colecciones, clases prácticas, visitas al museo abiertas al público general y los escolares ((Coord.) Tonda, Sánchez, & Chávez, 2002, pp. 122-123).

Asimismo, Ignacio Bolívar y Urrutia, investigador naturalista y entomólogo español, creó el 1° de marzo de 1940 junto a otros exiliados españoles (Candido Bolívar Pieltain, Francisco Giral e Isaac Coster) la revista *Ciencia* de campos de estudio puros y aplicados (Quiminet, 2011). *Ciencia* es el actual órgano informativo de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC). Su atencesora, la Academia de Investigación Científica se constituyó el 12 de agosto de 1959 con la finalidad de conjuntar a diversos investigadores de diferentes disciplinas para compartir sus

proyectos, búsquedas, generar la discusión, la crítica y reflexión en comunidad (AMC, Consultado, 2015).

Manuel Ávila Camacho, presidente de la república mexicana, decretó el 8 de abril de 1943 la creación de El Colegio Nacional con la finalidad de divulgar la cultura (científica, filosófica y literaria) al pueblo de la voz de 20 autores e investigadores nacionales más reconocidos en su disciplina. Los fundadores en el área de las ciencias fueron el arqueólogo Alfonso Caso, el cardiólogo Ignacio Chávez, el biólogo Isaac Ochoterena, el geólogo Ezequiel Ordóñez, el físico Manuel Sandoval Vallarta y el oftalmólogo Manuel Uribe Troncoso. Los miembros del Colegio elaboran conferencias y actividades de divulgación para el público en general sobre su disciplina que fueron y continúan siendo libres y gratuitas. El Colegio Nacional también tiene una revista homónima que informa el trabajo de sus integrantes y la actividad cultural mexicana del momento (El Colegio Nacional, Consultado 2015). Actualmente, El Colegio Nacional está constituido por 40 integrantes.

En la primera mitad del siglo XX, las nuevas teorías físicas eran explicadas en libros por sus propios autores –*Mente y materia* de Erwin Schrödinger o *Más allá de la física* de Werner Heisenberg– los cuales no eran accesibles para un público general. En contraste, aparecieron los primeros científicos divulgadores quienes hicieron un gran trabajo, algunos de ellos eran grandes investigadores. De manera que la gran mayoría de la divulgación de la época era de calidad porque no distorsionaban el contenido científico (Sánchez Mora, 1998, pp. 26-27).

Para la segunda mitad, el físico Luis Estrada Martínez fundó el Departamento de Ciencias adscrito a la Dirección de Difusión Cultural de la UNAM (Bonfil Olivera, 2015). Producto de este nuevo sector universitario, nacieron bajo su dirección las revistas *Física* (1968) que se convirtió en *Naturaleza* (1970-1985) al ampliar su temática a otras disciplinas. Por su contenido y perfil son consideradas las primeras publicaciones de divulgación contemporáneas mexicanas. Además, ambas impulsaron la formación de divulgadores en nuestro país (Calvo Hernando, 2003, p. 176).

Paralelamente, el 29 de diciembre de 1970 se creó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) un organismo descentralizado de la Administración Pública Federal que fue integrado al sector educativo con personalidad jurídica y propia. Así se convirtió en la institución responsable de elaborar las políticas que desarrollen la ciencia y tecnología en el país (Conacyt, El Conacyt, Consultado 2015). En marzo de 1975 Conacyt publicó su primer número, con 56 páginas, de la revista de divulgación *Ciencia y Desarrollo* con la finalidad de compartir y difundir los avances mexicanos de ciencia y tecnología (Ciencia y Desarrollo, 2015).

A inicios de 1980, el Departamento de Ciencias la UNAM de Luis Estrada se transformó en el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC) de la UNAM. Bajo su tutela se formaron divulgadores a través de un taller de trabajo en el que se hacían artículos para establecer, discutir, analizar y corregir formas que permitan un trabajo confiable y eficaz. El taller exponía los artículos realizados al público general para su retroalimentación ((Coord.) Tonda, Sánchez, & Chávez, 2002, p. 351). El objetivo de la divulgación aquí fue generar opinión de calidad en el público general sobre el trabajo científico. El boletín mensual del CUCC, *Prenci* se convirtió en el inicio de la trayectoria profesional de varias generaciones de escritores y divulgadores de la ciencia. La publicación alcanzó los 150 números por los siguientes 13 años (Calvo Hernando, 2003, p. 176) bajo la dirección de Luis Estrada, Ana Luisa Guzmán, Alejandro Quevedo, Carlos López Beltrán y Nemesio Chávez ((Coord.) Negrete Yankelevich, 2014, p. 89).

La Facultad de Ciencias de la UNAM tampoco se quedó atrás y en 1982 publicó el primer número de su revista *Ciencias*. Una revista trimestral con el objetivo de ampliar la cultura científica de la población a través de la selección de un tema abordado por diferentes disciplinas (biología, historia de la ciencia, física, salud, matemáticas, astronomía, política científica, antropología, economía, historia, ciencia y sociedad, entre otras) que forman un dossier. Además, mantiene secciones fijas que tratan diversidad de tópicos. *Ciencias* es un espacio de expresión para las distintas formas del pensamiento científico que difunden información con la finalidad de generar opinión e incrementar la cultura del público

general, consiguiendo así reconocer el papel social del científico (Facultad de Ciencias UNAM, Consultado 2015).

En 1984 la Academia de Investigación Científica emitió la primera convocatoria para la creación de un Sistema Nacional de Investigadores (SNI) (Drucker Colín, enero-marzo 2001, p. 21). El 26 de julio de dicho año el *Diario Oficial de la Federación* publicó la formación del SNI con la finalidad de reconocer a las personas dedicadas a la producción del conocimiento científico y tecnológico en el país (Conacyt, Sistema Nacional de Investigadores, Consultado 2015). Los científicos seleccionados son evaluados por sus pares a quienes les otorgan el nombramiento de investigador nacional, avalando así la calidad y prestigio a sus aportaciones. Además, se le otorgan estímulos económicos dependiendo del nivel asignado.

Conacyt maneja cuatro niveles de reconocimiento en el SNI. Los recién doctorantes que apenas inician producción científica son nivel "C", es decir, candidatos a Investigador Nacional. Posteriormente, dependiendo de sus aportaciones o productividad se les divide en alguno de los tres niveles I, II y III. Los investigadores nivel III además de tener una alta productividad han adquirido reconocimiento internacional y han contribuido con la formación de científicos de alto nivel. Los científicos con trayectoria de excelencia son reconocidos como Investigadores Nacionales Eméritos. Por último, los investigadores se dividen en siete áreas: ciencias exactas (física, matemáticas y ciencias de la tierra); ciencias de la vida, (química y biología); ciencias de la salud; humanidades y ciencias de la conducta; ciencias sociales y económicas; ciencias agronómicas y biotecnología, e ingeniería y ciencias de la tecnología (Instituto Politécnico Nacional, 2011). Con este sistema el SNI pretende incrementar la cultura, productividad, competitividad científica y tecnológica del país que contribuyen a su bienestar social.

Otra transformación importante en la divulgación fue la Academia de Investigación Científica en la Academia Mexicana de Ciencias en 1996 (AMC, Consultado, 2015). En su nuevo estatuto formalizó como uno de sus objetivos la divulgación de la ciencia que ya venía desarrollando en *Ciencia*, su órgano informativo. Esta revista contiene artículos de divulgación, escritos o no por sus

miembros, que abordan los alcances, avances y debates del ámbito científico nacional e internacional. La publicación es accesible para el público general con estudios mínimos de nivel medio superior, preferentemente universitarios (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, 2010).

A finales del siglo XX, el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia de la UNAM se convirtió en la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC, 1997) con el mismo propósito de generar proyectos de divulgación y formar personal para dicha labor ((Coord.) Tonda, Sánchez, & Chávez, 2002, p. 321). Fruto de este proceso fue la integración de divulgadores de las revistas *Naturaleza*, *Ciencia y Desarrollo*, *Chispa* e *Información Científica y Tecnológica* para formar la nueva publicación *¿Cómo ves?* (diciembre, 1998) enfocada para jóvenes de nivel medio superior y los primeros años de licenciatura. Esta publicación es un aliado ideal para los profesores de esos sectores educativos porque genera aprendizajes en diversas áreas. Sus contenidos son aptos para integrarlo en las planeaciones didácticas bajo la orientación de las *Guías del Maestro* que ofrece la revista. Incluso, su público meta puede ampliarse a hombres y mujeres de 14 a 39 años.

¿Cómo ves? aborda los temas de coyuntura científica y tecnológica, informa los nuevos avances, diferencia las pseudociencias de las ciencias, reconoce el trabajo social e individual de la ciencia, narra momentos de la historia de la ciencia y presenta a los investigadores a través de entrevistas. Los artículos buscan vincular experiencias diarias con el quehacer científico así como ofrecer lecturas o actividades placenteras como caricaturas, pasatiempos, reseñas de libros, sitios de internet o películas e invita a las exposiciones museográficas, todo de contenido científico. La revista está abierta para publicar artículos de investigadores, profesores, periodistas o divulgadores de la ciencia. Sin embargo, deben pasar por la revisión y el filtro del comité editorial conformado por divulgadores y científicos de amplia trayectoria (*¿Cómo ves?*, Consultado 2015).

Uno de los medios masivos de comunicación de gran éxito en el siglo es la televisión. En dicho espacio podemos encontrar programas que están

relacionados a la ciencia, como los noticiarios. No obstante, la mayoría de los contenidos fingen ser ciencia a través de argumentaciones falsas o manipuladas, por ejemplo, películas de ciencia ficción, series temáticas, comerciales, dibujos animados, documentales de fenómenos paranormales, espacios publicitarios, entre otros.

Incluso, los noticiarios que cuentan con reporteros especializados en ciencia les dan un espacio mínimo con excepción de noticias sensacionalistas. Por lo tanto, la divulgación que encontramos en la televisión es ínfima e insuficiente y la creada en nuestro país es casi inexistente. Además, es frecuente confundir programas de divulgación de ciencia con documentales didácticos que solamente reproducen certezas, evitando la crítica y la reflexión. La televisión es un medio masivo de comunicación ideal para acercar a las personas a la divulgación por su atracción audiovisual.

Otro medio que revolucionó la manera de comunicarse a finales del siglo XX y a principios del XXI es el internet. Del mismo modo que transforma las actividades cotidianas, el internet promueve la integración de comunidades científicas y académicas virtuales así como la infinita apertura de canales que permitan la distribución del conocimiento. Los investigadores y divulgadores pueden crear sus propias páginas para divulgar sus hallazgos o la información relevante y los nuevos avances. Algunos portales creados para las diferentes comunidades científicas poseen publicaciones digitales arbitradas. No obstante, su acceso es limitado por el alto costo económico. Los investigadores pueden leerlas a través de las suscripciones que realizan las instituciones donde laboran. La ventaja de las publicaciones digitales sobre las impresas consisten en el acceso inmediato al momento y por la posibilidad que brindan para contextualizar investigaciones.

También existen sitios de internet exclusivos para la divulgación de la ciencia para el público general o cierto sector temáticamente específico que no sea científico. Sin embargo, con la enorme apertura de creación que ofrece el internet es más fácil hacer portales falsos o fraudulentos de publicaciones digitales “científicas” o de “divulgación” que estén vinculadas a intereses particulares como la venta de diversos productos. Las personas que desconocen el discurso

científico sus características y procesos pueden ser engañadas fácilmente. Por ello, es importante que los profesores de nivel medio superior de ciencias, y también de español, enseñen a sus alumnos a diferenciar entre las fuentes legítimas y las engañosas.

En resumen, la mayoría de la divulgación científica mexicana, desde sus orígenes, se debe a los investigadores quienes hacen conferencias, escriben libros o artículos y exponen sus investigaciones en radio, televisión o cine. Las instituciones educativas a las que pertenecen los científicos divulgadores también han contribuido a la divulgación a través de sus publicaciones, congresos, seminarios y conferencias. Ana Sánchez (1998) advierte que el papel de los educadores y periodistas en la divulgación ha sido limitado desde las revoluciones de la física –como la relatividad– debido la incapacidad de comprender los artículos científicos originales y su escaso entrenamiento matemático (p. 28). La especialización de las ciencias hizo imposible que las personas sin una preparación científica adecuada puedan convertir la información de los artículos a un lenguaje sencillo y contextualizado para la comprensión del público en general.

De acuerdo con Manuel Calvo (2003), los medios tradicionales de la divulgación son las conferencias o mesas redondas, donde los investigadores se acercan al público general; revistas, expresan y fijan los contenidos de manera más estructurada; libros, la información está más desglosada y se retiene mejor, y los museos que permiten observar los objetos de la historia pasada y presente (p. 107). Asimismo, Aquiles Negrete (2008) divide la divulgación de la ciencia en formal e informal. La formal se caracteriza por su carácter obligatorio, estructura y planeación definida como la educación científica en escuelas, cursos o conferencias académicas para la formación de divulgadores de la ciencia o periodistas. Las informales son voluntarias, no asesoradas y esporádicas como la lectura de los medios escritos (revistas y libros), observación de medios audiovisuales (cine, televisión, internet, teatro, radio), visitar museos, o bien, participar en grupos, sociedades, competencias o festivales científicos (p. 43).

Los medios masivos de comunicación de carácter audiovisual son los más atractivos por el público general para la divulgación. No obstante, el cine, radio,

televisión y la prensa usualmente dedican ínfimos espacios a la comunicación de la ciencia. La divulgación científica es una amplia tarea que debe estar presente en todos los medios de comunicación y en un sinnúmero de actividades que abarquen las diversas personalidades, clases sociales, formaciones educativas y experiencias del público general.

Explicar la ciencia, sus características, procesos, leyes y teorías es la principal tarea de la divulgación. A través de esta el individuo entenderá mejor las variables de su contexto, despertará su curiosidad y generará una reflexión o crítica para interpretar la realidad mediante su propio juicio. Además, la buena divulgación científica interpreta la realidad a través de la racionalidad y la contextualiza con la cultura porque es parte de ella. Actualmente, la divulgación científica parte trascendental de la tarea científica porque gracias a ella el público general se informa del trabajo de los investigadores y reconoce su labor social de manera positiva. La ciencia no es exclusiva de su comunidad de investigación pertenece a la sociedad porque reside en ella y su desarrollo depende de ella.

La divulgación de la ciencia contribuye a mejorar la calidad de vida del público general porque brinda información para aprovechar eficientemente el contexto y los avances de la ciencia y la tecnología. La mayoría si no es que todos los artefactos con los que interactuamos diariamente son producto de la ciencia y la tecnología. Por ello, es necesaria la comprensión de sus procesos, características, objetivos, limitaciones y actores al momento de participar en la toma de decisiones de políticas públicas o situaciones de emergencia de una manera adecuada. Así, la divulgación científica complementa la educación formal al llenar sus vacíos y al actualizar permanentemente el conocimiento del público general. Finalmente, fomenta una actitud de reflexión racional que provocará en sus consumidores una capacidad para diferenciar la información científica de aquella que no lo es bajo argumentos sólidos porque identifica y comprende cabalmente a la ciencia y sus procesos.

Además, los textos de divulgación científica forman parte del discurso científico producido por su comunidad. De igual forma, la mayoría de las obras

científicas son catalogadas como textos expositivos. A continuación abordaremos el discurso científico como obra expositiva y sus diferentes características.

1.3 El discurso científico como texto expositivo

Anteriormente, señalamos que la comunidad científica es la encargada de estructurar, formalizar, regular y controlar el discurso de la ciencia. La comunicación de la ciencia es social y su finalidad es demostrar a los investigadores o a la sociedad lo que consideran verosímil. Mauricio Beuchot (2008) señala que la certeza del conocimiento científico consiste en la relación causa-efecto, es decir, las circunstancias específicas que causan o provocan determinado efecto de manera constante (Beuchot & Arenas-Dolz, p. 168). Asimismo, el lenguaje con el que se comunica la ciencia, especialmente, con sus colegas se caracteriza por su terminología especializada.

Los tecnicismos son vocabularios abstractos que poseen un significado específico en cada disciplina. Los términos técnicos son de gran utilidad para la comunidad científica porque permiten una comunicación clara, precisa y breve al resumir la información y clasificarla o agruparla. Un ejemplo muy palpable es en biología, existen palabras para la taxonomía o clasificación de las especies que nos indican características establecidas; el término mamífero agrupa y clasifica a todos aquellos animales vertebrados con temperatura estable en el cuerpo independientemente de la temperatura ambiental, cuyas crías se desarrollan dentro de la madre y al nacer se alimentan de leche materna (Robles García, 2013).

El lenguaje especializado, propio de cada ciencia, es fruto de su historia y ejercicio. Con el paso del tiempo y la especialización en los campos de estudios los tecnicismos se vuelven más abstractos, están más ajenos al habla coloquial y son difíciles de comprender para quienes no trabajan en ese campo de estudio. Manuel Calvo (2003) asegura que los términos especializados son cargados de profundas significaciones que poseen resonancias particulares que indican una determinada definición bajo ese contexto disciplinar. Sin son retomadas fuera de

su disciplina o al utilizarse individualmente pierde ese significado denotativo (p. 88). De igual forma, Pierre Fayard (2004) afirma:

El lenguaje especializado es un paso imprescindible para mantener el carácter reproductivo de las ciencias en el tiempo y el espacio. Para lograr esto, cada concepto involucrado y codificado en una teoría debe tener un solo y único sentido para todos los miembros calificados y reconocidos de una disciplina. (p. 24)

Gracias a los significados denotativos que establecen los tecnicismos, los científicos confían en que su lenguaje especializado es capaz de acercarse a la realidad de una manera formal, recta, precisa y unívoca. Pierre Fayard (2004) advierte que este lenguaje solo expresa lo que se logra percibir en la realidad y que es convenido por la comunidad bajo el mismo punto de vista y objetivo. El lenguaje especializado construido por la comunidad científica es el aceptado para generar hipótesis, plantear experimentación y proponer modelos o leyes que interpreten la realidad perceptible (p. 24). No obstante, es importante recordar que el lenguaje es incapaz de aprehender la realidad en su totalidad. El filósofo Mauricio Beuchot (2008) asevera que pensar científicamente psicológicamente es una variedad de la fantasía de la exactitud (p. 239).

Los tecnicismos apelan a alusiones estéticas y metafóricas porque no existe vínculo real, preciso o exacto entre los objetos, hechos o circunstancias y sus nombres. Por lo tanto, el lenguaje es el límite de la comprensión de la realidad perceptible y sus fenómenos apreciados de manera mutilada porque es imposible poseerla completamente. Mauricio Beuchot (2008) establece que “el significado de una palabra no hace referencia a ninguna entidad extralingüística, sino que la palabra significa en la medida en que se usa en el contexto de un determinado de lenguaje” (p. 194).

Las obras científicas, por lo general, son el mejor ejemplo de textos expositivos porque el centro de su proceso comunicativo son las ideas que se presentan en el contenido, es decir, su función de la lengua es referencial o denotativa. Las obras científicas informan los resultados de las investigaciones de ciencia. Sus autores expresan ideas de manera objetiva, impersonal y lógica

argumentando, fundamentado o explicando observaciones, deducciones, conclusiones y resultados producto del estudio realizado.

De acuerdo con Wayne Slater y Michel Graves (1990) la función principal de los textos expositivos es comunicar al lector información como teorías, predicciones, limitaciones, generalizaciones, personajes, entre otras; presentadas a través de argumentación, descripción o elementos narrativos. Por lo general, se presentan en discursos científicos (artículos, monografías, exposiciones), didácticos (libros de texto, obras académicas, manuales) y divulgativos (artículos de revista, enciclopedias), entre otros. De igual forma, los especialistas en psicología educativa Frida Díaz Barriga y Gerardo Hernández Rojas (2010) manifiestan que:

Este tipo de textos son continuamente utilizados en la prosa de distintas ciencias naturales (física, biología, entre otras), sociales (historia, civismo geografía, etcétera) y otras disciplinas (por ejemplo, matemáticas, administración). Reiteramos, la expositiva es la superestructura predominante en los textos académicos, desde los ciclos finales de la educación básica hasta la educación superior. De hecho, los textos científicos y técnicos son en esencia expositivos de mayor nivel de explicitud y 'objetividad'. (p. 288)

La estructura general inicia con un título claro que informa el tema central del texto. Posteriormente, en la introducción del texto presenta de manera explícita o implícita la idea principal que se abordará en la obra. El desarrollo desglosa las ideas claves ordenadas lógicamente y sustentadas en la descripción de detalles, definiciones o aseveraciones fundamentadas que facilitan la comprensión. Finalmente, encontramos el cierre a manera de conclusión, resumen o solución del problema planteado en el texto (p. 289). Asimismo, las formas discursivas presentes en los textos expositivos que sostienen el tema central y sus ideas principales son la narración, descripción, exposición y argumentación.

Iniciemos por la descripción. El comunicador Carlos Andrés Montañés (2006) la define como la forma que toma el lenguaje para mostrar las características de las cosas con la finalidad de representar el objeto o fenómeno que debe definir. El texto descriptivo organiza la información acerca de las formas, las dimensiones, colores, cualidades, características y vínculos que presentan entre sí. La descripción de tipo objetiva o científico-técnica presenta las

características más importantes de los objetos o procesos como son, su funcionamiento y finalidad (pp. 160-161). Las buenas descripciones intentan ser fieles a la realidad, completas y concisas.

El lenguaje descriptivo es preciso, utilizan los términos exactos que representan las cualidades de sus características; breve, oraciones cortas y sencilla que dan una lectura viva y rápida; coherente, relación lógica de las ideas entre sí, y claro, producto de la concisión y precisión que permiten elaborar una representación fiel del objeto en la realidad (p. 163). Frida Díaz (2010) señala que las descripciones se pueden encontrar a través de marcadores textuales en forma de conectores aditivos (además, aparte, incluso, entre otros) o enumerativos (en primer lugar, en segundo término, por último). Las características presentadas también pueden agruparse por categorías y su orden no es secuencial, es decir, la información es flexible para cambiar de lugar sin alterar su comprensión. Por lo general, encontramos descripciones en definiciones, biografías, cartas, narraciones y textos informativos (p. 290).

En la narración, el lenguaje describe las acciones que desarrolla un sujeto, objeto, fenómeno o proceso. Los textos narrativos tienen una estructura organizada en introducción, desarrollo o cierre. La introducción, iniciación o exposición nace de una causa, circunstancia o razón que origina la acción. En el desarrollo, nudo o secuencia es el desglose de la acción efectuada por el sujeto, objeto, fenómeno o proceso. Por último, el cierre, resolución o desenlace es la situación final producto de la acción que beneficia o perjudica al sujeto, objeto, fenómeno o proceso ejecutante (Montañés, 2006, pp. 155, 157). Frida Díaz (2010) coloca la narración en los textos de covariación (causa-efecto) que explican la manera en que las causas se vinculan con su efecto o consecuencias (p. 292).

Asimismo, en la exposición el lenguaje desarrolla un tema específico al presentar sus características, orígenes, esencia, causa, entre otros. La finalidad de la exposición es narrar, informar sobre el tema (fenómeno o proceso), instruir acerca del procedimiento a seguir para ejecutar una acción o manejar un objeto o convencer a través de aseveraciones argumentadas. El objetivo de la argumentación es persuadir a los receptores de modificar sus opiniones o

actitudes en torno al tema presentado. La argumentación contiene diferentes razones que sustentan una posición y refutan un punto de vista contrario.

La argumentación escrita debe ser planeada para articular y justificar el conjunto así como las secuencias de sus ideas con la intención de convencer efectivamente al lector, anticipar al oponente y rechazar sus contraargumentos, planteando la solución más adecuada. La estructura de los textos argumentativos se divide en cuatro partes. Primero, el planteamiento del problema en donde se presenta el tema y su circunstancia, es decir, el conflicto a resolver. Segundo, la formulación de una hipótesis tentativa que debe resolver el conflicto. Posteriormente, a través de argumentos fundamentados se demuestra la hipótesis. Por último, se comprueba o refuta la hipótesis y se elabora una conclusión. Los marcadores textuales de las argumentaciones son conjunciones (puesto que, por eso, por consiguiente...), adverbios (naturalmente, evidentemente, seguramente) y elementos lingüísticos que denotan orden secuencial (Montañés, 2006, pp. 164-168).

Los modos discursivos encontrados en los textos expositivos pueden combinarse o presentarse en forma breve como en una serie de oraciones, un párrafo, en un subtítulo o hasta en una sección de un libro. Incluso, es posible recurrir al diálogo para incluir las formas discursiva de narración, exposición, argumentación o descripción (Montañés, 2006, p. 167). De igual forma, Frida Díaz (2010) manifiesta que los textos expositivos también manejan secuencias –ideas organizadas en orden cronológico debido a que su comprensión y vínculo es obligatoriamente temporal– y comparaciones –encontrar y demostrar tanto las diferencias como las semejanzas entre dos temáticas en algunas ocasiones se describe cuál característica es mejor en alguna de las temáticas (p. 291)–.

Por último, las definiciones de tecnicismos nuevos o en textos de divulgación así como los elementos gráficos (esquemas, dibujos, fotografías o cualquier otro elemento visual) son comunes en los textos expositivos y de gran utilidad para la comprensión al facilitar la interiorización de la información. Los textos expositivos requieren un esfuerzo cognitivo porque para su comprensión se necesitan generar reflexión e inferencias a través de los conocimientos previos

que posee el lector. En general, los textos expositivos vinculan entre sí enunciados compuestos por formas discursivas que nos presentan las aristas de un tema y son sustentadas por argumentos sólidos.

La elaboración y comprensión de los textos expositivos también dependen de los intereses, el nivel cultural o educativo tanto del autor como del receptor. Estas circunstancias determinarán los objetivos, el medio, la estructura y profundidad del trabajo, entre otras. De manera que los textos expositivos también se subdividen y cada uno de sus tipos posee una organización, dirección y sentido propios. De igual forma, el uso de las formas discursivas y la coherencia temática dependerá de la obra científica realizada y el tipo de texto expositivo en el que se ubique. Las obras expositivas se subdividen en textos de ciencia clásica, didácticos y de divulgación, de esta clasificación podemos inferir el autor, así como su propósito, receptor y la profundidad con la que se aborda el tema central.

1.3.1 Los textos de ciencia clásica

Las obras de ciencia clásica son artículos publicados en revistas arbitradas, escritos por científicos para comunicar o difundir entre sus colegas disciplinares sus trabajos de investigación y resultados que aportan a la ciencia. Estos textos al circular entre un grupo de especialistas manejan un lenguaje técnico que es comprendido en su totalidad solo por los investigadores de su área, mientras que para el público general son un enigma. Pierre Fayard (2004) sostiene que únicamente el estudio disciplinar y su diploma certifican el conocimiento y aptitud del manejo del lenguaje especializado en el que se expresan las teorías y protocolos experimentales (p. 24).

En los textos de ciencia clásica solemos encontrar el nuevo conocimiento científico que ayuda a comprender el mundo natural o social. Cuando los fenómenos son descubiertos o los procesos son inventados, requieren un nombre que los ayude a diferenciarse de lo establecido previamente, por eso, los textos de ciencia clásica contribuyen ampliamente en la construcción de neologismos y su significado dentro de su campo de estudio. Nombrar descubrimientos, hechos o

fenómenos es una actividad creativa con la finalidad de que un término adquiriera una nueva significación unívoca. Mauricio Beuchot (2008) asegura que los investigadores seleccionan palabras que en su sentido común y literal tengan un parecido o semejanza con la esencia del fenómeno o descubrimiento. Así aparece la metáfora en la ciencia, con palabras que adquieren una nueva significación porque no pueden deslindarse de su sentido anterior u original (p. 231).

El contenido de los artículos científicos explica el procedimiento que siguió el investigador para llegar a su descubrimiento. El autor está obligado a detallar los grados de certidumbre de su trabajo, por ello debe incluir, estadísticas, bibliografía, declaraciones de error, las medidas con las que operan los equipos, los nombres de los proveedores de los reactivos, los límites de su estudio, las reglas que siguió para ejecutarlo, entre muchas otras cosas más.

Robert Boyle, investigador de física y química, planteó los lineamientos fundamentales y el marco estructural para la publicación de artículos científicos de la revista *The Philosophical Transactions of the Royal Society* (1665) una década después de su aparición. No obstante, su aplicación no se instauró hasta finales del siglo XVIII (Swales, 2006, pp. 111-113). La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) publicó en 1962 la primera *Guía para la redacción de artículos científicos destinados a la publicación* (UNESCO, 1983, p. 1).

Actualmente, el artículo científico, también conocido como *research* o *paper*, está compuesto generalmente –dependiendo de la revista arbitrada– por el título, *abstract*, introducción, metodología, resultados, discusión, literatura citada y apéndices. El título es una frase informativa, breve y precisa sobre el contenido de la investigación y sus resultados. Además, debe utilizar las palabras clave del artículo para que los colegas interesados puedan encontrarlo fácilmente durante la búsqueda.

El *abstract* es un párrafo sencillo y puntual no mayor a 300 palabras que resume el trabajo de la investigación (introducción –objetivos y antecedentes–, metodología, resultados y conclusiones, dos oraciones por tópico). En general, resume la literatura previa a la investigación (antecedentes) la meta de la

investigación (objetivo) la forma de alcanzarla (metodología), los hallazgos encontrados (resultados) y su aportación o utilidad en el campo científico (conclusiones). Esta información sirve para que el lector decida si realiza toda la lectura al indicarle si el artículo contiene o no lo que está indagando (Bates College, 2011, pp. 2-4). Además, está escrito de manera impersonal y en tiempo pasado sin abreviaturas, citas, signos que se presten a la confusión, referencias a alguna sección, gráficos o notas al pie. Es importante evitar las redundancias, detalles descriptivos, frases sin sentido o términos desconocidos (UNESCO, 1983).

La introducción (máximo dos páginas) explica el marco teórico –con sus referencias bibliográficas correspondientes– bajo el cual se realizó la investigación con la finalidad de argumentar el trabajo y defenderlo en su metodología. Además, define explícitamente la hipótesis, los objetivos y la importancia del estudio (Rice University, Consultado 2015). La información del marco teórico deberá ir de lo general a lo particular hasta llegar a lo específico de la investigación. Para iniciar la introducción es ideal empezar identificando el tema de interés. Posteriormente, se brinda el marco teórico necesario y sus antecedentes para comprender las bases del estudio.

Por su parte, en la metodología se describen todos los materiales y procedimientos empleados durante la experimentación, es decir, la estructura general de la investigación. La finalidad de esta sección es dar la pauta para que el lector interesado pueda reproducir el estudio en igualdad de condiciones, por lo tanto, los resultados serán los mismos. Aquí se define la materia utilizada (planta, animal o humano con sus condiciones generales: edad, peso, origen, genes, alimentación, sexo, tamaño), el laboratorio dónde se realizó (ubicación geográfica), el diseño experimental del muestreo (incluye el grupo control, tratamiento, variables, repeticiones y cantidad de muestras), el protocolo para recopilar información y los factores en el procedimiento estadístico para su interpretación o análisis (Bates College, 2011, pp. 5-8).

De igual forma, la metodología puede dividirse en materiales y métodos. Esta parte del artículo es concisa y no incluye el material de laboratorio común.

Cuando el experimento es de alta complejidad los materiales son separados (Rice University, Consultado 2015). Los resultados ofrecen los análisis estadísticos y los datos arrojados por la investigación y que afirma o niega la hipótesis planteada. La información es presentada de la manera más lógica y objetiva posible, dejando afuera las interpretaciones y apegándose a los datos cuantitativos. De ser necesario se presentan tablas, gráficas o imágenes que ilustran los resultados claves con su leyenda (Bates College, 2011, p. 11).

Es en la discusión donde se interpretan los resultados obtenidos comparándolos con datos de otras investigaciones previas y explicando la relación del nuevo conocimiento con la hipótesis presentada en la introducción. La afirmación o negación de la hipótesis debe ser argumentada y sostenida por la evidencia encontrada en el estudio planteado. La discusión debe describir el mecanismo con el que funcionan los fenómenos con base en los resultados obtenidos. Las conclusiones del nuevo conocimiento también son planteadas aquí. Al final, se plantean nuevas formas de experimentación o líneas de investigación que enriquezcan u optimicen mejor el conocimiento descubierto. La primera persona puede ser ocupada en esta parte pero un abuso de ella distraerá al lector de la información clave. Finalmente, encontramos los agradecimientos a científicos de otros equipos que brindaron apoyo durante la investigación ya sea en material, asesoría, procedimientos, etcétera (pp. 14-16).

En la literatura citada está la lista de todos los textos científicos señalados durante el artículo con sus datos completos: autor, año de publicación, título, nombre de la revista o libro, volumen y número de páginas. El orden puede variar dependiendo de la publicación, pero su presentación debe ser homogénea y jerarquizada por orden alfabético (Rice University, Consultado 2015). Por último, el apéndice es una sección opcional de información adicional que incluye mapas, datos complementarios, diagramas, fotografías, estadísticas, explicaciones de procedimientos (matemáticos, fórmulas, abreviaturas de nombres completos de químicos o compuestos, entre otros). La información presentada en esta sección no es indispensable para entender el *paper* porque su función es ayudar a entender mejor algún punto clave del artículo.

La totalidad de la estructura del *research* debe ser clara y concisa. La redacción en su mayoría es con voz pasiva porque lo importante recae en el trabajo de investigación y no en la visión subjetiva del científico. Esto le brinda a la obra su característica de impersonalidad porque el autor evita su protagonismo para enfatizar su investigación y resultados. Una situación, que si se lee desconociendo todo el proceso de la ciencia y sus características, se podría pensar que la investigación científica se desarrolla por sí sola.

Una vez publicados, expresa Marcelino Cereijido (1994), los artículos pueden enfrentar diversos destinos ya que son validados, refutados, irrefutables o confirmados. Los *papers* con validación son aquellos que en su contenido poseen demostraciones experimentales explícitas que prueban la hipótesis y que ningún experimento elaborado para contradecirla pudo cambiarla. Refutación, es una referencia de otro artículo publicado donde un investigador denuncia que al repetir la experimentación se omitieron partes como resultados importantes o existen equivocaciones graves. Irrefutables, aquellos que son fuente principal para elaborar otros artículos que presenten nuevos experimentos que apoyen el trabajo del primero sin encontrar evidencia que contradiga hipótesis, teoría y resultados. Confirmación, cuando un investigador pilar en su disciplina como un Premio Nobel cita el artículo en una de sus obras científicas (pp. 60-61).

Los textos de ciencia clásica son el pilar más importante de difusión del conocimiento científico y los hallamos en las revistas arbitradas de ciencia como *Science*, *Nature*, *Physical Review Letters*, *Cell*, *Geology*, *The Lancet*, entre muchas más, todas ellas tienen sitios en internet. También están otras publicaciones de frontera –por lo general, denominadas *Journal*– como *The New England Journal of Medicine*, *The Journal of Biological Chemistry*, *The Astrophysical Journal*, *The Journal of the American Medical Association*, *International Journal of Sports Science*, *The Journal of Infectious Diseases*, *Spectrum* (especializada en electricidad), *Aviation Week...*

Nature y *Science* son de las revistas arbitradas más prestigiadas dentro de la comunidad científica y de mayor antigüedad. *Nature* inició en noviembre de 1869 bajo el liderazgo de Norman Lockyer como una publicación semanal.

Actualmente, es leída por al menos 600 mil personas, la mitad de ellos son científicos y ejecutivos (Nature Publishing Group, Company Information, Consultado 2015). Esta revista pertenece al Grupo de Publicaciones *Nature* (NPG, por sus siglas en inglés) que maneja una serie de ediciones en diferentes campos de la ciencia (observe Anexo 3). En su mayoría los artículos publicados en *Nature* se clasifican en dos categorías de reportes originales. En *Articles* encontramos avances significativos para comprender problemas o implicaciones de gran importancia en investigaciones de largo alcance. Su extensión no es superior a las cinco páginas o las tres mil palabras. En contraste, *Letters*, maneja brevemente (4 cuartillas máximo) descubrimientos trascendentales que son de interés para científicos de otros campos de estudio (Nature Publishing Group, For Authors, Consultado 2015).

Science (1880), por su parte, es una revista académica de la Asociación Americana para el Avance Científico (AAAS, por sus siglas en inglés) de periodicidad semanal con 130 mil suscriptes y más de un millón de lectores (Science, About Science & AAAS, Consultado 2015). Además de *Science*, la AAAS edita otras publicaciones arbitradas como *Science Advances*, *Science Signaling* y *Science Translational Medicine*. Los contenidos de estas publicaciones se clasifican en tres grupos. *Review*, (puede superar a las seis mil palabras) aborda los descubrimientos trascendentales de interés interdisciplinar y resalta sus direcciones futuras para resolver problemas. *Research Articles* (alrededor de cuatro mil 500 palabras o cinco páginas), presentan investigaciones de avances científicos de manera amplia. *Reports* (de dos mil 500 palabras o tres cuartillas), presentan resultados significativos de estudios de interés general (Science, General Information for Authors, Consultado 2015).

En México, Conacyt certifica 137 revistas mexicanas de investigación científica y tecnológica que poseen alto reconocimiento por su calidad y excelencia editorial en sus contenidos en donde predominan los artículos científicos arbitrados. Dicho índice está compuesto por 11 publicaciones de físico, matemáticas y ciencias de la tierra; 14, biología y química; 5, medicina y ciencias de la salud; 32, humanidades y ciencias de la conducta; 50, ciencias sociales; 9,

biotecnología y ciencias agropecuarias; 11, ingenierías, y 5, multidisciplinarias (observe, Anexo 4).

Así, los textos de ciencia clásica son el punto más alto del uso de la lengua técnica y sobresalen por su rigor en la precisión de la redacción que no deja paso a la ambigüedad o confusión.

1.3.2 Los textos didácticos de ciencia

También conocidos como textos escolares de ciencia tienen la finalidad de generar aprendizaje de los contenidos, métodos y procedimientos de un campo disciplinar específico. La información está explicada de manera gradual en complejidad, iniciando con los temas básicos y sencillos, culminando en algunos tópicos más especializados para que los alumnos los asimilen paulatinamente. Además, incluyen actividades o ejercicios como problemas que reafirmen el aprendizaje y su estructura posee ilustraciones, gráficas, tablas, cuadros, redes o mapas conceptuales entre otros que ayuden a encontrar, asimilar y aprehender la información fácilmente. Los libros de texto son el mejor ejemplo de este tipo de escritos expositivos.

Este tipo de obras se elaboran con un público meta establecido como alumnos de un grado particular de educación básica, media superior o para la formación de aprendices de una ciencia determinada. No es igual una obra didáctica de ciencias naturales para un niño de primaria a una de biología para un adolescente de secundaria o una de fisiología para un estudiante de medicina en formación. Los autores de estos textos, en su mayoría especialistas, pedagogos o maestros, desarrollan en un lenguaje sencillo los términos, fórmulas, teorías, leyes, procedimientos entre otras de manera detallada y precisa. Para su comprensión y aprendizaje el receptor requiere una lectura concentrada y reflexiva.

Thomas S. Khun (2015), físico y filósofo de la ciencia, asevera que los libros de texto retoman el cuerpo de las teorías científicas aceptadas, ilustran sus aplicaciones y las confrontan con ejemplos de observaciones y experimentos. Este

tipo de textos plantean tecnicismos, leyes, teorías, aplicaciones e instrumentación en la práctica científica efectiva que a largo plazo genera tradiciones particulares y coherentes en la investigación científica (pp. 114-115). Gracias a los libros didácticos, las nuevas generaciones de científicos aprenden su profesión.

Los conocimientos científicos de fenómenos naturales y sociales son abordados en los textos escolares a través de la exposición, forma discursiva predominante. No obstante, Beatriz Osorio (2008) en su libro *Comunicación científica* indica que los textos escolares de ciencia también manejan la descripción, narración, clasificación e instrucciones. Entre los textos didácticos de ciencia encontramos el reporte de prácticas, el texto escolar, la nota de enciclopedia y la definición. El reporte de prácticas, maneja las descripciones detalladas de los procedimientos o experimentos necesarios para reproducir un fenómeno y los resultados que se obtienen de ellos. Para su elaboración es necesario seguir la instrucciones del profesor o de una guía de prácticas (pp. 57-58). Su estructura general incluye título o nombre, objetivos, introducción, material, desarrollo, resultados y conclusión (p. 68).

El texto escolar, son libros dirigidos a los estudiantes con una organización didáctica en donde la información es clara y dosificada dependiendo del programa de estudios, mientras que la sencillez del lenguaje obedece al grado de especialidad disciplinar del público meta. Sus formas discursivas predominantes son la descripción, exposición y narración (p. 58). Los libros de consulta, como las enciclopedias informan breve, ordenada y especializadamente los conocimientos del ser humano. Por ejemplo, las enciclopedias poseen biografías, descripciones o definiciones de un área particular o de conocimiento general (Del Valle de Montejano & Pérez Gutiérrez, 1983, p. 41)

Las enciclopedias explican los términos considerado sus aspectos fundamentales a través de breves narraciones o descripciones. Además, incluyen clasificaciones o taxonomías que los ubican en un contexto superior. Las enciclopedias y los libros de consulta, poseen de manera general definiciones o explicaciones claras del significado del término en cuestión mediante

descripciones que precisan las características del ser, objeto o fenómeno (Osorio González, 2008, p. 57).

Sin embargo, uno de los problemas comunes que encontramos en los libros de texto, especialmente en los de educación básica, es que presentan a la ciencia como un proceso estático que posee verdades absolutas y objetivas. Por lo tanto, generan el aprendizaje de una falsa imagen porque la ciencia es un proceso dinámico de construcción infinita en la que participan la intención subjetiva del investigador producto de su historia, rivalidades, antagonismos, sorpresas, ideas, juicios, observación, evidencia entre muchos factores más.

Otro conflicto más, denuncia Antonia Candela (2010), radica en la resistencia que sienten los docentes para realizar los experimentos planteados en los libros de textos. En algunas ocasiones los resultados son ajenos a las conclusiones manejadas en la obra, generando confusión en los alumnos y desgano por aprender. Incluso, aunque los experimentos tengan los resultados esperados si el alumno desconoce las concepciones básicas del procedimiento, será incapaz de comprender la evidencia aunque esté frente a sus ojos y por el contrario inventará teorías erróneas que expliquen el fenómeno (p. 89). Por lo tanto, es imprescindible que el docente al seleccionar una obra didáctica de ciencia evalúe bien –además del contenido, estructura formal y actividades del texto escolar– si maneja una visión integral de la ciencia, sus procesos y características para generar un buen aprendizaje en los estudiantes.

1.3.3 Los textos de divulgación científica

La finalidad de los textos de divulgación científica es comunicar el conocimiento científico al público general, es decir, a todas las personas que no son profesionales de la ciencia o están en formación. Este grupo de gente comprende desde niños hasta personas de la tercera edad, incluso a profesionales de la ciencia con estudios ajenos al campo disciplinar presentado. Los textos de divulgación son escritos por científicos o investigadores, divulgadores y periodistas con un lenguaje sencillo, claro y preciso para facilitar la comprensión del contenido

científico. A la divulgación de la ciencia también se le conoce como popularización pública de la ciencia, comunicación pública de la ciencia o periodismo científico.

No obstante, el término de difusión de la ciencia, indica el pionero de la divulgación mexicana Luis Estrada (2002), está reservado para la comunicación e intercambio de conocimientos entre especialistas para circular sus resultados e investigaciones como publicaciones de textos de ciencia clásica o brindando conferencias en congresos científicos de su campo de estudio particular (pp. 138-139). La divulgación sustituye un lenguaje abstracto que describe las técnicas y metodologías de los textos de ciencia clásica por uno más comprensible que sea capaz de recrear para el público general los conceptos de la ciencia, sus imágenes, modelos y conocimientos.

En contraste, aunque los textos de divulgación pudieron haber iniciado como exposiciones didácticas, la enseñanza no es el objetivo final de la divulgación de la ciencia. Ana Sánchez (1998) señala que existe aprendizaje en la divulgación, sin embargo, a diferencia de los textos didácticos el conocimiento en la divulgación es compartido y no impartido (p. 102). La divulgación amplía los conocimientos científicos del lector, llena los espacios que dejó la educación formal en ciencias, acerca a las personas que desconocen la ciencia y actualiza sobre los nuevos descubrimientos científicos.

Asimismo, la divulgación presenta una visión más integral, completa y real de la ciencia, la cual suele ser omitida en la educación formal. De manera que la divulgación explica cómo la ciencia resuelve problemas, el contexto y los factores que la rodean e influyen así como la participación de diversas disciplinas para lograr un objetivo, entre muchas otras. Además, combate las pseudociencias al denunciarlas o al demostrar la ciencia verdadera frente aquella que no es. Otra función importante es generar el surgimiento de futuras vocaciones científicas. La divulgación científica está en diversas presentaciones como conferencias, charlas informales, programas y documentales de televisión, revistas, libros, museos, bibliotecas, cursos, cine, radio, periódicos, entre otros.

La divulgación también se caracteriza por ser comprensible para todo público y por exhortar a sus receptores a utilizar ese conocimiento para tomar

mejores decisiones y a participar con una opinión informada en los procesos de la producción científica. No debemos olvidar, que muchas investigaciones científicas, sino es que la mayoría en nuestro país, están financiadas por recursos públicos. De acuerdo con Ana Sánchez (1998) los temas de divulgación con mayor aceptación del público son los relacionados a salud –especialmente enfocados a enfermedades o a drogas– seguidos por los de astronomía que hablan del origen, nuestro lugar en el universo o la existencia cósmica (p. 81).

Por lo general, varios textos de divulgación manejan los textos de ciencia clásica como fuentes de información. Los autores de textos de divulgación retoman los textos de ciencia clásica que revelan descubrimientos importantes y los hacen comprensibles para el público general. En el desarrollo del texto siempre incluyen la fuente del *paper* original como su respaldo de autoridad. Para eliminar el distanciamiento generado por los tecnicismos especializados de la metodología, discusión y resultados de los textos de ciencia clásica, utilizan un lenguaje más accesible y propio de la cultura general. Al igual que en los textos de ciencia clásica, los de divulgación resguardan la univocidad y claridad.

Recordemos que el objetivo de los textos de divulgación es comunicar el conocimiento científico de manera universal. La divulgación también puede dirigirse a un público específico como los niños o universitarios. Por lo tanto, el lenguaje en la divulgación está sujeto a la audiencia meta y su autor deberá adaptarlo dependiendo de su sociedad, escolaridad, edad, formación, entre otros. Es importante no confundir un lenguaje sencillo con uno infantil que menosprecie la capacidad intelectual del lector. Además, los textos de divulgación científica tienen que conservar los tecnicismos que son clave en los textos de ciencia clásica para ampliar el conocimiento científico del lector y porque en ciertos casos la sustitución de términos es imposible. El astrónomo y divulgador Antonio Sánchez Ibarra (2002) afirma que:

No es verdad que la terminología científica tenga que ser eliminada para hacer divulgación. Puede y debe ser incluida, ya que es precisamente parte de la información y formación. El único requerimiento es hacer una traducción efectiva que apoye la creación de un concepto. (Sánchez Ibarra, 2002, p. 311)

Manuel Calvo (2003) manifiesta que no existen fórmulas o recetas para obtener el equilibrio entre un lenguaje coloquial y el científico (p. 85). Por lo general, es en el desarrollo de los textos de divulgación científica donde encontramos los tecnicismos claves con la explicación de su significado que establecen las bases conceptuales del texto. Para descifrar los tecnicismos, el autor usa definiciones o traducciones a través de un vocablo que actúe como sinónimo. Por esta cualidad, los divulgadores o autores de estos textos son considerados como traductores o intermediarios entre los investigadores y el público en general. Sin embargo, la divulgación va más allá de la traducción de los textos de ciencia clásica y la simple sustitución de un tecnicismo por un vocablo que sea más común y signifique algo similar.

Si comparamos la fuente original, es decir, un texto de ciencia clásica contra uno de divulgación que se derive de este; lo primero que percibiremos es la disminución o desaparición de la jerga especializada y en su lugar encontraremos un lenguaje más coloquial. De acuerdo con Mauricio Beuchot (2008), la traducción y la sustitución de una palabra por otra, por lo general, no poseen una exacta correspondencia y puede generar interpretaciones diferentes (p. 189). Entonces, la concepción de un divulgador como un traductor es limitada porque, además del código, existen cambios en el léxico, sintaxis al momento de adaptar lo más posible a la ciencia, sus conceptos, procedimientos e imágenes.

La tarea del divulgador no es traducir el lenguaje especializado, sino recrear los procedimientos con los que se elabora el conocimiento científico. Esta información le ayuda al receptor a percibir explícitamente la importancia de los avances científicos y a diferenciar la ciencia de otras actividades que fingen serlo. Gracias a los métodos científicos que se desarrollan en los textos de divulgación el público general incrementa su cultura científica y aprecia su papel para el desarrollo social. Incluso, más importante que los resultados o descubrimientos científicos en la divulgación de la ciencia son los procesos elaborados para llegar a ellos, la lógica con la que se elaboraron y la argumentación que la sostiene.

El público general adquiere un mayor aprendizaje de cultura científica al conocer los procedimientos de la ciencia. Cuando sabe los métodos científicos con

los que se obtienen determinados resultados, la forma en que se construyen y el razonamiento crítico que lo respalda, el receptor puede apropiarse de esta manera científica de pensar y aplicarla en las situaciones que lo considere necesario. De igual forma, los textos de divulgación siempre deben presentar a la ciencia como una actividad de construcción infinita que requiere forzosamente de un método científico. Manuel Calvo (2003) exhorta a la divulgación del método científico de la siguiente manera:

La divulgación del método científico debe orientarse hacia el aprovechamiento de la experiencia científica, especialmente en forma personal. Con la ciencia el ser humano ha encontrada una manera eficaz de conocer el Universo y algunas formas de modificarlo y aprovecharlo mejor. Una parte importante de estas conquistas se debe a la experiencia adquirida con el ejercicio de hacer y revisar la ciencia de modo sistemático y continuo. (Calvo Hernando, 2003, p. 106)

Al igual que en los tecnicismos, los divulgadores recurren a diversas estrategias para facilitar la comprensión de los complejos procedimientos científicos como analogías, comparaciones, descripciones, imágenes, metáforas, diálogos y hasta pasajes cómicos. Estas herramientas no deben interferir o desvirtuar el conocimiento científico presentado, por el contrario, tiene que abordarse con la mayor fidelidad posible. Por lo tanto, los textos de divulgación de la ciencia deben brindar la misma ciencia que generan los científicos a un nivel más general, evitando precisar en detalles que le ocasionan ruido al receptor. Así el divulgador se enfrenta ante una ardua actividad creativa y compleja sobre todo cuando el tema a tratar es nuevo o está muy especializado.

Tanto las analogías como las metáforas estimulan la imaginación del receptor para empezar a comprender un concepto o procedimiento con el que no estamos familiarizados. Aquiles Negrete (2008) explica que las analogías visualizan las relaciones de semejanza en su mecanismo o funcionamiento entre dos situaciones una de ellas bien comprendidas (p. 67). Asimismo, la metáfora transfiere el sentido de un concepto o procedimiento a otro de manera analógica. Las metáforas son de gran utilidad para comprender nuevos conocimientos como lo indica Mauricio Beuchot (2008):

La metáfora es un procedimiento intelectual por cuyo medio conseguimos aprehender lo que se halla más lejos de nuestra potencia conceptual. Con lo que más próximo y lo que mejor dominamos, podemos alcanzar contacto mental con lo remoto y más arisco. (Beuchot & Arenas-Dolz, 2008, p. 231)

Gracias a las metáforas es posible alcanzar razonamientos, conceptos y procedimientos complicados en abstracción o cognición a través de representaciones que son bien conocidas por el receptor. En la divulgación, las metáforas dan explicaciones técnicas al presentar las características claves del tecnicismo o procedimiento a desarrollar. Para su utilización es importante que el autor conozca los aspectos tanto positivos como negativos de la metáfora y asegurarse que esta es del vasto conocimiento del público general, de lo contrario su resultado será contraproducente al generar confusión.

Con respecto a las imágenes, estas son frecuentemente usadas en la divulgación para facilitar la interpretación o argumentación de la nueva información. Aquiles Negrete (2008) asegura que es más sencillo comprender y recordar una secuencia construida por palabras e imágenes que se puedan interconectar (p. 61). Las representaciones visuales son esenciales para la producción de la ciencia porque son muy efectivas para comunicar nuevos conocimientos e ilustrar la organización o estructura de los experimentos planteados por el método científico. Aquiles Negrete plantea la importancia de las imágenes en el proceso de comprensión:

Es más fácil comprender procesos nuevos o desconocidos si se pueden visualizar en términos de elementos familiares para la experiencia. La representación visual ayuda a articular las intuiciones que una vez organizadas pueden volverse parte de argumentos verbales sustentados en la experiencia familiar, y extendidos a lo imprevisto. (Negrete Yankelevich, 2008, pp. 62-63)

Otro aspecto indispensable en los textos de divulgación de la ciencia es incluir un contexto capaz de integrar el conocimiento científico a una cultura general. La producción científica no es una actividad ajena a la sociedad, muchas de las investigaciones científicas parten de los problemas cotidianos actuales que afectan a la comunidad. Agregar la manera en que la ciencia podría solucionar estos conflictos en los textos de divulgación científica dimensiona la importancia

del estudio realizado y genera proximidad así como empatía con el público general. Presentar datos sin contexto cultural impide al lector reconocer su significado y trascendencia. Pierre Fayard (2004) advierte que la divulgación descontextualizada es una idea esquizofrénica tan peligrosa como la de una investigación científica separada del mundo (p. 188).

Desgraciadamente, asegura Manuel Calvo (2003), existe una tradición de investigadores y periodistas que pretenden hacer divulgación situando a la ciencia fuera del contexto social. “Comunicadores y científicos están obligados a establecer síntesis que contengan a la vez aspecto técnicos y sociales de la ciencia”, exhorta (p. 23). La física y divulgadora María Guadalupe Zamarrón Garza (2002) manifiesta que el contenido informativo de los textos de divulgación tienen que generar un cambio de actitud consciente en el lector para reflexionar y criticar la vida y el mundo (p. 346). Por lo tanto, la divulgación estimula la capacidad intelectual para propiciar el uso del conocimiento leído al adaptarlo en la vida diaria.

Para lograrlo es necesario que el divulgador tenga la habilidad de vincular lo que conoce de sobra con un nuevo saber. Varios textos de divulgación recurren a ejemplos simples de la vida cotidiana para ilustrar mejor los descubrimientos o avances científicos. El objetivo de la divulgación es conectar la experiencia personal del receptor con el conocimiento científico y no desglosarlo como si fuera definición de diccionario. Además, los lectores se interpelan mejor con los textos de divulgación con un lenguaje más personal porque humaniza el texto a los que mantienen el frío lenguaje científico impersonal. El público general aprehende la cultura científica cuando es capaz de apropiarse sus conceptos, procesos y características después de observar su utilización en diversos contextos presentados por la divulgación y los ejecuta o plantea dentro de una conversación.

Por último, los textos de divulgación deben ofrecer información adicional que enriquece la comprensión lectora del proceso científico al identificarlo mejor y diferenciarlo de otras actividades pseudocientíficas. Elementos como nombre, cargo, institución de investigación, una breve biografía con los éxitos del autor(es) del avance científico; la revista arbitrada que es fuente del artículo original de la

investigación, así como las investigaciones o antecedentes previos que se tenían antes del descubrimiento en forma de leyes, teorías o experimentos que plantean aseveraciones fundamentadas son algunos filtros que certifican la información científica. En resumen los buenos textos de divulgación científica poseen un contexto de cultura general, manejando así contenidos de interés general que son de actualidad.

Con tantas características por cumplir, la redacción de los textos de divulgación debe ser ordenada, directa y precisa para evitar la confusión o ambigüedad en el texto. Manuel Calvo (2003) señala que la precisión se consigue con frases breves reunidas en párrafos cortos y bien relacionados con los anteriores o consecuentes (p. 90). Manejar una estructura planeada que tenga un eje principal y aborde una arista a la vez sin desviarse demasiado en los detalles también es importante. El autor debe optar por un lenguaje sencillo y evitar la necesidad de un vocabulario especializado que demuestre su vasto saber (p. 119).

Incluso, varios divulgadores privilegian la narración cronológica en sus obras para desarrollar claramente los descubrimientos o avances científicos. A diferencia de los textos de ciencia clásica, en este tipo de textos de divulgación, los científicos o investigadores retoman su lugar como protagonistas de la historia. Ana Sánchez (2014) certifica que el estilo narrativo en la divulgación es una poderosa herramienta para atraer al lector. Sin embargo, advierte que la dificultad está en lograr el equilibrio entre el rigor científico con la amenidad donde la fidelidad con la ciencia debe ser preponderante (p. 94).

El placer estético generado en los textos de divulgación proviene de la capacidad del divulgador por evocar sentimientos o experiencias con las que se identifica el público general. Las emociones retomadas al unirse con la ciencia y sus procesos fomentan una disposición positiva ante la ciencia que promueve el aprendizaje. No obstante, Ana Sánchez (1998) niega que la utilización del modo discursivo de la narración garantice el éxito de la divulgación (p. 90). Los errores más comunes al narrar en la divulgación, añade, se deben a mitos en la psique de los divulgadores. Uno de ellos es empeñarse en que la ciencia es divertida,

agregándole adjetivos o sustantivos a sus conceptos que reflejen entretenimiento o alegría como “la feria de la mitocondria” o “disparémosle al bosón”.

Forzar un tema científico para transformarlo en un cuento tampoco es una buena estrategia. El receptor percibe fácilmente cuando la narrativa está metida con calzador porque el relato no fluye de manera ágil. Incluso, el lector puede distanciarse del texto porque se le considera inferior al dirigirse a él con un lenguaje cursi o ridículo. Los lugares comunes como la pregunta “¿Sabías qué...?”, además de antipática o aburrida solo es utilizada para presentar datos irrelevantes fuera de contexto (Sánchez Mora, 2009). La divulgación de la ciencia no puede aceptar factores como estos que generan verdades ambiguas o confusas, argumentos sin sustento, datos inexactos o invenciones en el descubrimiento que son propios de la publicidad de las pseudociencias o movimientos anticientíficos. Los textos falsos son consumidos por personas que carecen de una cultura científica y son incapaces de identificar la verdadera ciencia.

Manuel Calvo (2003) distingue los buenos textos de divulgación científica por su claridad en el mensaje; uso de metáforas, analogías u otros recursos que mantengan fidelidad del conocimiento científico; explican el procedimiento con el que se desarrolló el descubrimiento o avance científico, es decir, su método científico e integran la ciencia a la cultura general o contexto social. Es importante recordar que objetivo no es que el receptor se convierta en un especialista en la materia, sino que tenga una idea general del conocimiento científico descubierto (pp. 105-106). Ana Sánchez (1998) agregaría recurrir la experiencia cotidiana y desacralizar la ciencia ya que los investigadores también comenten errores al ser humanos (p. 89).

Posteriormente, Ana Sánchez (2002) planteó las siguientes preguntas que al ser contestadas afirmativamente identifican un texto de divulgación científica:

- a) ¿El producto trata de ciencia?
- b) ¿Comunica algo?
- c) ¿Es fiel a los conceptos?
- d) ¿Recrea los conceptos? ¿Los pone en contexto?
- e) ¿Utiliza correctamente el medio?
- f) ¿Su público es voluntario? ¿Es no especialista? (p. 307)

Otra forma de encontrar textos de divulgación científica de buena calidad es recurrir a publicaciones especializadas en la comunicación de la ciencia. Los artículos de las revistas de interés general –como las de belleza– son poco confiables debido a que pueden presentar la misma estructura pero con falsa información. Como hemos señalado previamente, el medio más frecuente en la divulgación desde sus orígenes en México son las revistas. Es más seguro confiar en publicaciones especializadas en donde todos sus contenidos (noticias, artículos, entrevistas, relatos y columnas) están enfocados a la divulgación de la ciencia. La directora de la publicación *Ciencias* de la UNAM Patricia Magaña Rueda (2002) establece los parámetros que caracterizan a las revistas especializadas de divulgación:

- a) Un comité editorial formado por científicos (divulgadores e investigadores) de diversas instituciones y con reconocido prestigio, pero sobre todo preocupados por el trabajo de divulgación.
- b) Procesos de arbitraje. De acuerdo a sus objetivos particulares y criterio amplio para dar acceso a estudiantes de posgrado, investigadores, profesores o escritores, a textos de muy distinta índole, pero siempre con lineamientos de seriedad, revisión de literatura y contribución al mejor entendimiento de un tema.
- c) Originalidad de los textos. Dentro de su perfil, buscar incluir un alto porcentaje de textos originales si se trata de revistas de autor, o de textos verificados por autores, si se trata de trabajo periodístico.
- d) Promover y dar a conocer el trabajo realizado por investigadores mexicanos, sin dejar, por supuesto, de publicar artículos de otros países. Por ejemplo, proyectar el trabajo destacado de la escuela de astrónomos mexicanos, la de los etnobiólogos o los botánicos, sólo por mencionar algunos temas.
- e) Participación de autores de diversos ámbitos e instituciones.
- f) Amplia distribución de acuerdo a su público objeto. Garantizar dentro de lo posible, que se busque llegar a la mayor cantidad de lectores, buscando estar permanentemente presentes a través de librerías, centros de distribución y suscripciones.
- g) Calidad en diseño e ilustración.
- h) Periodicidad marcada. (p. 243)

Al igual que con las revistas arbitradas, Conacyt (Consultado, 2015) maneja un Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica que reconocen la excelente calidad y labor de las publicaciones especializadas en divulgación (observe, Anexo 5). En síntesis los textos de divulgación científica recrean el conocimiento científico producido por los investigadores para

ofrecérselo al público general explicando sus procedimientos y contextualizar cultural o socialmente sus descubrimientos. La divulgación científica no es una tarea sencilla porque requiere de mucha creatividad e imaginación por parte de sus autores para preservar la precisión y calidad de los contenidos científicos de una manera clara y atractiva o, por lo menos, interesante para el receptor.

En este capítulo pretendemos dar las bases esenciales para que el profesor de lengua a nivel medio superior comprenda la ciencia, sus procesos y características. Entre sus procesos encontramos sus productos como el discurso científico con sus propiedades hasta llegar al que es de nuestro mayor interés: los textos de divulgación científica. Es indispensable que el docente sea consciente de los contenidos aquí presentados porque estos conocimientos le permitirán encontrar los mejores textos de divulgación científica para implementarlos en sus prácticas docentes que buscan generar el aprendizaje sobre los textos expositivos.

En el siguiente apartado retomaremos varios de los elementos aquí desarrollados para presentar una propuesta de modelo de análisis de los textos de divulgación científica. Además, desglosaremos las ventajas y obstáculos de los diferentes autores y los subtipos de los textos de divulgación. Al evaluar todas estas variables es más sencillo para el maestro seleccionar aquellos textos que sean más eficientes para propiciar el aprendizaje y adaptables a las circunstancias en las que se desarrolla su práctica docente.

CAPÍTULO II. EL ANÁLISIS DE LOS TEXTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA PARA SU COMPRENSIÓN

El objetivo de este capítulo es presentar una propuesta de modelo de análisis del discurso de los textos científicos, especialmente los de divulgación de la ciencia. Este modelo de análisis fue desarrollado con la finalidad de que sea usado por los docentes de español a nivel medio superior para identificar los textos de divulgación científica y seleccionar aquellos que posean la mejor calidad para integrarlos en su planeación o instrumentación didáctica. Por lo tanto, primero abordaremos el marco conceptual con el que se realizó el modelo de análisis de los textos de divulgación científica, sustentado en la teoría de análisis del discurso del lingüista Teun A. Van Dijk.

Posteriormente, describiremos los elementos que los componen. Algunos de ellos ya fueron descritos en el capítulo anterior, por lo que aquí solo serán retomados. De manera que solo profundizaremos en aquellos que no han sido desglosados adecuadamente como los beneficios y desventajas de los diferentes autores de la divulgación (los científicos en su disciplina, divulgadores y periodistas). De igual forma, caracterizaremos los diferentes tipos de textos en los que se divide la divulgación de la ciencia (noticia informativa de ciencia, artículo de divulgación de la ciencia, la entrevista, el relato científico y la columna científica).

2.1 Un modelo de análisis para identificar y comprender textos de divulgación científica

Esta propuesta de modelo les permitirá a los maestros analizar el discurso de los textos escritos –e incluso algunos orales presentados en los medios audiovisuales cotidianos– para definir si estos pertenecen o no a la tipología textual científica. El desarrollo de este aprendizaje es valioso en la vida cotidiana porque da herramientas al usuario para identificar el discurso científico del que no lo es y simula serlo.

De acuerdo con Teun A. Van Dijk (1983), un texto es el lugar donde se designan las relaciones lingüísticas escritas e impresas (p. 55). Por ello, para analizar el discurso de los textos científicos es indispensable partir de las tres dimensiones fundamentales que propone el lingüista: la interacción social, la comunicación de creencias (cognición) y el uso del lenguaje (Van Dijk, 2000a, p. 23).

Las dimensiones del discurso son producto de un contexto que las predetermina. Por lo tanto, el contexto se define como el conjunto estructurado de todas las propiedades de una situación social que son posiblemente pertinentes para producción, estructuración, interpretación, funciones del texto y la conversación (2000c, p. 266). Razón por la cual el análisis del discurso inicia con el estudio de su contexto. Las estructuras que conforman al discurso dependen de las propiedades del contexto y a través de ellas podemos entender las estructuras del discurso (2000b, p. 33).

Entre las propiedades del contexto podemos encontrar estructuras locales y globales que nos permiten enmarcar una situación social en su espacio, tiempo y perspectiva determinados. La perspectiva es la que indica la postura ya sea del hablante o el receptor. El emisor estructura su discurso de acuerdo con su conciencia, intención y propósito; en contraste, el receptor se concentra solo en el contenido del mensaje y las consecuencias que derivan del mismo (pp. 34, 29). Hasta aquí ubicamos dos participantes: el autor y el receptor. Las condiciones contextuales de los diferentes tipos de participantes son reflejadas en su discurso (p. 33).

La participación de los usuarios del lenguaje en el discurso trasciende la escala individual porque a través de ella hablan los miembros de diversos grupos, instituciones o culturas a los que pertenecen. Es por eso que el discurso en cualquiera de sus tipologías, ya sea oral o escrita, es percibido como una práctica social de los integrantes de un colectivo enmarcado en un contexto sociocultural (2000a, p. 59). Cuando los individuos producen un discurso durante situaciones sociales están construyendo y expresando abiertamente los roles e identidades

que desempeñan como agremiados de sociedades profesionales, organizaciones, comunidades, entre otros (2000b, p. 22).

Por ejemplo, cada una de las diferentes profesiones existentes en una sociedad posee su propio significado y un papel de importancia para su comunidad. No es lo mismo ser divulgador de la ciencia, periodista o científico porque sus funciones principales son distintas. Por lo tanto, existen implicaciones ideológicas propias de cada profesión. Durante un análisis contextual, es indispensable estudiar aquellas categorías que poseen relaciones sistemáticas con el desarrollo y producción del discurso como los roles profesionales (Van Dijk, 2000c, p. 279).

Cuando un profesionista elabora un texto plasma –además de su propósito– y perspectiva individual, inevitablemente el discurso de la ideología de su campo laboral. Pensemos en una junta de científicos de diversas disciplinas, encontramos reunidos a un físico, un químico, un biólogo y un sociólogo. Cada uno de ellos tendrá una perspectiva diferente para solucionar determinado problema, la cual corresponderá a la formación particular que cada quien recibió. Incluso, en la intervención de cada uno percibimos que su postura trasciende la expresión personal y alcanza la ideología propia de su disciplina.

En los participantes del evento comunicativo también podemos analizar otros componentes esenciales del discurso como el tiempo (cuándo lo hace el participante), el propósito (por qué lo hace) y el estilo (cómo utiliza el lenguaje) (Van Dijk, 2000a, p. 22). Es imposible olvidar que el discurso “es sobre todo una actividad humana controlada, intencional y con un propósito”, es decir, el trasfondo del acto llamado discurso es el objetivo o meta de quien lo realiza (2000b, p. 28).

Por último, no solo el contexto determina a los participantes; ellos, a su vez, construyen subjetivamente el contexto y el discurso porque estos son hechos sociales interpretados y compartidos por sus usuarios. Tanto el contexto como el discurso se construyen permanentemente gracias a que aprovechan las circunstancias sociales para reproducirse (p. 38). Entonces las características del contexto y el discurso se influyen mutuamente para su definición y reestructuración. Específicamente con los participantes, Teun A. Van Dijk (2000a)

establece que: “el discurso y sus usuarios mantienen una relación dialéctica con el contexto: además de estar sujetos a las restricciones sociales del mismo, también contribuyen a él, lo construyen o lo modifican” (p. 46).

El discurso como ente de construcción permanente posee estructuras básicas que pueden analizarse como elementos de unidades superiores que forman estructuras jerárquicas. Dichas estructuras básicas son propiedades en el discurso que establecen una tipología en el discurso que puede clasificarse en un conjunto de textos (pp. 60, 29). Por ejemplo, los textos científicos son una tipología superior del discurso que reúne a los textos de ciencia clásica, didácticos de ciencia y de divulgación de la ciencia. Asimismo, los textos escolares de ciencia se subdividen en el reporte de prácticas, enciclopedia y el texto didáctico escolar; mientras que entre los de divulgación de la ciencia encontramos la noticia informativa de ciencia, el artículo de divulgación de la ciencia, la entrevista, el relato científico y la columna científica.

Los textos que conforman una tipología del discurso poseen una estructura esquemática global denominada superestructura, la cual está compuesta por una serie de categorías ordenadas jerárquicamente (Van Dijk, 1983, p. 69). Por ejemplo, las categorías que componen la superestructura de los textos de ciencia clásica son el título, el *abstract*, la introducción, la metodología, los resultados, su discusión, las fuentes consultadas y el apéndice. Cada una de las categorías cumple una función específica en el texto, por lo tanto, la superestructura es una estructura completamente formal. El gran valor de la superestructura radica en que es necesaria cognitivamente para organizar y comprender el proceso de lectura así como para producir o reproducir el discurso (p. 69).

Entonces para saber si un escrito pertenece a cierta tipología textual debemos encontrar la superestructura propia de ese conjunto de textos. A su vez, el contenido del texto debe hacer referencia explícita o implícitamente de las categorías que conforman la superestructura. El contenido del discurso se analiza a través de la semántica, la disciplina que estudia la descripción del discurso en el área del significado de sus palabras en lo individual, en su conjunto y en su relación con las otras dentro de una frase (Van Dijk, 1983, p. 33). “La semántica

define como proposición al sentido de toda una cláusula u oración y se enfoca especialmente por investigar las relaciones existentes entre las diferentes proposiciones del discurso” (p. 32)

Para comprender el significado de un texto es fundamental que todas las unidades estructurales que lo conforman (proposiciones y párrafos) posean una relación entre ellos durante la interpretación, una característica primordial llamada coherencia lineal (2000a, p. 60). De igual forma, al eje que vincula el significado en toda la estructura del texto se le denomina macroestructura. Esta, al igual que la coherencia lineal, son de naturaleza semántica, por lo tanto, un texto es coherente linealmente cuando posee una representación abstracta de la estructura global de significado, es decir, una macroestructura (1983, p. 55).

Además de ser semánticas, las macroestructuras también son cognitivas porque para poder comprender y producir el significado de un texto es necesario recurrir a los modelos mentales. Teun A. Van Dijk (1980) los define como:

Todas nuestras experiencias (interpretadas), actos, situaciones en las que participamos, las escenas que presenciamos, así como la conversación en la que tomamos parte o las narraciones que leemos, quedan, pues, representados en la forma de una compleja red de modelos. A diferencia de lo que ocurre con las representaciones textuales, estos modelos pueden también incorporar nuestras opiniones personales acerca de dichas situaciones (p. 159).

Es decir, cuando el receptor está leyendo un escrito puede construir el significado del texto gracias a que los modelos mentales que tiene le permiten elaborar una representación del texto y su contexto (2000a, p. 44). Si el receptor carece de modelos relacionados con el tema que trata el texto difícilmente podrá comprender y producir el significado del escrito.

Una macroestructura clave en el texto para el proceso de la comunicación es el tópico –también conocido como tema o asunto del que trata el discurso–. El tópico define el eje global del significado del discurso y se expresa en diversos segmentos del texto (macroposiciones) como en titulares, resúmenes o conclusiones (p. 34). Mientras que la macroestructura organiza el contenido global del discurso, la superestructura utilizará las macroposiciones para llenar sus

categorías y en caso de no conseguirlo determinará que el discurso es incompleto (1980, p. 55).

Finalmente, el estilo nos permite analizar el discurso desde las categorías formales como su función y orden. El estilo hace referencia a ciertos elementos del discurso que permanecen como el tópico o el significado; sin embargo, la expresión léxica puede ser distinta debido a su contexto en las categorías de los participantes, la perspectiva, entre otros (Van Dijk, 2000a, pp. 35, 37).

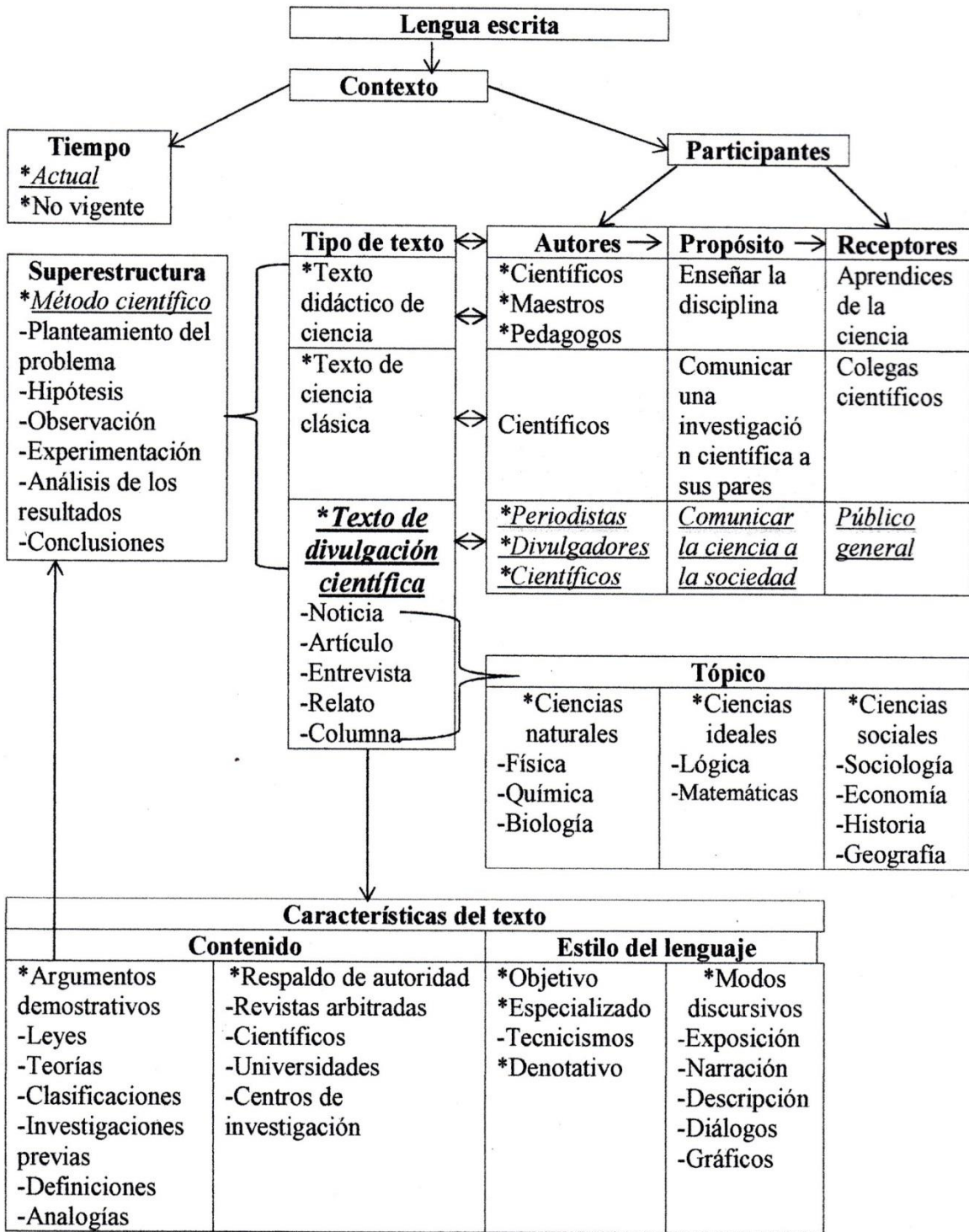
Por ejemplo, un texto de ciencia clásica sobre biología evolutiva tendrá un estilo especializado al estar cargado de varios tecnicismos porque su propósito es comunicar una investigación a colegas especializados en el área. El mismo tópico puede desarrollarse en textos escolares de ciencia, pero con un estilo diferente, quizá más expositivo porque su propósito es generar aprendizaje en sus receptores. Otro tipo de estilo es el de los textos de divulgación científica en donde el léxico maneja tecnicismos básicos o sencillos porque su propósito es comunicar esa investigación al público general.

Durante el análisis del discurso, las categorías seleccionadas que se estudiar son estructuras completamente abstractas que quizá no encontramos plenamente en la realidad (Van Dijk, 2000a, p. 37). A continuación describiremos cómo funciona el modelo propuesto para identificar textos de divulgación científica, las categorías que lo conforman y su relación entre ellas. La propuesta de modelo inicia con la tipología del discurso escrito (observe, Cuadro 1, página 77). A diferencia de la lengua oral, en la escrita el autor y el lector no forman parte de una situación compartida, por lo tanto, el escritor puede anticipar las reacciones probables del receptor y adaptar su discurso de acuerdo a ellas (Renkema, 1999, p. 113).

Posteriormente, enfocamos el análisis del discurso en el contexto para determinar la situación social en la que fue ejecutado, solo así apreciamos el discurso como una acción o interacción (Van Dijk, 2000b, p. 32). Entre las propiedades contextuales que estudiaremos están el tiempo y los participantes. En el tiempo es donde definimos el inicio y fin del discurso (Van Dijk, 2000c, p. 275).

Cuadro 1

Propuesta de modelo para identificar textos de divulgación científica



En esta propuesta trabajaremos la vigencia del discurso y lo consideraremos actual cuando describe un fenómeno que sigue ocurriendo y es de interés general. Por ello, es indispensable que el autor del texto contextualice el descubrimiento presentado.

El análisis de los participantes responde a que en su discurso encontramos características sociales que están inmersas en ellos (Van Dijk, 2000a, p. 46). Los participantes que estudiaremos en contexto se dividen en dos categorías: los autores y los receptores. La categoría de los autores se desglosa en roles profesionales: científicos, periodistas, divulgadores, maestros y pedagogos. El discurso que producen es un acto intencional, por lo tanto, tiene una meta que le brinda significado y sentido, es decir, el autor tiene un propósito cuando elabora un discurso o texto (Van Dijk, 2000b, p. 28).

Los divulgadores, periodistas y científicos pueden compartir el propósito de comunicar la ciencia a la sociedad y su audiencia meta son el público general (receptor). Además, otro objetivo de los científicos, pedagogos y maestros al momento de elaborar textos puede ser enseñar la disciplina a los aprendices de la ciencia (receptor). Por último, solo los científicos pueden comunicar una investigación a sus colegas con los que comparten la disciplina (receptor).

De igual forma, la tipología textual de los textos científicos está vinculada al autor, su propósito y su receptor. Los textos didácticos de ciencia son producidos por los científicos, maestros y pedagogos para enseñar la disciplina a los aprendices de la ciencia. Los textos de ciencia clásica son producidos por científicos pero con un propósito distinto: comunicar una investigación científica a sus pares. Por último, los textos de divulgación de la ciencia son producidos por periodistas, divulgadores y científicos para comunicar la ciencia al público general.

Asimismo, la superestructura que poseen todos estos tipos de texto es el método científico, el cual forma parte de la ideología propia de la comunidad científica. Los investigadores trabajan en la descripción del funcionamiento de fenómenos naturales o sociales a través de leyes o teorías que puedan ser comprobadas mediante la evidencia obtenida por el método científico. El planteamiento del problema, hipótesis, observación, experimentación, análisis de

los resultados y conclusiones componen las categorías del método científico. Sin embargo, aunque la base es la misma, el método científico que se utiliza en cada disciplina difiere de acuerdo con su campo de estudio. Cualquier texto que se aprecie de ser científico debe referir a su método o proceso, de lo contrario no pertenece a ninguna categoría de esta tipología de textos científicos.

Por otro lado, los textos de divulgación científica se clasifican en noticia informativa de ciencia, artículo de divulgación de la ciencia, entrevista, relato científico y columna científica. Con respecto a la macroestructura de los textos de divulgación científica podemos definir el tópico al determinar que el texto pertenece a alguna de las disciplinas de la ciencia. En las ciencias naturales encontramos física, química y biología; ciencias ideales, lógica y matemáticas, y en ciencias sociales están economía, historia, geografía y sociología. Mediante las macroposiciones podemos encontrar el tópico (observe Anexo 1). En caso de no mencionarlo explícitamente el receptor tendrá que deducirlo a través del texto y requerirá de los marcos y modelos almacenados en la memoria del lector (Van Dijk, 1983, pp. 58-59, 76).

Para ello, las proposiciones generales o especiales otorgan información implícita que nos permite ligar las proposiciones para interpretar las secuencias. De igual forma, el receptor del discurso requiere de un marco que le indique conocimientos generales sobre los significados del lenguaje, el mundo o situaciones y contextos específicos para que pueda deducir a través de proposiciones generales la información implícita que complementa la comprensión e interpretación del discurso para hallar el tópico (pp. 46-47).

A continuación, de los textos de divulgación científica se desglosan las características del texto que se subdividen en el estilo del lenguaje y el contenido. El estilo del lenguaje es objetivo, especializado –por el uso de tecnicismos– y denotativo. Además, el análisis estilístico define el conjunto de modos discursivos (Van Dijk, 2000a, p. 35) como la exposición, narración, descripción, diálogos y gráficos. Con respecto al contenido, podemos encontrar macroestructuras que nos sirven de soporte para argumentar la superestructura del método científico como leyes, teorías, clasificaciones, investigaciones previas, definiciones y analogías.

La última categoría del contenido refiere a los participantes ausentes, denominados los otros sociales por Teun A. Van Dijk (2000c), los cuales son personas de las que se hablan en el texto, pero no están presentes en la producción de la situación comunicativa. Estos personajes son fundamentales para la comprensión del significado del discurso, por ello, requieren de un análisis semántico debido que al referirse a los otros sociales también hablamos de la ideología que poseen (p. 283). Esta categoría la denominamos respaldo de autoridad y en ella encontramos revistas arbitradas, científicos, universidades y centros de investigación debido a que en los textos de divulgación científica deben referir la fuente original de publicación, el autor que realizó los avances científicos así como su centro de investigación y puesto laboral.

Los profesores de la lengua en el nivel medio superior podrán utilizar este modelo para seleccionar los textos de divulgación científica que van a implementar en su instrumentación didáctica. Para elegir el texto deberán evaluar si su contenido y estructura poseen las categorías presentadas en el modelo ya sea de manera explícita o implícita. Entre mayor sea el número de características que tenga, la calidad del texto será superior y la probabilidad de que sea una información pseudocientífica se reducen de manera proporcional. Por lo tanto, el modelo propuesto será un buen instrumento para la estrategia didáctica porque contendrá todos los elementos necesarios para generar aprendizaje.

No obstante, es en la superestructura y en las características del texto donde se debe de tener más cuidado porque el contenido para llenarlas puede no presentarse explícitamente y por lo tanto habrá que inferirlas. Además, es en las características de los modos discursivos y en el contenido donde es posible que no se presenten todas. Algunos textos no manejan todos los modos discursivos, pero con que manejen dos o tres de ellos con una buena calidad; indiquen la fuente original con su autor, puesto laboral e institución, y planteen los argumentos demostrativos necesarios que fundamentan el método científico, es suficiente para ser un buen texto de divulgación científica.

De igual forma, en ocasiones se suprimen algunas etapas del método científico. Sin embargo, es indispensable que presente la información necesaria

para explicar el método científico con el que se realizó el descubrimiento, –especialmente experimentación, análisis de los resultados y conclusiones–. Por todo lo anterior, hay que tener mayor cuidado al analizar estas categorías. El modelo de análisis propuesto estudia estructuras abstractas, es decir, en ciertas ocasiones las definiciones de las categorías pueden no corresponder en un cien por ciento con la realidad, pero pueden presentar cierta aproximación.

El modelo propuesto en este trabajo es básico para el análisis del discurso en los textos científicos en el sentido de que retoma los elementos clave para el estudio del texto en su contexto y en las tres principales dimensiones del discurso que son la interacción social, la comunicación de creencias (cognición) y el uso del lenguaje. En el análisis del discurso relacionado a la interacción social estudiamos el contexto en las categorías de tiempo y participantes (autores, receptores, propósito y los roles profesionales). No debemos olvidar que el vínculo dialéctico entre el discurso y el contexto, es decir, durante su construcción permanente se afectan mutuamente.

La cognición en el discurso la encontramos a través de los modelos mentales que nos permiten hallar la macroestructura del tópico y las características del texto referidas al contenido. Finalmente, el uso del lenguaje en el discurso está presente en la tipología escrita, los tipos de textos y el estilo del lenguaje de las características del texto. Este modelo es básico porque puede reestructurarse únicamente para su extensión puesto que todavía se le pueden implementar nuevas categorías que enriquecerían aún más su análisis. Sin embargo, durante esta reelaboración sería un error omitir alguna de las categorías ya planteadas porque estas son indispensables para iniciar una aproximación al análisis del discurso de los textos científicos, sobre todo en los de divulgación científica.

Visualizar el discurso a través de esta perspectiva más completa nos permite comprender mejor su estructura, la forma en la que está diseñada y creada cognitivamente. El modelo indica y explica la razón de existencia y ubicación de cada elemento. La realización de este análisis puede ser laborioso, pero los resultados son satisfactorios al momento de apreciar el todo como un

conjunto de relaciones sociales, cognitivas, lingüísticas e ideológicas. El modelo de análisis propuesto es accesible para que los profesores identifiquen y conozcan los textos de divulgación científica. Incluso, algunas categorías del modelo pueden encontrarse en discursos de la lengua oral, permitiéndoles a los usuarios del modelo saber si los contenidos presentados como científicos en medios audiovisuales son verdaderamente de divulgación científica.

Para comprender el modelo presentado a plenitud es indispensable desglosar con profundidad dos categorías que todavía no hemos desarrollado, los autores participantes en la divulgación así como los diferentes tipos de textos de divulgación científica que existen.

2.2 Los autores participantes en la divulgación

Las estructuras que analizan en el modelo son abstractas porque los autores de los textos de divulgación científica son seres humanos subjetivos. La forma en la que cada uno interpreta el mundo es única. Incluso, en la producción de discursos con autores del mismo rol profesional se verán diferencias en la personalidad y singularidad del texto, las cuales son fruto del contexto individual que posee cada sujeto. A continuación abordaremos las cualidades particulares, fortalezas y debilidades de los científicos, divulgadores y periodistas al momento de elaborar textos de divulgación científica.

2.2.1 Los científicos o investigadores en su disciplina

En esta primera categoría de los autores participantes en los textos de divulgación científica encontramos a los científicos cuando escriben únicamente sobre su línea de investigación o campo de estudio. Lamentablemente, son pocos los científicos en activo que divulgan su trabajo o su área disciplinar. No obstante, por lo general, piensan que solo los investigadores son capaces de comunicar la ciencia a la sociedad porque ellos la realizan. Es cierto que su dominio de la ciencia

proporciona la información más fidedigna y exacta, reduciendo la posibilidad de encontrar conceptos fuera de contexto o erróneos. Sin embargo, advierte Pierre Fayard (2004), el problema más frecuente en los científicos es que tienden a ignorar lo que es la comunicación y lo que ella implica (p. 179).

Los investigadores que elaboran artículos de divulgación científica lo hacen, en su mayoría, hasta que sus trabajos son publicados en una revista arbitrada. Como parte de su actualización laboral, los científicos revisan constantemente este tipo de publicaciones para conocer los nuevos descubrimientos en su campo de estudio y de los avances que podrían enriquecer o contradecir su línea de investigación. Con esta fuerte influencia, advierte Francisco Fernández Polo (1999), es común que sus artículos de divulgación posean una estructura similar a los textos de ciencia clásica y prefieran un lenguaje más técnico. Su intención es conservar la exactitud de la ciencia y sus procedimientos, en vez de recrearlos para su fácil comprensión, por lo tanto, el uso de metáforas, comparaciones o analogías son ínfimas. Por ello, el receptor final de estos textos de divulgación deben poseer una formación científica superior al nivel medio superior (p. 89).

El error más frecuente que tienen los investigadores al momento de realizar textos de divulgación científica es olvidar al receptor o subestimar su capacidad intelectual. Ana Sánchez (1998) denuncia que por lo general escriben con aires de superioridad manteniendo el estilo impersonal y a manera de texto didáctico, es decir, desglosar información como si el lector fuera un próximo investigador (pp. 96, 108). También, suelen dirigirse al receptor como si hablaran con niños o personas tontas e ignorantes. Ambos casos provocan rechazo o distanciamiento del lector ya sea por menospreciar su inteligencia o por los aires de grandeza que maneja el autor.

Asimismo, estas situaciones olvidan a la audiencia cuando esta es el público general porque la formalidad en su lenguaje y estructura es ajena al receptor porque carece del contexto. Los científicos saben el valor social y contexto de su trabajo, pero suelen omitirlos en sus textos de divulgación. Shannon Brownlee (1997), periodista científica y editora en jefe de *U.S. News &*

World Report, exhorta a los investigadores a manejar la información en perspectiva:

Decir cuál es el punto de vista general, decir dónde está el conflicto y después decir cuáles son algunas de las implicaciones de las conclusiones a las que está llegando la mayoría y cuáles son las implicaciones de los desacuerdos en materia de ciencia. (p. 290)

Todos los obstáculos que enfrentan los investigadores para elaborar textos de divulgación científica eficientes se resumen en el lenguaje que utilizan. Presentar un estilo especializado para mantener la precisión y formalidad de la información hacen que el receptor se enfrente ante una infinitud de términos extraños que evitan una comunicación simple y coherente entre el autor y el lector. El lenguaje especializado solo comunica clara, breve y precisamente a las audiencias científicas de la misma disciplina, para el público general es un idioma completamente desconocido. Además, los textos de divulgación científica de los investigadores se caracterizan por una repetición léxica constante debido a su necesidad de precisión en el lenguaje. Por lo general, evitan el uso de sinónimos u otras formas de expresión coloquiales para explicar los tecnicismos.

En síntesis, ser un talentoso investigador no garantiza una buena capacidad para comunicar la ciencia a través de textos de divulgación científica. Gentry Lee (1997), investigador, divulgador y colaborador de Carl Sagan, asegura que uno de los principales problemas en la divulgación es que la mayoría de los investigadores son pésimos comunicadores (p. 266). De igual forma, Manuel Calvo (2003) sostiene que los científicos carecen de una conciencia lingüística sobre el valor de léxico (p. 85). En México la situación no es diferente, la doctora Julia Tagueña Parga (2002) manifiesta que:

Cada vez es más claro que no estamos educando bien a los investigadores científicos en el arte de la comunicación. Los egresados de las diferentes carreras científicas no suelen escribir con fluidez, no se expresan con soltura, no manejan entonación al hablar ni saben usar medios visuales eficazmente. (p. 323)

Jim Hartx, periodista, y el doctor en ciencia espacial Rick Chappell elaboraron un estudio sobre la comunicación de la ciencia desde la perspectiva de

sus autores (comunicadores y científicos) para identificar y explotar las ventajas así como subsanar las deficiencias que cada uno de ellos posee en favor de una mejor divulgación. La investigación exhorta firmemente a integrar cursos de comunicación en la currícula universitaria de los futuros científicos (Hartz & Chappell, 2001, p. 177). Incluso, en una entrevista que le hicieron a Nghi Q. Lam, editor de *Applied Physics Letters*, expresa la necesidad de una preparación básica en comunicación y propone diseñar un libro de texto esencial para los estudiantes de física en el mundo que cubra desde la estructura de una oración hasta el estilo y la organización correcta de un buen artículo (p. 94).

Actualmente, el trabajo del científico no se limita a su investigación en el laboratorio; ahora, es necesario que comuniquen su trabajo de una manera sencilla, accesible para el público general y en un contexto que interpele a su experiencia. Para ello, también es indispensable una relación activa con los medios masivos de comunicación. La mancuerna entre investigadores y periodistas de ciencia debidamente preparados garantizan una mejor calidad y eficiencia en la divulgación. Al interactuar con los periodistas, recomiendan Jim Hartz y Rick Chappell, los científicos deben entablar una conversación que les permita averiguar las bases que posee el comunicador sobre su línea de investigación. “Traten de obtener tanta información de retroalimentación como sea posible. Es mejor corregir un error en la oficina o en el laboratorio que en la próxima edición” (2001, p. 178).

Un buen ejemplo de los investigadores explicando sus trabajos con un lenguaje común para el público general lo encontramos en la revista *Science*. La publicación maneja excelentes resúmenes de los trabajos más importantes que salieron en la semana así como noticias relacionadas con la ciencia. Jim Hartz y Rick Chappell (2001) reprueban la conducta de los investigadores que se niegan a hacer divulgación. “Sería casi un suicidio para los investigadores oponerse a una popularización adecuada. (...) Es más fácil que el público apoye lo que comprende y aprecia” (p. 182). Luis Estrada (2002) explica que la divulgación de la ciencia por parte de los científicos optimiza la construcción del conocimiento porque el transformarlo a un lenguaje sencillo requiere de su autor un proceso de revisión y

perfección (p. 146). Además, la divulgación de los investigadores es ideal para encontrar, promover y fomentar nuevas vocaciones científicas.

Años atrás, denuncia Pierre Fayard (2004), en comparación con reconocimiento y prestigio otorgado por los textos de ciencia clásica, los científicos no recibían ningún valor por hacer divulgación (p. 31). Incluso, en México la percepción de los investigadores que se dedicaban exclusivamente a la divulgación era de una carrera fracasada. Hoy, la divulgación incrementa el currículum académico de los científicos y brinda reconocimiento. Francisco Fernández (1999) afirma que el prestigio ya forma parte de la divulgación:

Resulta un honor ser elegido de entre los especialistas en un determinado campo como portavoz de todos ellos. Al mismo tiempo supone un compromiso y el riesgo de exponerse a las críticas de sus colegas, las más de las veces insatisfechos con la imagen simplificada, o incluso distorsionada, del área que se ve obligado a dar el divulgador para su audiencia externa. (...) En concreto, constituye un método eficaz de promoción de la disciplina o línea de investigación concreta, a veces la única forma de llegar a las autoridades y responsables en la Administración, y de hacerles comprender el interés de la investigación en una determinada área. (p. 90)

2.2.2 Los divulgadores

La divulgación por sí misma exige una buena relación interdisciplinaria entre la comunicación y uno o más campos de estudio de las ciencias. Entre los divulgadores encontramos nuevamente a los científicos (física, química, biología, matemáticas, medicina, ingeniería, entre otros). A diferencia de la categoría anterior, estos investigadores pueden estar o no en activo en su laboratorio y su actividad de divulgación no se limita a su campo de estudio al abordar temas de ciencia ajenos a su disciplina. Sin embargo, Ana Sánchez (1998) advierte que es raro encontrar a un científico que sea buen comunicador, tenga interés, dedique su tiempo para divulgar y sea capaz de incluir temas fuera de su especialidad (p. 36). “El divulgador debe cubrir un amplio panorama de las ciencias y este deber se facilita con su formación en la disciplina” (p. 110).

Otra razón por la que separamos a los científicos en investigadores de su disciplina y divulgadores se debe a la profundidad en algunas de las ciencias.

Previamente, señalamos que en algunas áreas (física, química, biología, entre otras) el grado de especialidad es tal que entre colegas de una misma disciplina ya no se comprenden por las particularidades específicas de cada campo de estudio. Obviamente la incompreensión será mayor para un científico que no pertenece a esa disciplina, no obstante, el buen divulgador realizará la investigación pertinente para poder explicar con un lenguaje sencillo y accesible estos temas.

Así, no es lo mismo leer un texto de divulgación científica por un investigador dedicado a ese campo a un científico con una formación diferente. Como lo indicamos previamente, lo más probable es que la obra de un autor en el área tenga información de mayor calidad y precisión, pero requerirá de conocimientos previos para su comprensión por la formalidad y especialidad de su lenguaje. Mientras que el realizado por un investigador con una profesión distinta recreará mejor el conocimiento por la sencillez de su lenguaje, pero quizá la calidad y precisión de la información disminuya un poco. Será decisión del docente seleccionar el texto que se ajuste más para el objetivo de su práctica docente. Sin embargo, cuando la comunidad científica está discutiendo un conocimiento porque enfrentan una disyuntiva ante la evidencia que resulta controversial, es preferible siempre remitirse a los textos por investigadores en el área. Por ejemplo, existen estudios contradictorios sobre las causas del calentamiento global.

Como la divulgación es un trabajo interdisciplinario que también toca a la pedagogía, la comunicación y la literatura, también puede ser realizada por comunicadores o periodistas especializados en ciencia o escritores. Sin embargo, advierte Juan Tonda (2014), son escasos los divulgadores con capacidad de narración literaria. Sin importar quién sea el autor la divulgación será ineficaz y rechazada por el lector si en el texto se percibe elitismo aunque esté disimulado, no hay un contexto cultural que se vincule con el receptor u olvida dimensionar la importancia del hallazgo planteado. El físico experimental y divulgador Salvador Jara Guerrero (2002) expresa que:

El buen divulgador deberá ser en buena medida el filtro que permita al ciudadano acceder a formas inteligentes y reflexivas del consumo de información, pero también seguirá siendo el traductor del lenguaje

incomprensible del investigador científico al sentido común del ciudadano (p. 226).

De igual forma, los buenos divulgadores se caracterizan por conocer a su audiencia y respetar su inteligencia sin importar sexo, edad o escolaridad. Por el contrario, en función de ello diseñan una estrategia para conectar el texto con ellos y así garantizar su asimilación. Los divulgadores también llenan las lagunas en ciencia de la educación formal y promueven la cultura científica así como el razonamiento lógico-científico dentro de la población. Para ello, los divulgadores deben presentar en sus obras el marco teórico conceptual de la disciplina correspondiente así como los resultados de la investigación, pero lo más importante es exponer y desarrollar el procedimiento o método científico por el cual se halló el descubrimiento. Así, el divulgador debe verificar la calidad de la información obtenida y hacerse responsable de que su obra no posea espacios ambiguos propicios para la confusión o interpretaciones erróneas.

Para el marco conceptual disciplinar, los divulgadores deben presentar un equilibrio entre los tecnicismos y un lenguaje sencillo con expresiones de la audiencia e inferior al nivel educativo medio superior. Además tiene que ser capaz de atrapar la atención e interés del lector o incluso generar placer. Con esta intención emplean analogías o metáforas para explicarle al receptor fenómenos o términos de una manera más fácil. Ana Sánchez (1998) asegura que la utilización de estos recursos es compleja porque requiere de un proceso creativo en donde la imaginación del autor es indispensable pero debe limitarse para no inventar información o engañar (p. 91). Agrega que evitar los tecnicismos claves por su complejidad no es una opción porque en eso consiste el trabajo y la responsabilidad del divulgador (p. 111).

Por último, el divulgador no debe informar el conocimiento que no alcanza a comprender en su totalidad. Para ello debe investigar y preguntarles a los expertos hasta que logre aprehenderlo. De igual forma, los divulgadores deben excluir toda clase de prejuicios, posturas u opiniones sobre todo cuando no están fundamentadas y abordan conocimientos que aún está debatiendo la comunidad científica.

Roberto Sayavedra (2002) sintetiza las habilidades indispensables del divulgador en conocimiento de la ciencia, los medios para divulgarla y el público meta así como el diseño de estrategias para elaborar un texto eficiente (p. 315). Los divulgadores son ideales para trabajar en los medios masivos de comunicación cuando se requiera hablar de ciencia porque espacios como la radio, cine, televisión, internet son la fuente principal de información de la sociedad. Luis Estrada (2002) afirma que los buenos divulgadores también enriquecen a la investigación científica por la crítica que desarrollan en su labor (p. 146).

2.2.3 Los periodistas

Aunque en México, la mayoría de la divulgación es elaborada por los investigadores, los periodistas también contribuyen en este trabajo porque para divulgar no es necesaria una educación formal. “El hábito no hace al monje, y una carrera profesional en materia científica no hace al divulgador”, expresa Enrique Gánem (2002, p. 177). Por lo general, los científicos recurren a los medios masivos de comunicación para divulgar entre la sociedad sus descubrimientos. En este proceso interactúan con los periodistas quienes en conjunto informan el hallazgo con datos precisos, en su dimensión cultural y con un lenguaje sencillo.

No obstante, la mayoría de los medios de comunicación se limitan a comunicar de manera simple los nuevos avances y frecuentemente olvidan describir el método científico con el que se alcanzó el éxito. De esta manera, la ciencia solo es una referencia porque los contenidos periodísticos carecen del procedimiento y razonamiento crítico que caracterizan a la ciencia y a sus textos de divulgación. Javier Cruz (2002) denuncia que la mayoría de los periodistas cuando cubren ciencia reproducen textualmente las explicaciones, afirmaciones y opiniones de los investigadores y las intercalan entre información imprecisa o hasta dudosa para presentarlas como noticia (p. 114).

Estos textos no son de divulgación científica porque, por lo general, omiten el método y lógica científicos, conservan los tecnicismos y no los explican; tampoco dimensionan su importancia en un contexto de cultura general, en un

lenguaje sencillo. Un escrito así es complejo, extraño e incomprensible para el público general, por lo tanto, ineficiente. También lo son aquellos que presentan cabezas sensacionalistas o falsas porque engañan al lector y solo buscan capturar la atención del receptor. “Cuando se juega con las expectativas del lector al ofrecerle un título tentador y después un texto de arrepentimiento (como el descrito anteriormente), la lectura no pasará del primero párrafo, advierte Ana Sánchez (2009).

El periodismo sin calidad no presenta ciencia, solo pretende serlo al nombrar a la ciencia como referencia. Javier Cruz (2002) señala que este periodismo es incapaz de explicar los argumentos científicos que hacen comprensible la naturaleza. Sin esta información, el público general y cada ciudadano en particular no podrá decidir, juzgar y evaluar adecuadamente sobre los temas de ciencia que le afectan en su vida diaria porque no alcanzan a comprenderlos (p. 116). La razón de este pobre periodismo de ciencia se debe a que los comunicadores desconocen la ciencia, sus características y procesos. Gentry Lee (1997) asegura que entre el 80% y el 90% del público general posee un alto grado de analfabetismo científico que incluyen a la mayoría de los reporteros que no saben nada de ciencia (p. 266). Incluso, Manuel Calvo (2003) expresa que muchos periodistas conciben a la ciencia como un “gran saco lleno de datos enciclopédicos todos ellos amontonados y en desorden” (p. 118).

En México, la situación no es muy diferente. Basta con analizar los diferentes medios masivos de comunicación y encontraremos mayor número de contenidos referentes a astrología, experiencias paranormales o pseudociencias que de ciencia. Los periodistas dominan mejor que los científicos los canales para comunicar la información de manera efectiva, pero en temas de ciencia el contenido es deficiente. La investigación de Jim Hartz y Rick Chappell (2001) revela que los científicos se quejan de los reporteros porque no comprenden la ciencia y los conceptos básicos de sus métodos. Además, solo les interesan las respuestas rápidas y los resultados a corto plazo; también, simplifican la información, tergiversándola en algo completamente distinto como exagerar los riesgos de sustancias o actividades (pp. 65, 69).

Por lo general, la ciencia es indiferente para los medios de comunicación. Los ínfimos contenidos que pretenden ser de ciencia son sensacionalistas o presentan información aislada y carente de contexto. Incluso, cuando la coyuntura exige información científica, las noticias son inexactas o superficiales. El desconocimiento de la ciencia puede llevar a que las personas sin formación en ciencia, incluyendo a los periodistas, practiquen y divulguen pseudociencias al confiar en charlatanes que manipulan el lenguaje científico de una manera creíble.

Como en cualquier otro periodismo, el científico debe ser actual, fiel al hecho y presentarlo con claridad. De acuerdo con Manuel Calvo (2003), el periodismo científico es el trabajo del reportero de divulgar información científica y tecnológica a través de los medios masivos de comunicación (p. 16). De igual forma, debe cumplir con tres funciones: informar el contenido de la ciencia de manera comprensible; interpretar al precisar el significado y el sentido de los descubrimientos básicos y de sus aplicaciones, así como controlar, es decir, buscar incluir los avances científicos en las decisiones políticas (1997, p. 28). Además, contribuye a la alfabetización científica al promover el aprendizaje de las ciencias y en sus mejores presentaciones entretiene o causa placer en el lector.

Jim Hartz y Rick Chappell (2001) afirman que las tres cualidades más importantes para un periodista de ciencia son pasión para escribir de ciencia, talento para escribir y bagaje científico (p. 207). A diferencia de la cobertura de otras fuentes (política, deportes, entretenimiento, cultura y economía), en ciencia el periodista debe tener conocimientos básicos de sus disciplinas, procesos y características. Incluso, debe convertirse en autodidacta para disminuir las carencias de su conocimiento, por lo tanto, es un deber la actualización constante. Ello se debe a que el periodista de ciencia tiene la responsabilidad social de hacer comprensible la ciencia, así como sus procesos y tecnicismos para el público general. Una tarea complicada porque al traducir los conceptos científicos es alto el riesgo de caer en imprecisiones debido a la ausencia de una formación científica adecuada; sobre todo, cuando aborda temas de gran especialidad o profundidad.

José Chamizo (2002) plantea que la elaboración de textos de divulgación consta de tres etapas: la conceptualización, la documentación y la producción (p. 87). La conceptualización se refiere a la comprensión de la precisión semántica de los tecnicismos, la cual ya hemos abordado. La documentación está relacionada con uno de los pilares del periodismo: la verificación de la información. El periodista de ciencia quizá sea incapaz de corroborar los experimentos, los cálculos teóricos y sus resultados. Sin embargo, de acuerdo con Javier Cruz (2002), tiene la obligación de aproximarse a los contenidos científicos de una manera informada y conocer sus métodos, argumentaciones y demostraciones. Para ello, es indispensable acudir a la fuente original, es decir, artículos en revistas arbitradas, reportes técnicos o conferencias en simposios (p. 108).

Las fuentes más confiables para el periodista de ciencia son las revistas arbitradas de mayor reconocimiento como *Science*, *Nature* o *Popular Science* con su sección “¿Qué hay de nuevo?”. Por otro lado, si acude al internet debe cuestionar el origen de la información retomada que en este medio es muy diversa. En la red encontramos contenidos de alta calidad realizados por expertos, pasando por información regular hasta la de dudosa procedencia con fines de lucro entre otros matices. Razón por la cual, el reportero está obligado a conocer sus fuentes y a ser un consumidor de noticias informado, con juicio crítico que verifique o valide en los documentos de la fuente original.

Para elaborar un buen juicio crítico, el periodista debe ser capaz de conocer el panorama general del tema en cuestión para que con base en su contexto y el conocimiento aceptado –hasta ese momento– pueda generar proyecciones futuras al reconocer experiencias científicas similares. Por último, en caso de hallar ciencia de mala calidad o pseudociencia su profesión exige denunciarla. Por ello, el trabajo del reportero no termina con el dominio del lenguaje científico es indispensable todo el bagaje teórico, experimental y comunicativo de las diversas disciplinas. Una clave para seleccionar los buenos o mejores proyectos de investigación es recurrir a la revisión de pares. Jim Hartz y Rick Chappell (2001) proponen una “Guía para evaluar la confiabilidad de los datos científicos”, (observe Anexo 6).

Entrevistar a los científicos protagonistas y a colegas independientes al proyecto que trabajen en ese campo de investigación sirve para validar la información y enriquecerla. Así, el periodista obtiene el contexto y perspectiva del tema, sobre todo si desconoce el tópico en profundidad. En toda verificación el escepticismo crítico es indispensable para no caer en la charlatanería o en descubrimientos falsos. De aquí la importancia para el reportero de ciencia en una actualización constante de la información científica vista como una construcción de conocimiento permanente y no el conjunto de verdades dogmáticas que erróneamente se piensa.

Por lo general, el periodista elabora noticias informativas de ciencia como textos de divulgación. A diferencia de los textos de ciencia clásica en donde los resultados de la investigación se encuentran casi al final del reporte, expone Francisco Fernández (1999), las noticias los manejan al principio del escrito. De igual forma, el contexto científico, sus antecedentes y procedimientos son relegados al final de las noticias, o hasta pueden ser omitidos, mientras que en los textos de ciencia clásica se desarrollan primero (p. 94). Cada una de estos textos de tipología científica maneja su propia estructura. Es absurdo exigirles a los periodistas que elaboren las noticias con la estructura de los textos de ciencia clásica. Lo más importante no es en dónde se ubican los resultados, el contexto, los antecedentes, el razonamiento científico y su método, sino que estén presentes para brindar una información completa que le ayude al lector a identificar la ciencia.

Desgraciadamente, ese es el principal problema de los reporteros no especializados en ciencia; la mayoría de ellos no saben identificarla. Mucho menos, denuncia Javier Cruz (2002), pueden reconocer las claves de la teoría o el método científico que originan los descubrimientos, por lo tanto, es imposible hablar de la producción de un texto de calidad (p. 107). Los textos de divulgación de la ciencia se caracterizan por poseer ciencia en el contenido de los descubrimientos, su método científico y razonamiento crítico, e incluso, en la investigación periodística (pp. 104, 106). Por ejemplo, un periodista especializado en ciencia sabe que el *abstract* de un texto de ciencia clásica maneja la

información más importante de la investigación. Su recuperación y estudio para explicarlo adecuadamente en los textos de divulgación científica enriquecen el escrito y lo hacen de calidad porque así se brinda la información, perspectiva y contexto reales.

Desconocer los tiempos de la ciencia, es otro error frecuente en los periodistas no especializados. Algunas veces, cuando los descubrimientos son recientes es imposible determinar las expectativas, proyecciones e importancia a futuro. Por lo tanto, las respuestas rápidas y a corto plazo que tanto buscan los periodistas son ineficientes por ser inexactas o atrevidas ante la inmediatez. Por lo general, señala Pierre Fayard (2004), las noticias informativas de ciencia de las agencias internacionales (Reuter, Associated Press, France Press, United Press y Tass) son de contenido superficial y de inferior calidad en comparación con las elaboradas por los reporteros especializados en ciencia de los diarios estadounidenses (pp. 216-217). Por último, a diferencia de los textos de divulgación realizados por los científicos, los de los periodistas tienen la ventaja de incorporar a los investigadores como protagonistas y recuperar así la parte humana.

Para que los reporteros produzcan textos de divulgación científica es indispensable que comprendan completamente el tema o el descubrimiento que están abordando. Esto requiere, exhorta Manuel Calvo (2003), dominar el fondo y el léxico en toda su complejidad semántica. Solo así el periodista será capaz de encontrar las palabras adecuadas para explicar los descubrimientos con un lenguaje accesible para el lector de la manera más equivalente posible (p. 72). Durante la producción el autor puede recapitular el camino recorrido para comprender el tema porque es de utilidad para exponer las bases necesarias que facilitan la comprensión al lector. Por ello, es primordial seleccionar un vocabulario que domine el receptor en su léxico y contexto socio cultural.

Un elemento fundamental para la producción de textos de divulgación científica de calidad es la claridad. Esta se obtiene, plantea Manuel Calvo (2003), a través de un lenguaje preciso, breve, unívoco, con una estructura lógica que exponga una sola idea a la vez porque solo puede escribir con claridad lo que se

ha comprendido en su totalidad (pp. 58, 120). También, es importante no caer en una simplificación exagerada que insulte la capacidad intelectual de los lectores. Manuel Calvo manifiesta que la claridad es sinónimo de calidad comunicativa (p. 207).

Hablando de sinónimos como palabras equivalentes, los textos periodísticos suelen presentarlos de manera constante. De acuerdo con Francisco Fernández (1999) los sinónimos u otras expresiones alternativas ayudan al lector a elaborar inferencias sobre el significado de los tecnicismos, facilitando la comprensión de los textos de divulgación científica (p. 95). No obstante, tampoco se debe abusar de ellos o recurrir a vocabulario rimbombante que es tan desconocido como el tecnicismo original. Por el contrario, la repetición de las palabras especializadas cuando están bien explicadas familiariza al lector con el contexto científico y tecnológico. Aquí la importancia de utilizar sinónimos y tecnicismos hasta alcanzar la mezcla adecuada.

Una vez concluida la producción del texto de divulgación, es recomendable que el periodista lo envíe a revisión al menos con un investigador de ese campo de estudio porque sus observaciones optimizan el escrito y garantizan una mayor fidelidad y precisión en el tema. Por lo tanto, la calidad se incrementa. “Es muy importante revisar los contenidos de lo que divulgamos y lo mejor es darle nuestros textos a los especialistas. No podemos desinformar a los lectores”, exhorta Juan Tonda (2014, p. 116). Manuel Calvo (2003) señala que el objetivo de la revisión no es la modificación del trabajo del periodista sino evitar errores o falsos matices para que el lector reciba información correcta sobre los avances de la ciencia y la tecnología (p. 96).

La investigación de Jim Hartz y Rick Chappell (2001) revela que la mayoría de los reportajes científicos presentan el tema de manera incompleta, esto puede deberse a que el 82% de los periodistas se niega a mostrarle a sus fuentes de ciencia o tecnología la noticia previo a su publicación (p. 74). Si el contenido del texto es erróneo o engañoso genera enojo y desconfianza por parte de los científicos hacia el gremio periodístico porque atenta en contra de la valiosa credibilidad de su investigación. Si los periodistas cambiaran de hábitos e iniciarán

una nueva costumbre de mandar su texto a revisión, expresan Jim Hartz y Rick Chappell, el miedo de la comunidad de científica hacia los periodistas desaparecería (p. 89). Por todo lo anterior, nuestro país necesita con urgencia de periodistas especializados en ciencia ya que este conocimiento es indispensable en la sociedad para tomar decisiones adecuadas e informadas en este mundo que cambia constantemente por los avances científicos y tecnológicos.

Sin importar quién sea el autor de los textos de divulgación científica (investigador, divulgador o periodista) este debe poseer conocimientos básicos en varias áreas de la ciencia y además requiere la capacidad de comunicarla a diferentes audiencias, indica Juan Tonda (2002, p. 326). Lo cierto es que al igual que el trabajo científico, la divulgación también es una tarea en equipo que es interdisciplinaria. Pierre Fayard (2004) asegura que “el éxito de la comunicación pública de la ciencia se mide por la capacidad de estos, dos perfiles, comunicador e investigador, de trabajar conjuntamente de manera complementaria y fecunda” (p. 158).

Si los periodistas recurren a los investigadores o divulgadores especializados para llenar los vacíos en el conocimiento de las ciencias encontraremos textos de calidad en vez de textos incompletos, sensacionalistas o hasta engañosos. Asimismo, comunicadores e investigadores deben colaborar para denunciar a los charlatanes y los fraudes científicos. Otra tarea en conjunto es divulgar con argumentos los beneficios de la ciencia y la tecnología para convencer a la sociedad y a sus líderes de apoyar al sector científico.

No debemos olvidar que la ciencia permea en la comunidad gracias, en su mayoría a la divulgación. Susana Biro (2007) señala que la influencia científica consta de cuatro etapas. La primera es la conciencia, cuando los ciudadanos prestan atención a un descubrimiento o innovación porque reconocen su importancia. A continuación llega la divergencia, es decir, surgen diferentes interpretaciones de la manera en la que el fenómeno repercute en la colectividad. La tercera fase es la convergencia, la circulación de boca en boca de las diferentes interpretaciones se unen para formar una de carácter convencional. Esta postura puede estar o no apegada al hecho científico, pero sirve para

presentar una postura (p. 132). Por ejemplo, muchas personas siguen a intelectuales o famosos que se manifiestan en contra de los alimentos transgénicos, pero sus argumentos carecen de información científica ya que están limitadas a cuestiones sociales o económicas. La última fase de Susana Biro (2007) es la normalización, donde el fenómeno forma parte de la vida diaria de las personas y su conocimiento es un saber básico en la formación de los individuos (p. 132).

Así, la divulgación es un acto comunicativo que requiere de muchos factores aquí planteados para determinar su calidad. Por ello, María Zamarrón (2002) afirma que la efectividad de los textos de divulgación se analiza con base en las técnicas comunicativas y la precisión científica:

Si el contenido es incorrecto, por bien hecho que esté el trabajo no sirve, y viceversa; si el contenido es correcto pero la producción es defectuosa, tampoco podrá tener la calidad deseada y, por tanto, su efectividad se verá disminuida o podrá causar desinterés o rechazo. (p. 350)

La precisión o exactitud en el contenido científico en una buena y atractiva redacción es la combinación ideal de la divulgación, si bien es compleja tampoco es imposible. Razón por la cual, Manuel Calvo (2003) expresa que “todo divulgador de la ciencia debe ser cuidadoso y exigente, y practicar el amor a la verdad” (p. 206).

2.3 Los tipos de textos de divulgación científica

Es importante que el docente de nivel medio superior de la lengua analice las ventajas y debilidades del autor del texto de divulgación científica seleccionado para trabajar en clase. Así el profesor en el aula podrá aprovechar al máximo las virtudes del escrito y advertir a los alumnos sobre sus defectos. De igual forma, cuando el maestro escoge un texto debe evaluar los aciertos y las limitaciones de cada uno de los tipos de textos de divulgación científica para elegir aquel que pueda aprovecharse más en el salón. Para ello, también debe considerar el tiempo que necesita cada tipo de texto para generar aprendizaje y preferir aquellos que se

compaginan mejor con el plazo que el plan de estudios establece para su desarrollo y evaluación.

Los tipos de textos de divulgación de la ciencia son noticia informativa de ciencia, artículo de divulgación de la ciencia, entrevista, relato científico y columna científica. Aunque sus nombres retoman los nombres de los géneros periodísticos, como ya vimos anteriormente la divulgación científica es más amplia que el periodismo. A continuación describiremos brevemente las cualidades de cada uno de los tipos de textos de divulgación para que el docente contemple la particularidad de cada uno de ellos y aprecie las ventajas y limitaciones que puede encontrar de acuerdo a su autor (investigador, divulgador y periodista). Asimismo, le indicaremos al educador algunas fuentes confiables de información para encontrar estos subtipos. Todo esto con la finalidad de que el profesor pueda seleccionar los escritos que le sean más útiles para generar aprendizaje en el aula.

La noticia informativa de ciencia

Es el tipo de texto de divulgación científica más común y el predilecto de los reporteros. La noticia científica sigue las bases del periodismo, por lo tanto, presentan hechos o eventos que son de interés para la sociedad. Además, mantiene la estructura de la pirámide invertida, es decir, se jerarquiza la información de lo más a lo menos importante. De esta manera, la entrada siempre debe abordar los resultados de la investigación o los datos del descubrimiento ya que las noticias se caracterizan por informar las nuevas o recientes situaciones de interés social como eventos o hechos. Asimismo, el primer párrafo presenta el tema de ciencia, quién elaboró el estudio, lugar, fecha, cuándo, para qué, su impacto en el contexto social-cultural y brevemente la forma en que se consiguió el descubrimiento.

En el desarrollo de la noticia se aborda a detalle el método científico de la investigación y sus características contextuales. Finalmente, en el remate presenta un dato interesante que cohesiona todo el texto y lo cierra, puede referir a la

entrada o a su impacto en la sociedad. En cuanto a espacio (prensa) o duración (medios multimedia), las noticias son el género más breve del periodismo, por ello, su redacción es directa y omiten adjetivos que juzguen al hecho porque deben informar lo acontecido de manera rápida. Como la mayoría de las notas refieren eventos pasados son escritas en tiempo pasado.

No obstante, cuando las noticias están elaboradas por científicos es muy probable que estén mal jerarquizadas y no sigan el esquema de la pirámide invertida pueden parecerse más al resumen de un texto de ciencia clásica. De igual forma, la redacción puede perder su objetividad al no ser impersonal y al expresar su opinión. En contraste, cuando los periodistas desconocen cómo manejar la información científica varios de ellos mencionan los resultados, omiten el procedimiento científico y se enfocan mejor en su impacto económico, político y social. Es por ello que los docentes deben identificar el método científico en las noticias para trabajar únicamente con aquellas que lo presenten, ya que este procedimiento es el que le brinda a la nota informativa el carácter de científico.

Por lo general, las noticias informativas de ciencia se despliegan en los medios masivos de comunicación cuando un evento científico es trascendente al grado que tendrá un impacto en el presente o a futuro de las personas. Recordemos que las noticias informativas de ciencia son importantes para tomar mejores decisiones como en el cuidado de la salud, un sector en el que abundan los métodos alternativos diseñados por charlatanes. Las noticias de información científica al ser breves son ideales para abordar los textos de divulgación científica en el aula cuando el tiempo destinado a esta temática es corto porque es posible utilizar varios de ellos para generar aprendizaje y su tamaño es la más pertinente para la evaluación.

El artículo de divulgación de la ciencia

Su estructura puede o no ser la de pirámide invertida de la noticia informativa de ciencia. Sin embargo, su longitud es superior a la de la nota, pero menor a la del reportaje –género rey del periodismo al incluir casi todos los géneros informativos

y se caracteriza por abordar un tema profundamente al mostrar un panorama completo del tópico a través de diversos ángulos—. La mayoría de los artículos de divulgación de la ciencia están elaborados por científicos y su estructura puede asemejarse a la de un *paper*, pero con un lenguaje accesible para su audiencia. A diferencia de la noticia, los temas de los artículos de divulgación no están obligados a ser los de coyuntura porque su objetivo es la simple divulgación del tópico. En este caso la redacción debe abordar un punto de vista actual, novedoso o atractivo para el lector.

Los artículos de divulgación, por lo general, manejan la narración de historias, anécdotas, testimonios o escenas que hacen fluir el texto; así como la descripción de aromas, sonidos, texturas, personajes para atraer más al lector, este matiz brinda mayor realismo. La exposición también es muy frecuente en los artículos y provoca un buen ritmo en la lectura cuando se intercala con la narración y la descripción. En caso de utilizar un artículo breve son preferentes aquellos que manejan una sola narrativa para evitar la confusión. El docente también debe optar por textos que sean ágiles para la lectura y evitar aquellos que en su redacción asimilen la exposición de un texto didáctico porque suelen ser aburridos y rechazados por el receptor.

El contenido del artículo de divulgación de la ciencia explica profundamente el procedimiento de los hechos o descubrimientos científicos y los pone en contexto. Además, señala su importancia al describir cómo cambiará el trabajo de los investigadores y la manera en la que impactará a la sociedad en su vida diaria. Por último, los artículos de divulgación al ser más extensos no son recomendables para abordarse en clase cuando el plazo para abordar la temática es corta porque o no se aprovechan al máximo o el tiempo es insuficiente. En un lapso mediano se puede trabajar uno, pero no más de dos. Para la evaluación tampoco son útiles sobre todo si se van a examinar otros temas.

La entrevista

Es una de actividad principal en el trabajo del reportero para obtener información de primera fuente sobre un hecho de interés social, por ende, noticioso. Como género periodístico, la entrevista se divide en informativa, opinión o semblanza. La informativa revela datos importantes para la comunidad, generalmente, los resultados de las investigaciones de los científicos. La entrevista informativa o de investigación posee una estructura similar a la de una noticia (entrada, segundo párrafo complementario, desarrollo y remate).

En cambio, la de opinión es efectuada a personas que son especialistas o autoridades en el tema en cuestión. Las interpretaciones de estos personajes son relevantes porque ayudan de primera mano a entender los hechos, su desarrollo, alcances o postura en caso de una controversia. El tipo de entrada en esta entrevista es, por lo general, una cita textual atractiva que sintetice las declaraciones del experto, continuado con la estructura de noticia. Para elaborar entrevistas, es recomendable que el periodista investigue el tema y prepare las preguntas adecuadas –previo a la conversación– con la finalidad de sacar el mayor conocimiento del entrevistado.

La estrategia discursiva predominante en la entrevista es el diálogo. Aquiles Negrete (2008) sostiene que la reproducción del diálogo es una forma efectiva de atraer la atención del lector y comunicar la ciencia de manera eficiente, comprensible y memorable (p. 133). Es más probable que un lector se identifique con un periodista que hace preguntas básicas a un científico en vez de interrogaciones muy específicas o elevadas. Sin embargo, no por ser básicas las preguntas son simplonas. Estas deben prepararse para ser las adecuadas y convertirse en la clave para darle en la llaga al tema. La entrevista responde por excelencia al cuestionamiento noticioso “¿quién?”, específicamente la de semblanza.

Carlos Marín (2003) la describe como la responsable de captar el carácter, costumbres, filosofía, biografía, anécdotas, forma de pensar, entre otras. En síntesis, elaborar un retrato ya sea panorámico o profundizar en uno de sus

ángulos (p. 137). Por lo tanto, las entrevistas de semblanza manejan una descripción física y psicológica del personaje, su importancia en sociedad, trayectoria personal y profesional, testimonios de vida, opiniones, afinidades, etcétera. Las entrevistas de semblanza son ideales para conocer la parte humana de los científicos que siempre omiten los *papers*. En ellas es común que predomine la narración y la descripción, evitando la pregunta-respuesta. Mientras que la reproducción del diálogo se limita a las declaraciones trascendentes. Asimismo, la entrada debe manejar atractivamente alguno de los aspectos claves del personaje para atrapar al receptor. Ejemplos de entrevistas de calidad a investigadores mexicanos son la sección “¿Quién es?” de la revista *¿Cómo ves?* y “Nuestros científicos”, un apartado de la sección “Academia” publicado regularmente los domingos en el diario *La Crónica De Hoy*.

No debemos olvidar que la entrevista es una interpretación del reportero sobre la conversación que tuvo con el personaje entrevistado. Es recomendable trabajar con entrevistas en el aula para abordar textos expositivos cuando el plazo para la temática es amplio y únicamente si es informativa o de investigación. Esta debe ser de calidad científica en el contenido, por lo tanto, debe expresar el método científico y de preferencia presentar una estructura de noticia bien elaborada. Es indispensable evitar aquellas entrevistas que únicamente reproducen un diálogo cargado de tecnicismos y de estructura compleja en donde el receptor infiere que el periodista ni siquiera le entendió.

Las entrevistas de opinión y semblanza no son adecuadas para abordar textos expositivos porque al centrarse en un tema o personaje es más posible que omitan o reduzcan más las características de los textos de divulgación. De igual forma, con estas entrevistas generamos ruido en el aprendizaje porque tienen una probabilidad mayor a que los alumnos recuerden más el tema o el personaje que la temática a impartir.

El relato científico

Los cuentos y las historias son atractivos para todas las personas, sin importar su edad o condición social. Por lo tanto, son uno de los mejores recursos para hacer divulgación. Gracias a las narraciones hemos podido transmitir la cultura de nuestra especie así como experiencias, conocimiento, etcétera. La tecnología de hoy nos permite encontrar narraciones en medios impresos y audiovisuales. Aquiles Negrete (2008) explica que los cuentos invocan a la imaginación, la cual necesita de tres habilidades: atención, emoción y repetición. Elementos indispensables para la memoria a largo plazo que conllevan al aprendizaje (p. 48). Así las historias nos ayudan a representar y comunicar el conocimiento, sobre todo si son visuales. Aquiles Negrete (2008) afirma que la mente humana tiene mayor habilidad para recordar imágenes que palabras (p. 61).

Representar tecnicismos a un público en general que los desconoce es un reto complicado, pero puede conseguirse a través de un buen relato que involucre factores atractivos como personajes, ambientes o sentimientos. Los relatos no representan la realidad construyen situaciones ficticias de contenidos científicos. De manera que los relatos se estructuran de la mezcla entre hechos reales o verídicos con la ficción para atraer y persuadir al receptor. Para ello, los relatos disponen de un sinfín de recursos como metáforas, analogías, símiles, imágenes, descripciones, ritmos, diálogos, figuras retóricas, entre otras. Estas características hacen más comprensibles a los tecnicismos cuando son integrados en una buena historia que es placentera de leer. Incluso, algunas de ellas podrían manejar valor estético. Por ejemplo, las metáforas, expresa Aquiles Negrete (2008) son “modelos conceptuales que nos permiten percibir, entender, construir y comunicar nuestra visión del significado de la realidad” (p. 48).

Por lo tanto, un buen relato de divulgación de la ciencia puede acercarse a la literatura, tener vínculos con ella o en un caso extraordinario ser literaria. Incluso, divulgadores como Ana Sánchez (1998) afirman que “el propósito de la divulgación es tratar de rehacer ese lenguaje universal que pueda unir humanidades, arte y ciencia para un entendimiento común” (p. 16). Esto podría ser

el máximo ideal de cualquier divulgador, pero es una tarea sumamente complicada. Aunque el arte y la ciencia forman parte de la cultura, cada disciplina posee su propio lenguaje, procedimientos, verdades, lugares, entre otros factores propios que los caracterizan. Sin embargo, tampoco se excluyen entre sí, al formar parte del contexto diario es inevitable una influencia recíproca, sobre todo en la divulgación. Ana Sánchez (1998) plantea que el conocimiento y comprensión entre la ciencia y el arte fluye en ambas direcciones de la ciencia a la literatura y viceversa (p. 46).

Sin embargo, el principal compromiso de la divulgación es su fidelidad a la ciencia. Su propósito es recrear la ciencia para el público general, pero sin deformar o transformar el contenido científico. Por ello, debe manejar cuidadosamente los recursos literarios porque el abuso de ellos podría desvirtuar a la ciencia y sus características al buscar un texto con mayor atractivo estético. La divulgación puede prescindir de la literatura, pero no de su fidelidad con la ciencia, sus conceptos, procedimientos, resultados y características. No importa si no alcanza tintes literarios mientras tenga claridad y fidelidad al transmitir el mensaje científico. Así los relatos científicos informan y comprueban la importancia de la ciencia, evitando un método impositivo.

De igual forma, los relatos de divulgación de la ciencia se caracterizan porque integran a la ciencia como parte clave en el desarrollo de la narración y no solo como una ambientación. Aquiles Negrete (2014) asegura que mientras más cerca esté la ciencia del punto central de la trama será más fácil de recordar y, por lo tanto, de aprender (p. 228). Explica que:

A medida que la información científica está más cerca de los momentos importantes de la narración (revelaciones, peripecia, desenlace, funciones principales, etc.) y tienen mayor importancia para la trama, hay más posibilidad de lograr comunicar y hacer memorable un conocimiento científico. (Negrete Yankelevich, 2008, p. 132)

En los relatos científicos, los protagonistas de la narración son, en su mayoría, los investigadores, seguido por los organismos o fenómenos a estudiar. A diferencia de otros textos científicos, en los de divulgación, pero particularmente en este subtipo conocemos el rostro, afinidades, objetivos y sentimientos de los

científicos. Los buenos relatos de divulgación científica combinan a la ciencia con situaciones que evocan diferentes emociones para hacerlos más atractivos, prueba de ello son los títulos de los relatos.

Ana Sánchez (1998) señala que a partir de la segunda mitad del siglo XX se exhortó a los divulgadores a combinar el contenido científico con la imaginación y la sensibilidad (p. 57). Quizá el mejor espacio para desarrollar esto es la novela científica, uno de los mejores recursos para divulgar y enseñar ciencia de manera efectiva. Incluso, el subgénero de la ciencia ficción también divulga y genera aprendizaje, pero es vital que el receptor identifique claramente la verdad científica y la ciencia que fue deformada en favor de la trama del relato.

El docente de lengua a nivel medio superior debe utilizar los relatos de divulgación científica solo si el plazo correspondiente a la temática de textos expositivos es amplio y después de haber trabajado con otro tipo de textos como la noticia informativa de ciencia o el artículo de divulgación. Esto se debe a que es más fácil que el alumno se concentre más en la historia, aprendiendo mejor el contenido o anécdota del texto seleccionado que el aprendizaje que debe desarrollar de la temática.

Además, varios de los relatos científicos pueden carecer de varios elementos de los textos de divulgación, o bien, sean de difícil identificación, a diferencia de la noticia informativa de ciencia. Si el profesor decide utilizar relatos científicos en su didáctica, es preferible trabajar con textos cortos, por ejemplo, la sección "Así fue..." de la revista *¿Cómo ves?* los maneja con un espacio similar a los artículos de divulgación. Por último, deben evitar aquellos escritos que manejan narraciones interrumpidas por exposiciones didácticas de ciencia que son integradas a la obra de manera forzada porque no existe un vínculo real entre la historia y la ciencia. Si el maestro no toma con cautela las advertencias aquí descritas, corre el riesgo de generar ruido en el aprendizaje de los alumnos.

La columna científica

En el periodismo, las columnas se caracterizan por ser un género de opinión que mantiene un autor, título, espacio, formato y periodicidad establecidos. Incluso, se diferencia fácilmente del resto de los contenidos de los órganos informativos porque su formato es único. Por ejemplo, en los medios impresos siempre está localizado en la misma sección, página, ubicación en la plana, tipografía, fondo, marco e ilustraciones. Al nombre de la columna le puede seguir un título que le indique al lector el tema a tratar así como presentar cabecillas a lo largo del texto. El receptor usualmente busca las columnas para conocer la opinión, comentario, juicio o crítica de los expertos o autoridades en el tema de interés.

Elaborar una columna es un trabajo artesanal que genera tradición. El autor debe cuidar que su estilo y las temáticas a abordar sean los mismos para que el receptor se enganche con sus textos y sea de su interés buscarlos para conocer su opinión. El espacio destinado a las columnas no es amplio, por lo tanto, su emisor debe ser ágil para informar, narrar o describir brevemente sobre el tema o hecho a juzgar para presentar posteriormente su postura de una manera sólida y argumentada. El lenguaje en este género periodístico es sencillo y expresa la subjetividad del autor. En algunos casos los emisores se dirigen al receptor con una familiaridad más cercana y directa.

En el periodismo científico, indica Manuel Calvo (2003), las columnas deben poseer tres elementos: la información, documentación complementaria y una opinión informada y documentada (p. 64). El divulgador de la ciencia señala que las columnas científicas forman parte constante de los diarios a partir de la última década del siglo XX como consecuencia del éxito de los programas de divulgación científica en televisión como *Cosmos* de Carl Sagan (p. 202).

En México, el único periódico que maneja columnas de ciencia es *Milenio*. Los domingos publica “Se descubrió qué” del escritor y divulgador Luis González de Alba y los miércoles “La ciencia por gusto” del biólogo divulgador Martín Bonfil Olvera –también autor de “Ojo de Mosca”, otra columna científica en *¿Cómo ves?*–. Por último, los domingos presenta otra columna “Ciencia y Tecnología”,

esta tiene la particularidad que el autor no es el mismo. Cada semana escribe en ella un investigador o un funcionario público de este sector.

Las columnas científicas no son un buen recurso para abordar los textos expositivos en el aula porque pueden ocasionar ruido en el aprendizaje de los alumnos. Este género pueden carecer de varios elementos particulares de los textos de divulgación científica; provocar confusión al presentar juicios, un lenguaje informal y subjetivo, o bien, el estudiante se acuerda más del comentario o hecho que del tipo de texto. Solo deben usarse en el aula cuando el tiempo destinado a la temática es amplio y previamente se abordaron otros textos como la noticia informativa de ciencia, el artículo de divulgación de la ciencia y entrevista. De lo contrario puede resultar perjudicial durante el proceso cognitivo.

Sin importar cuál de los géneros, abordados aquí, utilice el docente para su cátedra es recomendable evitar aquellos textos que cubran controversias (cambio climático, alimentos transgénicos, investigación con células madre en embriones, entre otros) o política científica porque se prestan a que el alumno se concentre en la discusión polémica del contenido y olvide que la temática es la estructura fondo y forma de los textos expositivos.

En este capítulo presentamos al docente de lengua a nivel medio superior, las herramientas indispensables para que pueda analizar, identificar y comprender los textos de divulgación científica. De esta manera podrá evaluar los escritos e integrará a su didáctica los textos expositivos de aquellos impresos que posean mayor número de características, se ajusten mejor con el tiempo destinado a la didáctica y al lenguaje del autor dependiendo del tipo de estudiantes. Incluso, al analizar los textos, el profesor podrá advertir a los alumnos de las debilidades que maneja el escrito para apuntalar su proceso de aprendizaje en los jóvenes.

Hasta aquí desarrollamos el conocimiento que el educador va propiciar en sus alumnos así como la manera de seleccionar textos de divulgación científica de calidad, confiables y que se adapten al tiempo establecido. A continuación, explicaremos pedagógicamente el proceso del conocimiento y el aprendizaje para que el docente pueda diseñar una estrategia didáctica efectiva que propicie la comprensión lectora de textos de divulgación científica. Además, describiremos los

papeles de los protagonistas de la relación educativa el alumno adolescente y su maestro, así como la importancia de su vínculo para la adquisición del conocimiento.

CAPÍTULO III. ESTRUCTURA DEL CONOCIMIENTO Y EL APRENDIZAJE DESDE UNA VISIÓN PEDAGÓGICA

Después de trabajar el discurso científico, su tipología textual y adentrarnos en el análisis de los textos de divulgación científica es momento de establecer el marco pedagógico que explica el proceso del conocimiento y el aprendizaje. Con él sustentaremos la estrategia didáctica para mejorar la comprensión lectora de los alumnos en los textos de divulgación científica. En este capítulo desglosamos las características propias de los estudiantes, el docente y su vínculo entre ambos como una relación preponderante durante el desarrollo del conocimiento y el aprendizaje.

Por lo tanto, hablaremos de adolescencia, etapa por la que cruzan los alumnos y nos aproximaremos de forma general a la divulgación científica que ellos consumen de manera cotidiana. Ahondaremos en la docencia y en su labor de propiciar los aprendizajes significativos. Para finalizar con la instrumentación didáctica y las estrategias de enseñanza adecuadas para propiciar el aprendizaje.

El término de conocimiento muchas veces hace referencia al dominio de una acción, conducta o comportamiento tangible. Adolfo Sánchez (1973) define al conocimiento desde una actividad práctica. Influenciado por el filósofo Karl Marx, explica que el conocimiento se asemeja a un criterio de verdad (realidad mediada por el hombre y su sociedad) que solo puede existir en la práctica. Por ello, el individuo tiene la urgente necesidad de confrontar la teoría con la práctica (pp. 128-130). De igual forma, Adam Schaff (1974) retoma a Karl Marx para describir al conocimiento como una actividad práctica, sensible y concreta.

Además, recupera la concepción marxista del conocimiento como un proceso infinito cuando afirma que el número ilimitado de factores que interactúan con el objeto de estudio reestructuran constante y permanente su abstracción tanto en su totalidad como en cualquiera de sus fragmentos (pp. 100, 112-113). Por lo tanto, la participación del sujeto durante el proceso del conocimiento es activa. Incluso, el sujeto puede ser apreciado como un conjunto de relaciones sociales (p. 100). Esto se debe, explica, porque el actuar del sujeto parte del condicionamiento

de los determinismos sociales (como el lenguaje) que posee, los cuales introducen una visión de la realidad transmitida por la comunidad.

Sin embargo, advierte, el sujeto es individual y subjetivo porque integra algo de sí mismo, su sello personal, en la construcción de su propio conocimiento. Por lo tanto, el conocimiento requiere de un proceso activo individual subjetivo-objetivo social por parte del sujeto. Esta relación dialéctica (entre la subjetividad individual y la objetividad social), asegura, hace del sujeto cognoscente un producto y generador de la cultura. Es más, cualquier objeto del conocimiento que esté ligado al condicionamiento social como el lenguaje ya es subjetivo.

El individuo es quien decide la manera en que transforma la información o las sensaciones estimuladas por el contexto, los cuales se obtienen por las determinaciones sociales, su propia situación, los intereses grupales, sus motivaciones y la mediación de su práctica social. En resumen, el individuo es el ser social que lleva la relación cognoscitiva y entiende al conocimiento como una actividad o práctica concreta (pp. 88-95).

Por último, en la adquisición del conocimiento Adam Schaff destacó la interacción entre el objeto-sujeto como una relación cognoscitiva objetiva, real y dialéctica. Ambos factores “actúan a la vez uno sobre el otro. Esta interacción se produce en el marco de la práctica social del sujeto que percibe al objeto en y por su actividad” (p. 86). Para efectos prácticos del desarrollo de este trabajo entendemos como sujeto al alumno y el objeto son los textos de divulgación científica. Por lo tanto, el conocimiento adquirido de los estudiantes sobre los textos de divulgación científica dependerá del vínculo entre estos dos factores. El saber del alumno sobre los textos de divulgación científica será condicionado por las experiencias vividas en torno al objeto de estudio y con cada una de ellas su conocimiento se verá modificado o construido.

Con esta misma premisa, de una relación preponderante entre el sujeto-objeto e individuo-sociedad como factor determinante para la adquisición del conocimiento, Louis Not (1979) establece un método cognoscitivo basado en la interestructuración (p. 13), definida como la interacción entre el sujeto y el objeto. Este método plantea que la relación entre el sujeto y el objeto es condicionante

para generar conocimiento. Por lo tanto, este no depende exclusivamente del objeto, el sujeto o la preponderancia de alguno de ellos; requiere de la dialéctica entre ambos para obtenerse (p. 10). De manera que el conocimiento es una estructura que se construye gracias a la interacción entre el sujeto y el objeto.

Conocer un objeto, explica Louis Not (1979), significa que el sujeto posee una representación mental del objeto (abstracción), conformada por las propiedades y acciones atribuibles al objeto. Por lo tanto, las particularidades de un objeto son aquellas convenciones determinadas o construidas externamente que se le atribuyen al objeto para identificarlo (pp. 239-241). Al interiorizar el conocimiento, el sujeto lo construye con su sello personal. La estructura racional del individuo trabaja dialécticamente con los movimientos de separación e integración.

La separación le permite al sujeto distinguir lo que depende de él (sus propias ideas de los textos de divulgación de la ciencia) y lo que depende de la estructura del mundo (concepciones sociales de comunidades como la académica o científica en torno a los textos de divulgación de la ciencia). Por su parte, la integración es la que reconoce al propio pensamiento como un aspecto parcial del universo al que pertenece (pp. 232, 265).

Para aproximarse a un objeto, Louis Not –retoma de Jean Piaget–, la idea de iniciar por la percepción como punto de partida. De acuerdo con Jean Piaget (1969), la percepción es la exploración o desplazamiento sistemáticos de la mirada y la acumulación de puntos de fijación (*centrations*) (p. 48). Louis Not (1979) agregó que cada centración conlleva una deformación del elemento percibido, correspondiente a la heterogeneidad del campo visual espacio temporal, con la que se va estructurando el dato o la información. Entonces la percepción es el producto de la interestructuración existente de las estructuras mentales que capta y recibe el sujeto con respecto al objeto (pp. 256-257).

Las estructuras mentales son la base para la construcción o transformación del conocimiento. La estructura de acción en el pensamiento es la interacción de un conjunto de elementos en donde cada uno depende de los demás, pueden ser en formas de acciones en potencia al estar interiorizadas en el pensamiento o

exteriorizadas en movimiento. Por lo tanto, las estructuras mentales indican un manejo del objeto.

De igual forma, la estructura del conocimiento posee en su núcleo un esquema mental que tiene la capacidad de desarrollar una nueva acción o conducta basándose en los comportamientos que ya posee. La interiorización del conocimiento se obtiene cuando su representación abstracta genera nuevas acciones que son las adecuadas dentro de su contexto social. En resumen, los esquemas mentales organizan las estructuras que reflejan el dominio que posee la inteligencia (pp. 235-237).

La percepción, memoria y conocimiento del sujeto forman las estructuras mentales a través de la interacción entre el producto de la acción que ejerce el sujeto en el mundo y de la acción del mundo que ejerce sobre el sujeto. El individuo siempre actúa sobre el objeto (manipulación o utilización), a su vez el objeto actúa sobre el individuo a través de las estructuras culturales que residen en el objeto. La cultura es la encargada de estructurar el conocimiento, este existe antes del individuo y lo trasciende. Es así como la adquisición del conocimiento proviene de una interestructuración entre el sujeto y el objeto (pp. 241-242).

Desde el inicio de su obra, Louis Not (1979) define al sujeto pedagógico y al objeto. Al individuo solo puede considerársele sujeto pedagógico cuando él constituye el centro de iniciativas para la acción pedagógica consciente de sus estados y circunstancias. El sujeto es la fuente de acciones mientras que el objeto es el lugar donde el sujeto ejerce la acción; una persona puede convertirse en objeto cuando la acción se efectúa sobre él. Entonces, el objeto refiere a todos los elementos del mundo real y simbólico en su individualidad, colectividad o en su relación. Las personas solas o en su conjunto, instituciones, valores, modelos comportamientos son objetos cuando son lugares de acción (son estudiados) (pp. 10, 12).

La obra de Louis Not es importante porque hace una revisión de las pedagogías de los siglos XIX y XX. Entendiendo a la pedagogía como aquella que “constituye una problemática de remedios y fines, y en esa problemática estudia situaciones educativas, las selecciona y luego organiza y asegura su explotación

situacional” (1979, p. 9). Además de analizar las pedagogías de la época, Louis Not las clasifica en alguno de los dos métodos cognoscitivos que propone. El de heteroestructuración corresponde a la percepción del sujeto o alumno sin conocimientos que requiere de los estímulos externos de un profesor para su formación. Por el contrario, la autoestructuración concibe al estudiante como el artesano o único responsable de su propio saber (p. 8).

No obstante, Louis Not presenta un nuevo método cognoscitivo que integra las ventajas de los métodos anteriores y elimina sus deficiencias, alcanzando un equilibrio ante su contraposición (p. 14). Se trata de una pedagogía interestructuracionista en donde, como vimos previamente, la interacción entre el individuo que busca conocer y los objetos de su universo (natural y cultural) es fundamental para obtener el conocimiento (p. 232).

Con lo señalado previamente podríamos definir al conocimiento como un proceso de construcción o transformación permanente en las estructuras mentales del sujeto. Las mutaciones en el conocimiento se originan con cada nueva percepción o experiencia que el sujeto vive con relación al objeto de estudio. Inevitablemente, el conocimiento está ligado a la realidad del sujeto y objeto quienes son condicionados por las determinaciones sociales que los rodean, por lo tanto, el conocimiento también es social. Asimismo, el conocimiento consiste en una actividad práctica porque solo puede validarse ante una acción, conducta o comportamiento tangible considerados socialmente adecuados para ese objeto de estudio y su contexto.

La adquisición de nuevos conocimientos modifican la estructura mental y el actuar del sujeto, incluso transforman a la sociedad. Como el conocimiento también es social, los dirigentes de una comunidad pueden impulsar una construcción diferente en el conocimiento y su obtención para cambiar a sus integrantes y su contexto. Es aquí donde la educación juega un papel indispensable.

Con base en esta teoría de la preponderante relación entre sujeto-objeto e individuo-sociedad, Paulo Freire (1973) define a la educación como un diálogo entre los sujetos interlocutores (estudiantes y docente) sobre el objeto de estudio.

La relación comunicativa es iniciada por el maestro quien se encarga de problematizar los textos de divulgación científica ante los alumnos. El educador problematiza el objeto cuando lo re admira desde la perspectiva de los jóvenes para promover el aprendizaje en ellos. La problematización requiere un proceso de crítica y reflexión por parte del maestro, generándole un nuevo aprendizaje sobre el contenido (pp. 77, 79, 90, 94-95).

Posteriormente, dentro de la pedagogía interestructuracionista de Louis Not (1979), la educación es la responsable de ejecutar las prácticas adecuadas (situaciones pedagógicas) que fomenten la modificación del sujeto en lo planteado por los objetivos del proceso educativo. “En última instancia la educación de un individuo es su transformación orientada hacia determinadas finalidades y obtenida mediante la explotación de situaciones apropiadas” (p. 8).

A su vez, Martiniano Arredondo (1989) añade otro ángulo indispensable en la educación. Su definición la contempla como un proceso, sistema y producto limitado por instituciones escolares, quienes establecen y organizan finalidades explícitas para obtener aprendizajes determinados (p. 16).

Finalmente, César Coll (1991) plantea a la educación escolar como el instrumento que utilizan los seres humanos para promover el desarrollo cultural de los miembros más jóvenes a través de una ayuda sistemática, planificada y sostenida que conserve y reproduzca el orden social existente. Sin embargo, afirma, su objetivo principal es promover el desarrollo y crecimiento individual de los estudiantes (p. 48).

Hablar de educación implica abordar inevitablemente una de sus principales funciones: el aprendizaje y sus resultados. Previamente, señalamos el proceso del conocimiento, ahora trabajaremos el de aprendizaje porque el objetivo de este trabajo es propiciar el aprendizaje de la comprensión lectora de textos de divulgación científica. Para ello, es fundamental que el docente provocador de este conocimiento conozca la manera en que funciona, genera y promueve el aprendizaje porque este es su objetivo, función y razón de ser.

Durante la década de 1930, Lev Vigotsky (1979) afirmó que el aprendizaje es el principal motor del desarrollo intelectual. El aprendizaje y el desarrollo están

interrelacionados desde el inicio de la vida (p. 131). Para determinar el desarrollo mental de un niño, indica Lev Vigotsky, es necesario ubicarlo en dos niveles: el nivel real de desarrollo y la zona de desarrollo próximo (p. 134).

El nivel de desarrollo real establece las funciones maduras o los productos finales que ya domina totalmente el sujeto de manera independiente. Por otro lado, en el nivel de desarrollo potencial se localizan las habilidades que todavía requieren de la guía de un mediador –un compañero más capaz, un adulto, un maestro, un experto– para su elaboración (p. 133). La zona de desarrollo próximo es la distancia entre el nivel real de desarrollo y el nivel de desarrollo potencial. Por lo tanto, en esta área se ubican las destrezas que están en proceso de maduración y que mañana serán manejadas autónoma y completamente. “El nivel de desarrollo real caracteriza el desarrollo mental retrospectivamente, mientras que la zona de desarrollo próximo caracteriza el desarrollo mental prospectivamente” (p. 134).

La orientación del mediador de la zona de desarrollo próximo de Lev Vigotsky para ejecutar y automatizar un aprendizaje se encuentra en la educación, especialmente en su manera formal, es decir, en las escuelas. El alumno en todos los niveles entra a las instituciones educativas con la finalidad de adquirir conocimientos, capacidades, habilidades, procedimientos, entre otras. Los docentes interactúan con los estudiantes para mediar en la construcción de su aprendizaje. El objetivo de este trabajo es presentarle al mediador (docente) una estrategia pedagógica que permita a los alumnos pasar de la zona de desarrollo próximo de la comprensión lectora de textos de divulgación científica a un nivel de desarrollo real.

De acuerdo con Lev Vigotsky (1979) el aprendizaje es fundamental en el desarrollo de las funciones psicológicas individuales y de su proceso de socialización porque gracias a él es posible adquirir el comportamiento de su comunidad y alcanzar la cultura intelectual de su sociedad.

Jean Piaget (1967) describió al aprendizaje como un proceso donde el conocimiento se estructura en el sujeto a través de dos movimientos mentales

encadenados. El proceso inicia con la asimilación del objeto (primero) que genera una acomodación con la nueva información del objeto de estudio (segundo).

La asimilación, define Jean Piaget (1967), es la incorporación de los objetos que le rodean en los esquemas de la conducta conformados por acciones que dependen de conductas previas que refieren a los mismos objetos o a otros análogos (p. 18). La finalidad de la asimilación es que el sujeto abstrae el medio externo para enriquecer sus propios esquemas mentales (Piaget, 1976, p. 316). Por otro lado, la acomodación es la reestructuración activa del objeto de estudio dentro de las estructuras individuales del conocimiento durante la asimilación del sujeto (Piaget, 1967, p. 18). Incluso, la acomodación sitúa el pensamiento individual dentro del conjunto de perspectivas –los puntos de vista ajenos–, asegurando su objetividad y reduciendo su egocentrismo (1976, p. 321)

Las funciones de asimilación y acomodación se complementan en la actividad mental y de la coordinación entre ellas depende de la inteligencia. Su interacción desde enfoques contrarios generan un equilibrio que permiten un adecuado funcionamiento o vinculación entre el individuo y su medio. La asimilación busca abstraer los objetos de estudio lo más exactos a la realidad, mientras que la acomodación elabora cambios en la estructura mental del sujeto con relación al objeto de estudio, es decir, recrea la realidad (p. 317). Ambas actividades mentales forman un balance de intercambio entre el sujeto y los objetos (1967, p. 19). Además, el enlace entre la asimilación y la acomodación son las responsables de la inteligencia verbal y reflexiva en cuanto al vínculo entre el pensamiento individual y social. Por último, el proceso asimilación-acomodación conducen al sujeto para salir de sí mismo y objetivar al universo hasta poder englobarse en él (1976, p. 321).

El desarrollo del proceso de aprendizaje, advierte Azucena Rodríguez (1976) no es lineal. Durante el aprendizaje, advierte, el alumno responde al enfrentamiento de estímulos externos e internos con acciones que se adapten a las circunstancias. Para ello, analiza, relaciona, generaliza, opera manualmente, manipula objetos, reúne materias y sentimientos o valoraciones de acuerdo con el contexto. Al igual que en el conocimiento, una persona aprende si produce

modificaciones o reestructuraciones en su conducta. Sin embargo, en el camino del proceso de aprendizaje el sujeto se plantea dudas, formula hipótesis, retrocede ante los obstáculos o elabora conclusiones parciales, impidiendo así un avance lineal (pp. 8-9).

Por su parte, Louis Not (1979) señala que el aprendizaje debe promoverse a través de la reconstrucción de los contenidos culturales en la mente del alumno, generando así modificaciones en su conducta (p. 232). Para ello, Louis Not enriqueció el proceso de asimilación-acomodación de Jean Piaget con la manifestación de tres formas de interestructuración: apropiación e intervención. En la interestructuración de apropiación el sujeto abstrae el objeto a través de la percepción de los sentidos y estructura al objeto con base en las hipótesis que elabora mediante las confirmaciones o anulaciones previstas en el esquema mental. Mientras que la interestructuración de intervención requiere de la experimentación del sujeto con el objeto. Al sentir una nueva experiencia con el objeto, el individuo proyecta la asimilación corrigiendo las estructuras ya establecidas para permitir la acomodación del nuevo conocimiento. Gracias a los ensayos efectivos que comprueban o rechazan la estructura del objeto, el sujeto reestructura sus conocimientos permanentemente (pp. 244-245).

En el aula, por ejemplo, trabajamos la interestructuración de apropiación e intervención. Cada uno de los alumnos llega a clase con su propio esquema mental sobre los textos científicos. La apropiación de este objeto de estudio está estructurado por su experiencias de vida, los medios en los que se desarrolla –la escuela– y con los que interactúa –televisión, radio, internet, cine, libros, revistas, periódicos–. Cuando el docente ejecuta su estrategia de aprendizaje con los estudiantes, estos adquieren nuevas experiencias relacionadas con el objeto de estudio (textos de divulgación científica). La planeación didáctica es una interestructuración de intervención diseñada para corregir las estructuras que son ajenas al conocimiento establecido socialmente; la instrumentación permite acomodar nueva información que reestructura al objeto de estudio, recreando un conocimiento que corresponda al convenido colectivamente.

Por lo tanto, el conocimiento de los alumnos, no inicia en el aula. Louis Not (1979) advierte que el individuo posee en su mente representaciones colectivas provenientes de la recepción de diversas fuentes de información o mediadores (medios de comunicación masiva, grupos sociales a los que pertenece, conocimiento científico, entre otros). En cada reestructuración del conocimiento existe interestructuración entre el sujeto y el objeto. La reconstrucción del objeto se conforma por las estructuras propias del sujeto permeadas culturalmente a través de mediación (pp. 253, 263).

De manera que, para efectos de este trabajo, la relación alumno–textos de divulgación científica es previa a la participación del docente, quien a través de su labor se encargará de solidificar o debilitar este vínculo. Los jóvenes arriban al aula con concepciones de la ciencia y su difusión adquiridas a través de las asignaturas de ciencias exactas, naturales y sociales en la escuela así como de los medios que perciben en casa como libros, periódicos, radio, internet, televisión, cine, museos, revistas, entre otras. Todas estas percepciones e ideas intervienen cuando el docente desarrolla el tema de la comprensión lectora de los textos de divulgación científica.

Así, los estudiantes son seres completos; su conocimiento también es integral y no se divide entre lo que aprenden en clase y lo que adquieren en casa. Las experiencias a lo largo de su vida y la interacción con todos los ambientes en los que se desarrollan generan conocimientos que se van construyendo y modificando de manera permanente.

Finalmente, el tercer tipo de interestructuración planteado por Luis Not (1979) en el proceso de aprendizaje es la retroalimentación o la autoconsciencia del aprendizaje. Esta explica los procesos de autorregulación de la acción. Cuando el sujeto posee una representación de la acción que se realiza en la conducta mental para la producción y funcionamiento de la acción genera la reflexión (p. 245). Para que el alumno sea consciente del aprendizaje obtenido es indispensable que el conocimiento adquirido posea valor para el sujeto o presente una relación a su vida cotidiana (p. 233). El aprendizaje de la comprensión lectora de los textos de divulgación científicos es valiosa para los individuos porque a

través de ella conocen los procesos científicos que describen el funcionamiento de los fenómenos naturales y sociales que impactan en su existencia. Además, contiene información de gran utilidad para resolver problemas, tomar decisiones y optimizarse tecnológicamente.

Una forma en la que el educador promueve al aprendizaje como un proceso de reconstrucción es presentar los contenidos académicos como conocimientos que se actualizan constantemente. Para ello, Ana Hirsch (1981) prioriza la necesidad de renovar la información para los alumnos debido a que el conocimiento se transforma constantemente, provocando que los contenidos de la currícula se hagan obsoletos a un ritmo cada vez mayor. También, es indispensable tratar los temas históricamente para que el alumno aprecie el origen, proceso, cambio, desaparición y transformación de las ideas, teorías, conceptos, hechos o información (p. 21).

Tampoco debemos olvidar el factor colectivo predominante en el aprendizaje dentro del aula. Como lo abordamos previamente con Paulo Freire (1973), el aprendizaje integra estudiantes y profesores como seres sociales que diseñan y transforman conocimientos desde su percepción colectiva, indica Edith Chehaybar (1982). Por lo tanto, es primordial que los alumnos reconozcan la importancia de su interacción con los demás compañeros y no centrarse únicamente en el maestro para aprender (p. 13).

Asimismo, Esther Pérez (1986a) asegura que fomentar un aprendizaje colectivo en donde el conocimiento proviene también de los estudiantes pares ayuda a esclarecer los aspectos difíciles que son de gran complejidad para los participantes. En este aprendizaje grupal el conocimiento se construye a través de la develación de contradicciones, los conflictos y el conocimiento de sus fuentes (Pansza G., Pérez J., & Morán O., p. 82).

Incluso, en este proceso el profesor, explica Porfirio Morán (1986b), también aprende de los alumnos. Ellos le brindan nuevas experiencias de enseñanza, con las cuales reflexiona su práctica docente y la confronta con la teoría inicial. Así, genera cambios que transforman al maestro de manera individual y en su labor de producir aprendizajes socialmente significativos en los

estudiantes. El aprendizaje grupal contempla la dialéctica entre los contenidos culturales, la información de profesores y alumnos así como los factores emotivos que los involucran (Pansza G., Pérez J., & Morán O., pp. 83, 99).

En el aprendizaje grupal, afirma Porfirio Morán (1986a), el proceso es dialéctico e implica crisis, paralizaciones, retrocesos, resistencias al cambio, etcétera (Pansza G., Pérez J., & Morán O., p. 183). Incluso, en la propia estrategia didáctica del docente, agrega Esther Pérez, podemos encontrar factores que dificulten el aprendizaje como la tendencia excesiva a teorizar o el divorcio entre el pensamiento y la acción (p. 108). Para evitar lo anterior, Porfirio Morán exhorta a los educadores a fomentar el aprendizaje a través de la ejecución de operaciones superiores del pensamiento como el análisis, síntesis o capacidad de crítica y creativa (p. 192).

Es justamente la tarea de propiciar aprendizajes lo que Martiniano Arredondo (1989) establece como pilar de la docencia. Los aprendizajes que promueve la docencia son considerados significativos a nivel individual y social. No obstante, el trabajo del maestro no garantiza el éxito del aprendizaje porque este no es exclusivo de la actividad docente, es decir, cualquier situación puede generar aprendizaje sin que se haya previsto o querido. La intencionalidad de lograr aprendizajes determinados resulta insuficiente para alcanzarlos porque en el proceso influyen factores y elementos ajenos al trabajo docente. “No hay certeza ni seguridad de lograrlos por el solo hecho de pretenderlos, por eso hablamos de propiciar aprendizajes como propósito de la docencia: no hay relación lineal causa-efecto, entre la enseñanza y el aprendizaje” (p. 18).

Del mismo modo, Reuven Feuerstein (1990) señala que el educador tiene la finalidad de intervenir en el desarrollo del humano a través de una experiencia de aprendizaje mediado. Así, el aprendiz se beneficia de la exposición directa del estímulo particular, generado por el docente y del repertorio de actividades, pretensiones, orientaciones, actitudes y técnicas que permitan modificar a otros estímulos. La experiencia del aprendizaje mediado provoca plasticidad y flexibilidad en la adaptación es a lo que Reuven Feuerstein denomina inteligencia (p. 8). Además, la experiencia del aprendizaje mediado es una imposición de la

cultura en el sujeto para que esta sea capaz de responder a las necesidades ambientales (p. 51).

Por lo tanto, el profesor pretende que sus estudiantes aprendan conocimientos resultados de un proceso de construcción social. Para ello, diseña una planeación adecuada con el objetivo de que los jóvenes construyan significados acordes y compatibles con los contenidos culturales ya establecidos socialmente. Entonces, gracias a la instrumentación didáctica del educador se entrelaza el aprendizaje de los alumnos con los conocimientos culturales.

El aprendizaje constructivo de César Coll (1990) resume estas ideas como pilares de su concepción. En la primera, el alumno es el responsable final de su propio proceso de aprendizaje. El estudiante reconstruye los conocimientos de su cultura al manipularlos, explorarlos, descubrirlos o inventarlos. Segunda, la actividad mental constructiva del joven se aplica a contenidos que ya poseen un grado considerable de elaboración, es decir, los temas curriculares que trabajaran profesores y alumnos en el aula son resultado de un proceso previo de construcción social. Por último, la función del docente es vincular los procesos de construcción del estudiante con el saber colectivo culturalmente organizado. Además de generar condiciones óptimas de aprendizaje, el profesor es quien orienta explícita y deliberadamente la formación del contenido cultural (Coll Salvador, Marchesi Ullastres, & Palacios, pp. 441-442).

La planeación didáctica diseñada por el profesor para promover al aprendizaje de los contenidos culturales trabaja con la percepción del alumno para la construcción de su conocimiento. Rafael Flórez (1994) afirma que la percepción formada por un proceso complejo de interacción entre los estímulos que reciben los sentidos para ser descifrados por la mente del sujeto con base en su propia personalidad, historia, experiencias socioculturales, lenguaje, entre otros, es la encargada de interpretar durante el proceso de aprendizaje (pp. 3-4).

Dale Schunk (1997) también retoma en su teoría de aprendizaje social a la percepción. El aprendizaje humano, sostiene, parte usualmente de la observación de reglas, habilidades, estrategias, creencias, modelos de conductas y actitudes que poseen los otros. El sujeto, precisa, decide las acciones a ejecutar con base

en estos criterios porque espera obtener el resultado que previamente percibió en determinado actuar. Para aprender, menciona, se requieren de capacidades cognoscitivas, lingüísticas, motoras y sociales, entre otras. El aprendizaje no es solo la adquisición de los conocimientos, habilidades, estrategias, creencias, actitudes y conductas; también implica la modificación de las mismas (pp. 102, 2).

Finalmente, de una manera más práctica, Frida Díaz Barriga y Gerardo Hernández Rojas (2005) hacen una actualización del proceso de aprendizaje de Jean Piaget basado en la asimilación-acomodación. Para ello, proponen tres etapas para la adquisición del aprendizaje. En la fase inicial, el aprendiz percibe partes aisladas vinculadas a un contexto específico, pero sin conexión conceptual. Razón por la cual, el individuo busca memorizar las piezas sueltas con base en su saber esquemático, recurriendo al conocimiento en otro dominio que le ayude a interpretar la información a través de comparaciones y analogías que provienen de suposiciones generadas en las experiencias previas. Conforme el sujeto repasa la información construye un panorama global del dominio.

Posteriormente, la fase intermedia del aprendizaje comprende el hallazgo de las relaciones y similitudes entre las partes aisladas. El individuo configura esquemas y mapas cognitivos sobre el material y el dominio del aprendizaje en forma progresiva. Además, es capaz de aplicar el conocimiento a otros contextos cuando reflexiona acerca de la situación, el material y el dominio. Es aquí donde el conocimiento del aprendiz llega a lo abstracto.

En la fase terminal del aprendizaje, los conocimientos están más integrados en el sujeto cognoscente y sus ejecuciones empiezan a ser automáticas de manera que su control requiere menos esfuerzo consciente. El proceso del aprendizaje es continuo y la transición entre las fases es gradual, pero en algunos momentos puede presentarse el sobre posicionamiento entre las etapas (pp. 45, 47). Entre los obstáculos que impiden el aprendizaje destacan la información demasiado abstracta o carente de relación con los conocimientos previos del sujeto. Comúnmente, advierten, los contenidos académicos son olvidados si se aprendieron hace mucho tiempo, carecen de utilidad, su aprendizaje fue repetitivo

e inconsciente, o bien, el sujeto no los comprende, es incapaz de explicarlos y no hace esfuerzo por recuperarlos (p. 47).

Un aprendizaje significativo, describen, es aquel que conduce a la creación de estructuras de conocimiento mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas del sujeto. El aprendizaje significativo muestra un uso inteligente y flexible de lo aprendido ante situaciones novedosas (p. 39). En situaciones académicas posibilita la adquisición de grandes cuerpos de conocimiento integrados, coherentes, estables y con sentido. Es en este tipo de aprendizajes en los que deben centrarse los objetivos de los planes de estudio y las estrategias de la enseñanza (p. 152).

En síntesis podríamos definir al aprendizaje como un proceso de construcción permanente a través del cual se adquiere un conocimiento de carácter teórico o práctico. El proceso de aprendizaje inicia con la percepción de estímulos externos que generan continuas modificaciones en la representación mental del objeto de estudio, situada en el sujeto, hasta llegar al dominio del conocimiento socialmente establecido. El aprendizaje está condicionado a la relación que tiene el sujeto con el objeto de estudio y la realidad que los mediatiza. Esta relación puede ser o no orientada por un docente que facilite el aprendizaje del objeto de estudio. De igual forma, durante el vínculo entre el maestro y el alumno se reconstruye el conocimiento y como producto de esta interacción ambos aprenden, así el aprendizaje también es colectivo.

Ya que definimos el aprendizaje, es momento de hablar de sus resultados. La única forma de saber si el aprendizaje es total, parcial, nulo, adecuado o incorrecto es mediante la evaluación. Cabe destacar que el profesor debe saber que la conducta del individuo es un todo integrado. José Bleger (1976) menciona que es imposible captar la manifestación total del aprendizaje por la complejidad que involucra dicho proceso mental (p. 75).

Por lo tanto, la tarea de evaluar no se reduce a la elaboración y aplicación de exámenes. Louis Not (1979) indica que el conocimiento en busca de ser aprendido está compuesto por nuevas conductas que son expresadas en la reproducción o el surgimiento de nuevos comportamientos. La evaluación debe

estar diseñada para identificar la transformación de las conductas previas en otras más complejas. Solo a través de la observación de los cambios en la conducta es posible comprender la forma en la que el alumno organiza en su pensamiento la conducta. No obstante, aunque el conjunto de acciones que constituyen una conducta pueden expresarse en comportamientos observables, algunas de ellas pueden permanecer inaccesibles para el evaluador (pp. 235-236, 242).

Por su parte, Ángel Díaz (1980) plantea que además de la evaluación, las instituciones educativas también recurren a la acreditación para certificar la posesión de los conocimientos necesarios para una práctica profesional. Aquí la concepción de aprendizaje es vista como producto porque, aunque el acreditado cumple con los objetivos señalados por el curso, solo apreciamos superficialmente el proceso de aprendizaje individual (Díaz Barriga, 1980, pp. 9-10)

El desarrollo de la evaluación, señala Porfirio Morán (1986b), a lo largo del proceso educativo condiciona una acreditación satisfactoria porque analiza, vigila y retroalimenta el aprendizaje. La acreditación se va construyendo y reelaborando mediante las situaciones de aprendizaje. No obstante, Porfirio Morán advierte que la acreditación no debe confundirse con la calificación. Aunque ambas certifican la obtención de conocimientos, a la nota suelen confiarle valores que no tienen veracidad porque su cifra o letra carece de un vínculo real, tangente y total con el saber del alumno (p. 116).

Si es imposible evaluar la totalidad del aprendizaje, tampoco puede acreditarse completamente, asevera. Por ello, la tarea del maestro, afirma, consiste en elegir los puntos a evaluar y la manera de hacerlo. Para la acreditación el docente tiene que partir del análisis de los objetivos terminales del curso con la intención de seleccionar el conjunto de actividades que le brindarán las evidencias de aprendizaje que necesita como trabajos, ensayos, reportes, prácticas, investigaciones teóricas o de campo, entre otros (pp. 115, 122).

La presencia de la evaluación, exhorta Porfirio Morán (1986a), es fundamental durante todo proceso el de enseñanza aprendizaje mediante el análisis de los factores involucrados porque solo así es posible determinar e impulsar las conductas que favorezcan el aprendizaje, así como corregir aquellas

que lo obstaculizan. (Pansza G., Pérez J., & Morán O., pp. 199-200). Le evaluación es un proceso didáctico totalizador, histórico, comprensivo y transformador que direcciona las acciones a desarrollar. Totalizador cuando separa todos los elementos que soportan la práctica educativa para acercarse a su esencia. Histórico, al recuperar el contexto social de sus alumnos. Comprensivo, al incluir elementos para la interpretación de la docencia que la institución no considera. Transformador, al fomentar la producción y operación del aprendizaje para modificar su realidad. En esta última la dialéctica entre teoría y práctica alcanzan la praxis (1986b, pp. 94-95).

Gracias a la evaluación, el alumno es consciente de su aprendizaje porque genera la capacidad de reflexionar sobre su proceso de integración u operación de los contenidos de manera significativa, asevera Liliana Sanjurjo (2002, p. 37). Sin embargo, al escuchar evaluación, lo primero que piensa el estudiante es en el examen. Frida Díaz (2005) asegura que los alumnos perciben esta prueba como una serie de preguntas que son contestadas de memoria, es decir, la reproducción literal de la información, por lo tanto, sus conductas se enfocan en la memorización (Díaz-Barriga Arceo & Hernández Rojas, p. 54). No obstante, Ángel Díaz Barriga (2012) afirma que lo importante en el aprendizaje no es su memoria, sino la manera en la que el alumno accede, procesa y elabora la información (p. 150).

Otras características que se le atribuyen a la evaluación son la justicia y la objetividad. Sin embargo, Ángel Díaz niega ambas propiedades. Primero, asegura que la justicia es un problema social que en el examen se transforma en un conflicto técnico. La diferencia en los niveles culturales y posiciones socioeconómicas en la que llegan los alumnos a la escuela limita o facilita el aprendizaje. Las pruebas ignoran dichos contrastes y exigen por igual a todos los alumnos. Por otro lado, no puede existir objetividad cuando el instrumento lo realiza el hombre, un ser subjetivo. Es así como “el examen es una situación que relaciona dos o más subjetividades (la del docente y sus alumnos)”.

Tampoco se debe olvidar, precisa, que las evaluaciones implican transformar la relación de saber en una de poder donde el estudiante y el docente

se interponen ante la calificación. Reducir los conflictos durante el proceso de aprendizaje a problemas de rendimiento también es otro problema. Aquí los alumnos consideran solamente lo que saben que vendrá el examen, mientras que el profesor a veces opera en función de lo que examinará y olvida los procesos de aprendizaje de los alumnos.

Asimismo, el examen es el producto del vínculo entre la totalidad de los sujetos cognoscentes (el grupo de estudiantes) y cada alumno de manera individual en donde ambos se enriquecen mutuamente (2012, pp. 145-146, 148). Mientras que la acreditación, a diferencia del examen, se presenta al final y es el resultado de una serie de tareas o trabajos desarrollados en el ciclo escolar (p. 150). De manera que la evaluación es como un juego dialéctico entre la examinación individual y grupal. Durante la evaluación cada alumno reflexiona sobre su propio proceso de aprendizaje y lo compara con el resto de sus compañeros (p. 13).

Por lo tanto, las evaluaciones son indispensables para que el docente verifique si el aprendizaje del alumno es el adecuado, o bien, identifique la fase del proceso en la que se encuentra para ayudarlo a llegar a la etapa terminal en donde se posee el dominio. Como vimos, en el desarrollo del aprendizaje y su evaluación –elementos primordiales de la educación–, la relación entre el maestro y sus estudiantes es preponderante porque de ella depende el aprendizaje significativo.

Para ello, Mauricio Beuchot (2006) exhorta a los profesores a mantener un diálogo en donde fusionen sus horizontes con las perspectivas de sus alumnos. El educador debe interpretar a sus jóvenes para modificar su práctica y actitudes que obstaculizan el aprendizaje de los educandos. La nueva conducta del docente provocará un cambio en el comportamiento estudiantil al interpretar el nuevo actuar del maestro.

La interpretación, para el maestro propuesta por Mauricio Beuchot, es analógica porque busca el justo medio, dependiendo del contexto, entre las interpretaciones univocista (impositiva) y equivocista (permisiva en extremo). Su obtención necesita de la interpretación de las necesidades, deseos y aspiraciones

de los alumnos. El profesor debe conocer los contenidos básicos y generales del curso (necesidades); los temas de gran interés para los alumnos (deseos), así como las ideas, sentimientos, emociones o pasiones que se generan en el aula (aspiraciones). La interpretación analógica exige sin imponer y brinda la apertura suficiente para que la comunicación entre el maestro y su grupo sea activa y fructífera.

A través de la hermenéutica analógica, el docente evitará caer en los extremos de imponer su propia interpretación a los alumnos (posición univocista) o dejar que la interpretación de ellos sea la que domine, perdiendo la dirección y generando el caos. Por lo tanto, el profesor supera su propia interpretación al dejarse permeable por la interpretación de sus pupilos, así educador y estudiantes construirán un terreno en común donde se escuchan en el diálogo. Esta relación comunicativa es eficiente en el aula al promover el aprendizaje y al introducir cambios en la comprensión y práctica laboral que optimizan el desempeño docente (pp. 19-23).

A continuación hablaremos de las características que posee cada uno de los elementos de esta relación alumno y profesor. Posteriormente, precisaremos la instrumentación didáctica adecuada para que el docente promueva el aprendizaje de la comprensión lectora de textos de divulgación científica.

3.1 El alumno adolescente y su concepción de la ciencia

Con la finalidad de generar un diálogo abierto con los alumnos para promover un aprendizaje significativo es indispensable que el docente conozca a su público meta. En este caso, la audiencia que pretendemos que desarrolle el aprendizaje de la comprensión lectora de textos de divulgación científica son jóvenes inscritos en alguna institución de nivel medio superior, por lo tanto, están transitando la adolescencia. Un periodo en el que se presentan cambios fisiológicos, debido a que sus órganos reproductivos alcanzan su madurez funcional; cognitivos, el pensamiento concreto evoluciona al formal; y en los afectivos, la familia deja de ser el núcleo emocional para el individuo ya que sus pares se integran a él. En

esta etapa de vida, también inicia el interés por actividades sexuales, la reflexión libre que explora la vida interior, la construcción de la identidad así como surge la necesidad de la independencia y emancipación.

Además de las transformaciones mentales y corporales de la adolescencia, es indispensable que el maestro conozca la relación que tienen sus estudiantes en torno al objeto de estudio, es decir, los textos de divulgación científica. Para ello, apreciaremos una breve exploración de la concepción de ciencia que poseen los jóvenes. De igual forma, a través de un sondeo identificaremos cuales son las fuentes con las que interactúan para informarse de ciencia (periódicos, revistas, libros, radio, televisión, cine, lugares e internet).

Lo anterior con el objetivo de que el docente sea consciente de los conocimientos previos, en torno al contenido, de los estudiantes al momento de iniciar la estrategia didáctica y considere si es necesario o no reestructurar determinadas estructuras mentales que son erróneas socialmente. Para concluir, descubriremos los espacios y las temáticas de ciencia del interés de los alumnos así como las consideradas desagradables ya que esta información es de gran utilidad para el docente cuando desarrolla su instrumentación didáctica.

3.1.1 El desarrollo del alumno adolescente

La adolescencia se caracteriza por ser una etapa en el desarrollo humano en donde se presentan cambios fisiológicos, cognitivos y afectivos que son síntomas del fin de la infancia para llegar a la madurez adulta. Dicha transformación ubica a los estudiantes en un periodo turbulento fundamental en la construcción de su identidad. El docente debe comprender la situación biológica que cruzan sus alumnos para entender la lógica de su actuar. Solo así el profesor evitará tomarse de manera personal el rechazo a la autoridad –propia de esta edad–, y en contraste, aprovechar los asuntos que son de su interés para fomentar el aprendizaje de los contenidos que pretende enseñar.

Para ello, es indispensable hablar de las modificaciones del cuerpo y la mente que presentan. John Horrocks (1984) establece que “si dos aspectos del

crecimiento aparecen juntos en el tiempo, entonces son inseparables y no deberán considerarse independientes uno del otro” (p. 321). Rolf Muuss (1991) advierte que los cambios fisiológicos en la adolescencia se encuentran ligados a alteraciones emocionales negativas como depresión, ansiedad, tensión, así como hostilidad y resentimiento hacia las figuras de autoridad –padres y maestros– (pp. 30, 34).

Durante la adolescencia aparece la pubertad que se caracteriza por ser la etapa humana en la que los órganos reproductores alcanzan su madurez funcional (Horrocks, 1984, p. 323). En este ciclo de la vida inicia la estimulación de la hormona gonado-trópica que acelera el crecimiento de las gónadas que producen en las mujeres óvulos maduros en los ovarios y en los hombres esperma en los testículos, así como la aparición de hormonas sexuales estrógenas (femeninas) y andrógenas (masculinas) (p. 331).

El desarrollo de cada individuo está determinado por factores genéticos y ambientales (alimentación y enfermedades). En promedio, las niñas llegan a la pubertad –uno o dos años antes que los niños– entre los nueve y los 17 años, edad en la que presentan la primera menstruación. De forma gradual, el cuerpo infante se transforma con la aparición de las características sexuales secundarias constituidas por depósitos de grasa en las caderas, crecimiento de los senos, ensanchamiento de la pelvis y vello en el pubis y axilas.

La pubertad en los varones empieza entre los 11 y los 18 años. Además de la primera eyaculación, brotan las características sexuales secundarias con el desarrollo rápido de los genitales externos, el aumento de tamaño de laringe, el cambio de voz, así como el crecimiento de vello en pubis, axilas y rostro (pp. 329, 323, 327). De igual forma, la aparición del acné en ambos sexos avergüenza a los adolescentes que lo padecen por el rechazo que provoca entre sus conocidos.

Por último, el comportamiento es afectado por el reciente interés en el sexo opuesto y nuevas actividades sexuales que son propias del adolescente normal (pp. 333-334). Contrario a John Horrocks, Sigmund Freud (1905) señala que desde recién nacido los individuos poseen emociones sexuales. Explica que en cada etapa de la vida existe un órgano preponderante que es fuente de un

proceso excitante al cual denomina zona erógena (pp. 58, 47-48). El órgano preponderante está relacionado con el desarrollo de alguna función vital, por ejemplo en los bebés es la boca, indispensable para su alimentación, y en los niños pequeños es el dominio de la zona anal (pp. 64-65, 69). En la pubertad, el instinto sexual hasta entonces autoerótico encuentra un objeto sexual. La preponderancia de los genitales que en la adolescencia son la zona erógena subordina a los placeres pasados en busca de la reproducción (p. 94).

Por otro lado, Jean Piaget (1964) describe la transición cognitiva de la infancia a la adolescencia. El pensamiento concreto del niño, quien solo es consciente de su realidad así como de los objetos tangibles que son manipulables, se desarrolla en un pensamiento formal caracterizado por ser hipotético-deductivo. El adolescente ahora es capaz de obtener conclusiones de hipótesis que no están condicionadas a observarse en el mundo real. Esta nueva habilidad del pensamiento requiere un trabajo superior para elaborar teorías abstractas que están centradas en transformar su contexto. En el joven también surge el interés para resolver problemas ajenos a su vida como conflictos mundiales.

Además, el pensamiento formal abre el camino hacia una constante reflexión libre y espontánea. Al inicio, el adolescente cree que las teorías que genera tienen la capacidad de someter al mundo (pp. 83-86). Aníbal Ponce (1976) advierte que el adolescente se aleja de la realidad al sumergirse en los nuevos estados mentales que le inquietan. Su vida interior se intensifica en un ensueño que busca con urgencia comprenderse y explicarse a sí mismo. La vida interior del adolescente es secreta ante los demás. Su reacción será de hostilidad y repliegue cuando alguien intente entrometerse en su mundo interno. De igual forma, el joven se cubre con máscaras de disimulo, indiferencia o egoísmo para mantener la dignidad de su dolor íntimo. En contraste, se acerca a situaciones artísticas, no por su valor estético, sino para comprender aspectos de la afectividad humana (pp. 25-28).

La actividad principal del adolescente es integrar el conjunto de conceptos que lo describen a sí mismo. Los términos seleccionados influirán en la conducta del individuo y son fruto de sus emociones y razonamiento. Tanto la construcción

de la identidad como del yo, plantea John Horrocks (1984), son indispensables para el desarrollo afectivo cognoscitivo del ser humano. El yo es un constructo producto de la interacción del sujeto con él mismo, su ambiente físico y las relaciones con los demás. Mientras que la identidad es la hipótesis que crea un individuo de sí mismo y que al ser comprobada con la realidad brinda seguridad e indica madurez.

Durante la adolescencia, el joven se busca a sí mismo. Lo que antes aceptaba sin dudar, como lo referido por los progenitores, es ahora rechazado y formula nuevas hipótesis que quiere explicar (pp. 82-85). La concepción del yo y de la identidad mutarán cada vez que sea necesario hasta conjuntar de manera coherente la propia visión de sí mismo con la que poseen los otros del individuo y comprobarlo con la realidad (pp. 88-89). Sin embargo, es propio del adolescente resistirse a cambiar la hipótesis de su identidad cuando descubre que la realidad niega lo que él plantea. La ansiedad y la frustración se apoderan de él y percibe al mundo como injusto o equivocado hasta que es capaz de madurar y aceptar un cambio (p. 91).

La autoestima también es indispensable para una concepción positiva y saludable del yo. Dependiendo de la educación del sujeto, este seleccionará los momentos claves que lo definirán, así podría percibirse como una síntesis de éxitos o fracasos. Concretar la identidad es el conocimiento menos tangible, pero es indispensable para entender el mundo interno y externo (pp. 94-95). “La adolescencia marca las etapas finales y cruciales del desarrollo del concepto de sí mismo” (p. 96).

Jean Piaget (1964) asegura que la conquista de la personalidad sumada a una buena inserción en la sociedad adulta son claves para desarrollar un afectividad positiva en la adolescencia (p. 87). Una fase de nuevas necesidades como la independencia y la emancipación que deben ser otorgadas de manera gradual por la familia, principalmente, y la escuela. Los jóvenes empiezan a trabajar con nuevas responsabilidades, la toma de decisiones y la planeación de su futuro. No obstante, aunque el joven presente hábitos infantiles no es recomendable que los profesores traten como niños a sus alumnos porque genera

rechazo al no reconocerlos como lo que pretenden ser (Horrocks, 1984, p. 385). Asimismo, el éxito alcanzado en el ramo de la emancipación adolescente permanecerá latente durante la vida adulta (p. 387).

Aparte de la familia, las relaciones con sus pares en espacios como la escuela, principalmente, también son de gran valor para la formación de la identidad. Aníbal Ponce (1976) afirma que es el adolescente quien sufre más la angustia de la soledad porque es cuando más necesita el apoyo de sus compañeros (p. 41). John Horrocks (1984) señala que el ego del adolescente depende de la exclusión o aceptación de sus colegas y de su participación en las actividades de grupo, provocándole sentimientos de tragedia en caso de ser rechazado y obtendrá si es aprobado seguridad, felicidad así como sentido de pertenencia.

Existen diferentes tipos de grupos de adolescentes, quienes trabajan con jóvenes –como los docentes– deben ser capaces de identificar la naturaleza de los colectivos para poder adaptar sus técnicas y métodos de acuerdo a sus intereses. La vida social de los jóvenes se organiza en torno a pequeños grupos informales que son fuente de experiencia ante las nuevas situaciones. Los adolescentes con mejor aceptación son los que poseen un historial exitoso de socialización y un concepto sólido de sí mismo.

A los pequeños grupos donde interactúan únicamente miembros con características similares de clase social e intereses se les denomina camarillas. En ellas los integrantes encuentran el ambiente para relajarse y mostrarse como realmente son. Incluso, pueden someter sus propios deseos en favor de los objetivos colectivos. Las camarillas son de gran influencia en los adolescentes y funcionan como un instrumento de amistad indispensable para adaptarse en el nivel medio superior. Gracias a ellas los jóvenes resuelven problemas prácticos, adquieren experiencias, comprenden nuevas situaciones e ideas y obtienen estatus (pp. 418-422).

Para quienes trabajan con adolescentes, explica John Horrocks (1984), como los profesores es fundamental identificar a los líderes potenciales o reales de los grupos para promover el aprendizaje a través de ellos, desarrollando así su

capacidad de liderazgo en beneficio de la sociedad. El líder representa a su colectivo, en él cae la naturaleza, dirección y consecuencias sus actos. Un dirigente exitoso genera un ambiente de bienestar entre los subordinados cuando es coherente con las reglas establecidas internamente, ejerce control sin someter a sus miembros así como reconoce la necesidades individuales y del equipo, buscando satisfacerlas sin recurrir a la violencia (pp. 426-427).

El adolescente, indica Jean Piaget (1964), en su concepto de sí mismo se percibe como un par igual a los adultos y posee el fuerte deseo de superarlos al transformar el mundo. Aunque el joven se integra a la vida adulta sus proyectos de vida, teorías, reformas sociales o políticas mentales son parte de su pensamiento hipotético-deductivo que a veces escapa de la realidad. Incluso, se concibe como un salvador de la humanidad y planea su futuro en función de sus ideales (pp. 89-91).

Las conductas agresivas, propias del adolescente, responden a la necesidad de la autoafirmación y al miedo de ser incapaz de cumplir sus metas (Ponce, 1976, pp. 51-52). También el silencio puede ser una forma de protesta que esconde una fuga simbólica del hogar o la situación, aquellos que huyen de casa presentan una forma de rebeldía extrema que atenta contra el contexto familiar (pp. 59-60). Con el paso del tiempo, señala Jean Piaget (1964), el pensamiento formal se equilibra con la realidad y comprende que su función es interpretar las experiencias (p. 87).

Por lo tanto, el desarrollo mental del ser humano busca siempre el equilibrio entre la inteligencia y la afectividad. Después de superar las crisis de aceptación de la adolescencia es posible alcanzar el equilibrio que permite la entrada a la edad adulta (pp. 93-94).

3.1.2 La concepción y consumo de la ciencia en el estudiante

Asimismo, es importante que el educador conozca la relación que tienen los alumnos con el objeto de estudio. Como en este trabajo son los textos científicos, el profesor debe saber su concepción de ciencia así como los diferentes espacios

con los que interactúa en su vida porque estos influyen en la construcción de su conocimiento sobre ciencia.

Los doctores Ernesto Márquez Nerey y Felipe Tirado Segura (2009) de la Facultad de Psicología y la Facultad Estudios Superiores Iztacala, respectivamente, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) elaboraron un estudio no representativo pero sí indicativo para conocer la percepción social de la ciencia en los adolescentes. La investigación encuestó a 1808 estudiantes entre 14 a 18 años inscritos del tercer año de secundaria hasta el último grado de nivel medio superior (p. 16). En el cuestionario participaron jóvenes adscritos a instituciones públicas (62.8%) y privadas (37.2%).

En términos generales los resultados indicaron que los adolescentes relacionan la ciencia con grandes descubrimientos, desarrollo de la humanidad, mejoras en la calidad de vida o el trabajo, la innovación constante, el progreso, la productividad y la competitividad (p. 25). Alrededor del 65.3% señaló que la ciencia es de utilidad para conocer temas como el cuerpo, el cuidado de la salud y la comprensión del mundo; de igual forma, sirve para formar opiniones e influir en la conducta como consumidores (p. 28). Además, establecieron que los espacios donde aprenden ciencias son la escuela (97.7%), los museos interactivos de ciencia y tecnología (96.2%), los libros (92.8%), el internet (87.3%), las revistas o periódicos (85.6%) y la televisión (83.4%) (p. 27).

En el campo de la divulgación de la ciencia, el 58.1% afirmó que al menos en el último mes había buscado información científica de este tipo por voluntad propia en programas de televisión de ciencia y tecnología, la radio, el internet o en medios impresos (periódicos, revistas de divulgación o libros del mismo carácter). Al preguntarles en dónde habían percibido noticias de ciencia en la última semana, la televisión fue la respuesta más destacada. Por otro lado, el 58.5% negó haber leído un libro de divulgación científica y el 44.6% alguna revista. Hablando de las publicaciones periódicas, el 74% de los estudiantes desconoce *Conversus* (editada por el Instituto Politécnico Nacional); el 51%, *¿Cómo ves?* (UNAM), y el 50.8%, *Ciencia y Desarrollo* (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Conacyt) (p. 28).

Una situación que resulta preocupante puesto que las primeras dos forman parte del Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica certificadas por el Conacyt. Estas tres revistas junto con *Ciencia* (Academia Mexicana de Ciencias) y *Ciencias* (UNAM) son las fuentes más populares en cuanto a divulgación de la ciencia.

El estudio de Ernesto Márquez y Felipe Tirado (2009) también incluyó una prueba para identificar a personas célebres. El 92% de los jóvenes reconoció al futbolista Rafael Márquez; el 54%, a la periodista Lidia Cacho; el 36%, al químico Mario Molina; el 34%, al periodista Jaime Maussan; 13.8%, a la astrónoma Julieta Fierro; y el 13.3%, al artista Francisco Toledo. Alrededor de la tercera parte de los alumnos identificó a Jaime Maussan como un científico, mientras que a Julieta Fierro la caracterizaron como artista (pp. 25-26). La prueba es trascendente porque reveló la confusión existente en los estudiantes para poder distinguir entre un científico y un comunicador de pseudociencia.

De igual forma, para la elaboración de este proyecto, se elaboró un sondeo para explorar los lugares en los que los adolescentes perciben información científica de manera cotidiana. De los 86 espacios diferentes de ciencia referidos, el 45.3% sí son de ciencia; mientras que el 22%, no lo son y algunos de ellos hablan de pseudociencia. Además, 19.7%, posee un carácter ambiguo porque en sus contenidos sí hay ciencia, pero también presentan temáticas sin sustento científico o pseudocientíficas. El 9.3%, fueron espacios desconocidos, es decir, no se encontraron porque no están registrados en algún padrón; o bien, ya no existen, su difusión es mínima, cambiaron de nombre o es inespecífica e incluso algunos de ellos pudieron ser inventados. El último 3.4% carecen de una sección exclusiva para ciencia o manejan la información científica de manera indiferente (observe Anexo 7).

La elaboración de este sondeo forma parte de la aplicación de la estrategia didáctica que propone este trabajo de grado para la activación de conocimientos previos, la cual es desarrollada en el próximo capítulo. En esta pequeña exploración participaron 42 alumnos inscritos en el grupo 153 del primer semestre vespertino de la asignatura de Taller de Lectura, Redacción e Iniciación a la

Investigación Documental (TLRIID) I en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) del a UNAM, plantel Naucalpan.

Al igual que en el estudio de Ernesto Márquez y Felipe Tirado, la televisión, a nivel general, es el medio con el mayor número de referencias (28.4%), seguida por las revistas (20.8%), recintos culturales y educativos (14.7%), internet (11.5%), cine y libros (con 8.2% cada uno), periódicos (4.6%) y finalizando con radio (3.23%) como el canal menos señalado (observe Anexo 7).

A continuación solo desarrollaremos los espacios citados en revistas, internet, libros y periódicos porque están relacionados con la lectura de comprensión de textos de divulgación científica, objeto de estudio de este proyecto. El desglose de los lugares o programas restantes de medios de comunicación se encuentran en el Anexo 14 para su consulta.

La categoría impresa con mayor número de referencias (20.8%) fueron las revistas (observe Anexo 8). Es de importancia destacar que *¿Cómo ves?* solo fue registrada una vez y fue la única publicación periódica citada en el sondeo que se encuentra dentro del Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica, de las 16 certificadas por Conacyt. *National Geographic* también es una revista que maneja entrevistas con investigadores internacionales y artículos de divulgación científica de excelente calidad. Sin embargo, la aparición de dichos contenidos no tienen una periodicidad estable.

Con respecto a *Muy Interesante* y *Quo*, Pere Estupinyá (2014), escritor y divulgador de la ciencia, afirma que la calidad de ambas publicaciones mejoraron en los últimos cinco años y son menos sensacionalistas. Sin embargo, continúan siendo espacios ambiguos porque en algunas ediciones –especiales incluso– abordan temas sin sustento científico como los extraterrestres y profecías, entre otros temas pseudocientíficos. *Universo Bing Bang*, era una revista quincenal, dejó de publicarse en 2012, y tenía un formato similar a *Muy Interesante*, pero dirigida a niños. Finalmente, *Descubriendo la ciencia* y *Discovery* no aparecen en la Padrón Nacional de Medios Impresos.

Continuando, con los sitios de internet de ciencia, referidos en el sondeo, hallamos ciencia.unam.mx, la página de la UNAM y “Preguntas Inteligentes”. El

primero es el portal de la Dirección General de Divulgación de la UNAM que es una referencia seria para consultar la información científica generada por las escuelas, facultades, centros e institutos de la Universidad de una manera accesible. El portal de la UNAM contiene las noticias más importantes que publica *Gaceta UNAM* como entrevistas a investigadores y los recientes avances científicos. Por último, “Preguntas Inteligentes”, es la sección de la página electrónica de la revista *Quo*, en ella responden diferentes preguntas a través de especialistas en el área o publicaciones científicas (observe Anexo 8).

Discovery.com, página de la cadena televisiva *Discovery Channel*, presenta noticias de ciencia a través de las secciones de Ciencia, Tecnología y Naturaleza. No obstante, es un espacio ambiguo porque algunas de ellas carecen del método científico. Por otro lado, el buscador *Yahoo!* está enfocado al servicio de consumidores y negocios. Tiene un espacio con las secciones de “Tecnología” así como “Salud” y “Ciencia”, pero su información carece de profundidad. Asimismo, el mejor lugar en la red para subir y compartir videos es *You Tube*, el cual también maneja secciones de “Noticias Científicas”, “Tecnológicas” y de “Salud”. Estos contenidos pueden ser profundos y de calidad o muy breves y sin fuentes sustentadas.

Tanto *Wikipedia*, *El Rincón del Vago* como *Buenas Tareas* son espacios ambiguos porque dependen de la información que sus usuarios publican, comparten y editan, algunos de ellos carecen del conocimiento necesario para informar adecuadamente. *Wikipedia* es uno de los 10 sitios más populares del mundo y consiste en una enciclopedia libre con 37 millones de artículos en 287 idiomas. Los últimos dos están enfocados en presentar trabajos escolares para ayudar a realizar los deberes educativos.

Yahoo! Respuestas no es un portal de ciencia porque aunque las preguntas se clasifican por categorías –entre las que destacan “Ciencias y Matemáticas”, “Medio Ambiente” así como “Salud y Belleza”– los usuarios del portal pueden responder las preguntas sin el requisito de poseer conocimientos o experiencias necesarias para resolver las dudas. Por lo tanto, las contestaciones pueden brindar contenidos equivocados o confusos. El último portal referido

uno.tv.com/noticias maneja la información científica de coyuntura pero carece de una sección exclusiva de ciencia. Además, alrededor del 23% de los participantes en el sondeo no refirió ningún sitio de internet de ciencia.

Mientras que en los libros, las obras más referidas de ciencia fueron los textos escolares o didácticos de ciencia en donde se especificaron los textos *Química I, II, III; Ciencias I, II, III, Biología I, ABC de la Química y Ciencias naturales*, así como la enciclopedia (observe Anexo 9). Este tipo de textos son elaborados por especialistas con la finalidad comunicativa de enseñar y explicar. La referencia de *El Cuerpo Humano* puede ser desde una enciclopedia hasta un libro de divulgación de la ciencia. Otros libros de ciencia son *El origen de la especies* de Charles Darwin, una obra maestra que abrió el camino de la biología moderna; *Viaje al centro de la Tierra* de Julio Verne, y *La Fundación* de Isaac Asimov, ambas obras de ciencia ficción escritas por autores prolíficos en el género.

La historia de la microbiología también fue referida por los alumnos a través del texto de divulgación científica *Los cazadores de microbios* de Paul Kruif. De igual forma, *El médico del emperador* es una novela histórica centrada en el griego Galeno de Pérgamo, doctor del emperador romano Marco Aurelio. Los textos que no pertenecen al discurso científico son *Spiderman*, cómic de Marvel, y *Un mundo feliz* de Aldous Huxley. Aunque ambas historias tienen un contexto tecnológico la trama principal de sus historias es ajena a la ciencia. Alrededor del 45% de los jóvenes participantes no refirió ninguna obra bibliográfica de ciencia.

Siguiendo con la categoría de diarios, cerca del 69% de los estudiantes no refirió ningún periódico con un espacio de ciencia (observe Anexo 9). *Gaceta UNAM* es una publicación que cumple con uno de los objetivos básicos de la Máxima Casa de Estudios que es la divulgación de la cultura. En las secciones de Academia y Comunidad generalmente encontramos información de los investigadores y los avances científicos de la Universidad, por lo tanto, es un buen referente de contenidos de ciencia. En *El Universal*, las noticias científicas se ubican en la sección de “Cultura”; algunas de ellas son superficiales y carecen de sustento científico. En ocasiones también manejan un apartado denominado

“Conciencia” de mayor profundidad y calidad, pero este no tiene una periodicidad fija.

La sección de “Ciencia” de *Milenio* referida no existe, generalmente los contenidos de ciencia se encuentran en la sección de Cultura y también carecen de profundidad. Sin embargo, este medio posee tres columnas semanales de divulgación de la ciencia, referidas en el capítulo anterior.

La Jornada es un diario que no fue referido pero es importante destacar porque tiene una sección de “Ciencias” separada de la de cultura. No obstante, algunas de sus noticias pueden enfocarse más al sensacionalismo, reduciendo así el espacio del sustento científico. Todos los martes, la sección maneja más contenidos e incluso publica un artículo de opinión de ciencia escrito por Javier Flores. Además, el último jueves de cada mes, el diario regala un suplemento mensual y semanal de la publicación *Investigación y Desarrollo*, elaborada por la Agencia ID una empresa mexicana de prensa que provee información de coyuntura de ciencia, tecnología, innovación, salud y medio ambiente.

La Crónica De Hoy es otro periódico que trabaja contenidos de ciencia que son de calidad en su sección de “Academia”. La información que maneja no se limita a la coyuntura ya que también presenta temas originales escritos por reporteros que conocen la fuente de ciencia. De igual forma, es de los pocos medios en donde los temas de ciencia aparecen en primera plana como noticias secundarias importantes o trascienden hasta el espacio principal de ocho columnas como la inauguración del observatorio de rayos gamma HAWC en Puebla (Torres Cruz, 2015).

Medicina, Ciencia, Informativa y Virus fueron medios o secciones referidas de carácter desconocido ya que no están dentro de la circulación de los diarios a nivel nacional.

En síntesis, aunque la televisión es el medio con más referencias (79), los libros son el medio donde encontramos el mayor número de aciertos de espacios de ciencia (12), seguido por la televisión (9) y los recintos culturales educativos (8). Esto indica que la experiencia en el aula con materias de ciencias naturales o sociales hace que los alumnos distinguan consciente o empíricamente lo que es y

lo que no es científico en los libros y museos. En contraste, el cine fue el formato con menos aciertos (9), seguido por la televisión (4). Gracias a las referencias erróneas identificamos que el principal problema que tienen los jóvenes para diferenciar si la información es científica o no es que ellos consideran que los contenidos son científicos solo por el contexto (ambiental o léxico) y no verifican si responde a los métodos que utiliza la ciencia.

Por último, *El mundo de Beakman*, *La teoría del Big Bang*, *Muy Interesante*, Wikipedia y Universum fueron los espacios favoritos con referencia científica de los adolescentes. Todos ellos poseen buenos contenidos de ciencia, sin embargo, *Muy interesante* y Wikipedia también manejan información errónea, pseudocientífica o sensacionalista. Los alumnos buscan y gustan de estos contenidos porque de acuerdo con ellos son entretenidos, tienen buenas explicaciones, están interesantes y fáciles de encontrar (observe Anexo 10). Es importante destacar dichas características porque son las que debemos buscar en los materiales didácticos que el docente va utilizar durante la instrumentación para atraer la atención del adolescente. Asimismo, es indispensable evitar que los contenidos sean aburridos, tediosos, insignificantes, comunes, con información incompleta o sin certificar (observe Anexo 10). Fue así como ellos calificaron a los lugares desagradables de ciencia entre los que destacaron Wikipedia, Museo de Antropología, *Quo*, el recinto de Historia Natural y *Discovery Channel*.

Para saber si estaban interesados en la ciencia o si consideraban a esta disciplina como una actividad valiosa, el sondeo también les preguntó si servían para algo los contenidos de ciencia y por qué. El 100% de los alumnos respondió que sí son de utilidad. Entre las razones para buscar contenidos de ciencia, alrededor del 87% señaló que lo hace para informarse de cosas importantes (38.2%), aprender (27.6%) y conocer sobre los temas científicos (21.2%) (observe Anexo 11). Las motivaciones ambiguas expresadas (12.7%) fueron que en algún momento de la vida servirán, solo si te gusta o estás interesado en la ciencia, para investigar, saber más sobre todo aquello y para no ser ignorantes.

Siguiendo con las personas que ejercen o comunican la ciencia, el sondeo reveló que a excepción de los científicos, los estudiantes desconocen a reporteros

y divulgadores. En la sección de periodistas solo escribieron una referencia, la cual fue errónea. Roberto Rojo no es comunicador de profesión es un biólogo entomólogo que conduce la serie documental *En busca de bichos*, por lo tanto es un divulgador. Entre los divulgadores señalados mencionaron al actor Paul Zaloom, quien interpreta a Beakman; al biólogo Enrique Gánem, mejor conocido como “El Explicador”, y al doctor en ciencias Antonio Lascurain Orive, profesor de matemáticas en la Facultad de Ciencias de la UNAM y autor del libro *Una introducción a la geometría hiperbólica bidimensional*.

Con respecto a los científicos identificados, los más referidos fueron los físicos Albert Einstein (30%) e Isaac Newton (17.5%) autores de la teoría general de la relatividad y de la ley de la gravitación universal, respectivamente; así como el padre de la evolución y pilar de la biología moderna, Charles Robert Darwin (10%), y Steve Jobs (10%) quien no es científico, sino un empresario informático enfocado en la innovación tecnológica (observe Anexo 11). Caso similar es el de William Henry Gates, mejor conocido como Bill Gates, otro magnate informático que no es investigador.

Asimismo, se mencionaron a los físicos Max Karl Planck, autor de la teoría cuántica; Anders Celsius, planteó la escala centesimal para medir temperaturas, y Blaise Pascal, teoría de la probabilidad e investigaciones de fluidos, presión y vacío. En el área matemática refirieron a John von Neumann, quien realizó contribuciones fundamentales en la física cuántica entre otros, y John Dalton, fundador de la teoría atómica e incursionó en la química con grandes aportaciones. En el campo de la biología encontramos al Padre de la Microbiología, Louis Pasteur, y a Aristóteles quien realizó taxonomía en biología, botánica y zoología.

La mayoría de los científicos referidos son figuras indispensables para entender sus disciplinas. Es probable que los alumnos los conozcan a través de sus asignaturas de física, química, matemáticas y biología. Antonio Eusebio Lazcano Araujo Reyes fue el único científico vivo señalado, así como el único investigador mexicano, nadie citó al Premio Nobel de Química Mario Molina. Enfocado en la biología evolutiva, Antonio Lazcano es el científico más productivo

del país con más de 160 artículos en revistas arbitradas entre las que destacan *Science* y *Nature*. Además, siempre se ha interesado en la divulgación de la ciencia y desde el pasado 6 de octubre de 2014 es miembro de El Colegio Nacional. Por último, cabe destacar que no se mencionó a ninguna mujer dedicada a la ciencia.

El sondeo también se interesó por conocer las temáticas científicas que son del interés de los jóvenes para que sean consideradas por el docente cuando elabora su instrumentación didáctica, así como las que son aburridas para evitarlas durante la planeación. Física y biología fueron las disciplinas con mayor auge en cuanto a interés (observe Anexo 12). Incluso si analizamos el sondeo de manera global encontramos que la constante en gustos y referencias de investigadores están relacionados en su mayoría a estos campos del conocimiento.

Torno a la física, sobresalió su especialidad en astronomía, la cual fue referida como universo, agujeros de gusano, galaxias distantes y estrellas. En el área de la biología les interesa anatomía, medicina, evolución y botánica, pero les desagrada o rechazan fisiología o fotosíntesis. El campo de la química, en general, es el de menor atracción para los jóvenes. Finalmente, el 16.6% refirió que todos los temas de ciencia son interesantes, en contraste al 7.14% que calificó al 100% de los contenidos de ciencia como aburridos.

Para saber si los jóvenes se interesan en temas de ciencia de manera natural, en el sondeo se les preguntó qué temas y asuntos buscaban de manera cotidiana en internet. La selección de este medio se debe a que es el más utilizado por los adolescentes para informarse, comunicarse y entretenerse. Entre las actividades relacionadas con la ciencia encontramos otra vez la constante de física y su especialidad en astronomía, así como biología desglosada en medicina, anatomía y evolución (observe Anexo 13). De igual forma, señalaron que usan el internet para buscar cuestiones relacionadas a su tarea. Los videos, las redes sociales, los juegos, deportes (futbol), arte, noticias y computación son otras actividades que realizan los alumnos en internet, estas referencias pueden ser

aprovechadas por el profesor como herramientas (videos) o temáticas atractivas para presentar textos divulgación de la ciencia en la instrumentación didáctica.

3.2 El profesor y su papel en la relación educativa

Durante el vínculo educativo, el adolescente enfrenta su desarrollo psicológico-corporal y cruza diferentes procesos culturales buscando construir su propia identidad; mientras tanto, el docente tiene la misión de propiciar el aprendizaje de un conocimiento social en sus alumnos. Por lo tanto, el principal interés del profesor y el estudiante al encontrarse en la relación educativa es diferente, sin embargo Hernán Lahore (2009) asegura que la cultura e identidad los coloca a ambos sujetos en una estrecha correlación (Lahore, Pastore, & Rudyard, pp. 88-89).

Además de la relación educativa entre educador y alumnos, ambos comparten un espacio simbólico estructurado por la propuesta educativa y el contexto cultural que los rodean, estos permean la relación afectando de manera distinta a las dos partes (p. 105). Por ejemplo, el profesor puede encontrar diversas resistencias por parte de los estudiantes cuando interfiere en las interacciones sociales o acciones que ellos establecen como aceptadas para el reconocimiento así como los espacios, lugares y oportunidades indicadas para cada integrante (p. 98).

Cuando las interacciones sociales de los alumnos son desconocidas para los docentes, la planeación proyectada en el aula –elaborada por el profesor– puede generar resultados inesperados para el educador. Las situaciones imprevistas e incontrolables o eventos inusuales fuera del alcance de los alumnos también modifican la estructura del práctica docente inicial. No obstante, Hernán Lahore (2009) exhorta a los maestros a integrar la serendipia (lo inesperado) en su labor educativa al retomar las cosas que están fuera de su alcance y previsión, integrándolos como nuevos elementos en la estrategia para dar lugar a la acción educativa (Lahore, Pastore, & Rudyard, 2009, p. 103).

Hernán Lahore afirma que cuando un maestro capitaliza un descubrimiento cultural recorre nuevos caminos educativos porque es capaz de aprovechar las oportunidades inesperadas y redirigirlas para provocar interés y búsqueda en los alumnos (pp. 112-113). Con cada generación de adolescentes se presentan nuevas preguntas y demandas que le abren al educador otras líneas de investigación para generar estrategias de aprendizaje para él y los jóvenes. Es imposible prever la totalidad de lo que acontecerá en el aula, por lo tanto, el profesor debe ser creativo ante la oportunidad de lo inesperado solo así podrá obtener nuevos descubrimientos culturales (pp. 116-117).

Para lograr esta creatividad, José García Molina (2003) recomienda al docente actualizarse a través de la búsqueda de contenidos culturales valiosos y actuales que puedan funcionar como vehículos para que el alumno pueda adquirir mejor el conocimiento. “El educador entretenido con, y apasionado por, la cultura es capaz de generar interés por esa misma cultura” (p. 127), fomentado así el aprendizaje. A esta capacidad de aprender es a la que Paulo Freire (1973) se refería cuando exhortaba a la problematización del objeto de estudio por parte del docente. Posteriormente, aseguró que entre más y mejor –el educador– ejercite su capacidad de aprender y enseñar se convertirá más en un sujeto del proceso educativo y no en un objeto del mismo (Freire, 1996, p. 58).

Una buena problematización del objeto de estudio así como la creatividad requieren del maestro una actitud humilde durante los métodos de aprendizaje. Fernando Savater (1997) destaca que la humildad que debe poseer el profesor consiste en renunciar a demostrar su vasto saber y, en cambio, centrarse en desarrollar el conocimiento de sus alumnos. Asegura que “la principal causa de la ineficiencia del docente es la pedantería pedagógica” (p. 53). Describe al educador pedante como el que confunde o deslumbra, es decir, habla con los alumnos como si dialogara con sus pares disciplinares –exaltando su conocimiento, olvidando la enseñanza– y se encierra en formalidades académicas. Ser grosero, impaciente o reprobar los primeros ejercicios de los aprendices, provoca la disminución del entusiasmo y la comprensión de los jóvenes por su asignatura (pp. 53-54), es

decir, son actitudes que generan rechazo de los estudiantes, bloqueando su aprendizaje.

Cuando el profesor inicia su estrategia didáctica –o incluso durante el desarrollo de la misma– y descubre que los conocimientos previos en torno al objeto de estudio son erróneos socialmente, el docente debe propiciar una reestructuración de los esquemas mentales de sus estudiantes sin humillarlos, menospreciarlos o degradarlos a ellos, a su saber o su contexto social. Su labor debe estar enfocada en la generación del aprendizaje y no en actuar como juez único y dictaminador de lo correcto y equivocado. Por ejemplo, como en el sondeo desglosado anteriormente, si algún joven refiriera como científico algún programa de televisión que no lo es, sería éticamente reprobable que el maestro se burlase de esta concepción. Por el contrario, el educador debe explicarle porque dicho espacio no lo es e invitarlo a acercarse a otro tipo de contenidos que sí lo sean, permitiéndole al joven comparar ambas opciones y reestructurar sus esquemas mentales.

Conforme más se aprende de la práctica docente, indica Paulo Freire (1996), mayor respeto se debe guardar ante el saber ingenuo. Es el respeto a la dignidad del alumno el que prohíbe al docente subestimar o burlarse de los conocimientos que este posee. Los docentes deben evitar cualquier tipo de discriminación por ser inmoral y tienen que tomar en cuenta las condiciones en que arriban los jóvenes porque solo así se respeta la identidad que se construye en el estudiante. El respeto ante la dignidad de todos los integrantes en el aula es un imperativo ético.

Otros actitudes que transgreden la ética, limitando el aprendizaje al generar desprecio en los alumnos de acuerdo con Paulo Freire son menospreciar la curiosidad, gusto estético, lenguaje, sintaxis y prosodia del estudiante; minimizarlos o ser irónico con ellos, o bien, ponerlos en su lugar ante cualquier indicio de rebeldía; brindarles una libertad sin límites o evitar enseñar. El pedagogo brasileño recomienda acudir al buen juicio para ejercer la autoridad, tomar decisiones, orientar actividades y determinar tareas que obtengan producción individual y colectiva en aula (pp. 58-63).

Asimismo, es el buen juicio el que mantiene el equilibrio entre la autoridad y la libertad para no caer en el autoritarismo y el libertinaje:

El autoritarismo es la ruptura en favor de la autoridad contra la libertad y el libertinaje, la ruptura en favor de la libertad contra la autoridad. (...) Es indispensable que ambas, autoridad y libertad, se vayan convirtiendo cada vez más al ideal del respeto común única manera de legitimarse (pp. 86-87).

En el área de planeación didáctica o instrumentación el buen juicio también posibilita la transformación de la propuesta inicial hacia otra que contenga los intereses de los alumnos a través de diversos métodos de aprendizaje (Lahore, Pastore, & Rudyard, 2009, p. 115). El buen juicio brinda un ambiente para el diálogo cordial entre profesor y alumnos, ideal para trabajar en clase y propiciar el aprendizaje. Por ello, es indispensable que el maestro inicie su estrategia didáctica con una indagación o sondeo que le informe de los gustos, conocimientos previos, concepciones contextuales o desagradables generales y en torno al objeto de estudio. Posteriormente, –aunque la elaboración de este trabajo está enfocada en la comprensión lectora de los textos de divulgación científica– el discurso que utiliza el profesor en el aula es primordial para dirigir correctamente las habilidades que componen la capacidad cognitiva de la comprensión.

Para generar un diálogo abierto, inclusivo y participante, Pablo Latapí (2008) sugiere hacer preguntas reflexivas y abiertas que generen actividad mental al ser respondidas con frases elaboradas que den muestra de los aportes de varios estudiantes. En vez de poner a los jóvenes a competir directamente, señala, es más enriquecedor pedirles ejemplos concretos que demuestren lo que afirman, o bien, trabajar en equipo para generar aprendizaje cooperativo (p. 1301). Frida Díaz (2005) también recomienda cuestionamientos que se enfoquen en la concientización de importantes partes del contenido o de las acciones relacionadas a ellos para conocer el progreso de los aprendizajes. En caso de no recibir las respuestas adecuadas, el educador puede optar por brindar pistas que los orienten hacia la información correcta sin decirla, así los alumnos participan en la construcción del conocimiento e identifican los aspectos importantes.

De igual forma, es indispensable que el profesor reafirme y repita cuando las respuestas son correctas porque esto ayuda a la retroalimentación al indicar

las aportaciones significativas. Cuando la información presentada por los alumnos está revuelta o dispersa existe la necesidad reformularla a través de integrar los elementos abordados en una estructura lógica, clara y pertinente para la disciplina. Al momento en que los comentarios son imprecisos el profesor puede profundizar en ellos, ampliarlos o extenderlos en la dirección pertinente. Si la información expresada está mal, deberá ser rechazada con respeto y acompañada de una explicación que demuestre el error. Estas señalizaciones en el discurso permiten que los jóvenes interpreten los tópicos primordiales para el aprendizaje.

Además, si en el discurso el maestro se incluye en el grupo y hace referencia de “nosotros” –al momento de hablar sobre las experiencias y conocimientos que se trabajaron en clase–, los alumnos percibirán de manera colectiva el trabajo, la continuidad y la construcción del aprendizaje. Incluso, puede ser el momento ideal para señalar el siguiente contenido (Díaz-Barriga Arceo & Hernández Rojas, pp. 154-155, 157, 161).

Asimismo, estimular la motivación y participación activa del estudiante durante el proceso de aprendizaje son primordiales para que alumno controle eficazmente el ritmo, secuencia y profundidad de sus conductas así como el desarrollo de su estudio (p. 48).

Para motivar es indispensable primero que el maestro tenga la firme convicción de que su asignatura y contenido son imprescindibles en el conocimiento de los jóvenes. Después debe engendrar el deseo de conocerla y aprenderla sin agobiar o impresionar falsamente al educando. El objetivo es fomentar una pasión intelectual ligada a la materia o contenido en cuestión (Savater, 1997, pp. 54-55, 59). Paulo Freire (1996) señala que el buen profesor atrae al estudiante con sus palabras y lo lleva hasta la intimidad del movimiento de su pensamiento (p. 83). Hernán Lahore (2009) plantea que los adolescentes están más atentos cuando piensan los contenidos en función de si son buenos o malos para situaciones o problemas con los que se sienten implicados o interpelados (Lahore, Pastore, & Rudyard, 2009, p. 118).

Por último, Liliana Sanjurjo (2002) exhorta a los profesores a utilizar la conciencia para reflexionar crítica y, en la medida de lo posible, objetivamente la

práctica docente cotidiana. El maestro que mantiene una revisión constante encaminada en la exploración, indagación, cuestionamiento, ejercicio de capacidades intelectuales y de procesos metacognitivos permanentes sobre la propia labor es capaz de mejorar su aprendizaje y habilidades, disminuyendo sus debilidades (pp. 29-31). Margarita Pansza (1986a) asevera que la comprensión de la propia práctica docente permite visualizar los límites de la profesión para evitar la frustración de obtener la omnipotencia.

La reflexión y la acción del profesor son los dos polos del proceso de revisión y análisis de la práctica docente que optimiza los enfoques teóricos sobre la propia docencia, generando así nuevos procedimientos. De esta manera el profesor adquiere aprendizajes en lo social (gracias a los alumnos) y en lo individual que puede compartir y retroalimentar con los jóvenes (Pansza G., Pérez J., & Morán O., pp. 35, 84-85). La reflexión de la práctica docente optimiza el trabajo del profesor, mejorando sus técnicas para fomentar el aprendizaje de sus alumnos.

Finalmente, Hernán Lahore (2009) afirma que cuando el educador logra interesar a los estudiantes en los contenidos curriculares posibilita, además de la adquisición del conocimiento social, la construcción de estrategias propias de aprendizaje que corresponden a su individualidad y que enriquecerán su vida a futuro. Por ende, trabajar con adolescentes implica por su naturaleza una apuesta al porvenir (Lahore, Pastore, & Rudyard, pp. 114, 119).

3.3 La instrumentación de la didáctica para propiciar aprendizaje

Por lo general, el docente en su afán de propiciar aprendizajes diseña una instrumentación didáctica que forma parte de un proceso en donde la enseñanza también está implicada. Liliana Sanjurjo (2002) concibe a la enseñanza como una práctica socialmente construida cargada de valores e intenciones que solo puede analizarse desde los significados, condicionantes e intereses que la determinan (p. 23). Por su parte, Frida Díaz (2005) concibe a la enseñanza como un proceso de apoyo, o andamiaje, que se ajusta y desarrolla en función del progreso de la

actividad constructiva de los alumnos en torno a la adquisición de aprendizajes significativos.

Desde una perspectiva vigotskiana, Eloísa Díez (2006) define la enseñanza como una instrucción dirigida e intencionada al desarrollo o avance de las funciones en proceso de maduración. La escuela es una zona de desarrollo próximo en que se comparten dialécticamente conocimientos e ideas, donde la ayuda para dominar el material es mutua. La división del trabajo, intercambio de papeles y la reflexión sobre las actividades de grupo son parte de las instituciones educativas. Lo anterior expande al máximo la zona potencial (inteligencia potencial) al concientizar a los estudiantes sobre su propio proceso mental (p. 116).

Las estrategias de enseñanza, describe Frida Díaz (2005), son procedimientos como medios o recursos que el docente utiliza para prestar ayuda pedagógica en forma reflexiva con la intención de lograr aprendizajes significativos (Díaz-Barriga Arceo & Hernández Rojas, pp. 140-141). Es indispensable que los contenidos o materiales de enseñanza posean un significado lógico potencial para el alumno, de lo contrario el aprendizaje estimulado será rutinario y sin sentido. Para ello, el docente debe comprender los procesos motivacionales racionales y afectivos que rodean el aprendizaje de los estudiantes porque a través de ellos puede ejecutar estrategias y principios que sean efectivos en el aula. Ignorar sus motivaciones obstaculiza el entendimiento de los estudiantes sobre los significados que construyen conforme a los contenidos escolares (pp. 42-43).

Los conocimientos conceptuales, ejemplifica, necesitan del aprendizaje de términos, principios y explicaciones que pueden adquirirse cuando se abstrae su significado esencial al identificar las características y reglas principales. El objetivo es crear condiciones que fomenten una memorización significativa y no repetitiva o mecanicista, por el contrario, que las actividades permitan la vinculación factual entre sí y con otro tipo de contenidos. El docente debe tomar en cuenta que los objetivos e intenciones que él busca promover, usualmente no tienen relación con la percepción que poseen los alumnos de las actividades y contenidos de aprendizaje (pp. 53-54).

Por lo tanto, los métodos empleados por la pedagogía determinan la organización y el desarrollo de las situaciones educativas. En su mayoría, los procesos educativos establecen como objetivos los conocimientos en su modalidad teórica o práctica. Así, gracias a la instrumentación o planeación didáctica, el docente diseña las actividades a realizar para fomentar el aprendizaje del objeto de estudio, es decir, de los textos de divulgación científica.

La planeación didáctica (instrumentación) es definida por Vicente Remedi (1979) como “la organización de los factores que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a fin de facilitar en un tiempo determinado el desarrollo de las estructuras cognoscitivas, la adquisición de habilidades y los cambios de actitud en el alumno” (p. 122). Durante la elaboración de la planeación didáctica el profesor organiza los elementos que desarrollarán el proceso de aprendizaje tomando en cuenta las características genéricas del grupo.

Sin embargo, la instrumentación –aunque es previa al proceso de enseñanza aprendizaje– es dinámica y requiere un constante replanteamiento por parte del docente, quien hace continuas modificaciones dependiendo del proceso de evaluación. Los cambios aparecen en la aplicación real de la programación porque ahí se comprueba –ante los sujetos que aprenden– el valor de la propuesta teórica, tanto en sus partes como en su totalidad. Además, las acciones concretas y las interacciones desarrolladas en el aula también generan transformaciones en la estrategia didáctica (p. 123).

La concepción del aprendizaje que posea el docente, refiere Porfirio Morán (1986a), determinará el manejo de los componentes (objetivos, actividades de aprendizaje, evaluación, entre otras) que integrarán la programación didáctica. La instrumentación incluye el acontecer en el aula como una actividad circunstanciada con una gama de determinaciones institucionales y sociales. Esta planeación requiere la selección de experiencias idóneas que permitan al alumno operar el conocimiento (Pansza G., Pérez J., & Morán O., pp. 158-160).

Bajo esta perspectiva, el maestro es un promotor del aprendizaje a través de una relación cooperativa. Esta genera una mayor responsabilidad por parte del profesor y sus estudiantes porque exige de ambos una permanente investigación,

análisis, síntesis, reflexión, discusión y en el caso del maestro conocimiento del plan de estudios y de la práctica profesional, entre otras.

Para establecer una selección integradora de las actividades de aprendizaje (objetivos, contenidos, procedimientos, técnicas y recursos didácticos), Porfirio Moran plantea lo siguientes criterios:

- Determinar con antelación los aprendizajes que se pretende desarrollar a través de un plan de estudios en general y de un programa en lo particular.
- Tener claridad en cuanto a la función que deberá desempeñar cada experiencia de aprendizaje.
- Que promuevan aprendizaje de ideas básicas o conceptos fundamentales.
- Incluir en ellas diversos modos de aprendizaje: lectura, redacción, observación, investigación, análisis, discusión, etcétera, y diferentes tipos de recursos: bibliográficos, audiovisuales, modelos reales, etcétera.
- Incluir formas metódicas de trabajo individual alternado con el de pequeños grupos y sesiones plenarios.
- Favorecer la transferencia de la información de diferentes tipos de situaciones que los estudiantes deberán enfrentar en la práctica profesional.
- Ser apropiadas al nivel de madurez, experiencias previas, características generales del grupo, etcétera.
- Que generen en los alumnos actitudes para seguir aprendiendo, sobre todo). (p. 194)

Estos criterios hacen énfasis en el aprendizaje como proceso sobre el resultado, por ello, es importante que los elementos de la instrumentación generen experiencias o situaciones de aprendizaje que promuevan la participación del alumno en su propio desarrollo del conocimiento (pp. 193-194)

Cada momento de la enseñanza requiere de un tipo específico de estrategia. Frida Díaz (2005) propone cinco aspectos que considera esenciales para poder designar las actividades adecuadas de acuerdo con la fase de la enseñanza ya sea dentro de una sesión o secuencia instruccional:

1. Consideración de las características generales de los aprendices (nivel de desarrollo cognitivo, conocimientos previos, factores motivacionales, etcétera).
2. Tipo de dominio del conocimiento en general y del contenido curricular en particular que se va abordar.

3. La intencionalidad o meta que se desea lograr y las actividades cognitivas y pedagógicas que debe realizar el alumno para conseguirla.
4. Vigilancia constante del proceso de enseñanza (de las estrategias de enseñanza empleadas previamente, si es el caso), así como del progreso y aprendizaje de los alumnos.
5. Determinación del contexto intersubjetivo (por ejemplo, el conocimiento ya compartido) creado con los alumnos hasta ese momento, si es el caso” (p. 141).

En la primera fase de la enseñanza se encuentran las estrategias preinstruccionales. Son ideales porque ellas activan y generan los conocimientos y experiencias previas pertinentes al ubicar el contexto conceptual apropiado, generando las expectativas correctas. La actividad constructiva requiere de los conocimientos previos porque gracias a ellos se entiende, asimila e interpreta la información nueva que se reestructura y transforma en nuevas posibilidades (p. 144).

Los conocimientos previos son retomados por el docente en el momento adecuado para relacionarlos con los nuevos contenidos que se irán construyendo en los estudiantes. La estructura cognitiva de los jóvenes posee una serie de antecedentes, vocabulario y un marco referencial individual que son reflejo de su madurez intelectual. Es a partir de estos conocimientos que se debe producir la enseñanza y aprovechar los conocimientos previos para desarrollar los nuevos aprendizajes (p. 40).

Entre las estrategias preinstruccionales también se encuentran las actividades que auxilian al estudiante a esclarecer los objetivos educativos que busca el docente durante la sesión o secuencia educativa. La aplicación de dichas estrategias es previa a la presentación de los nuevos contenidos. El uso efectivo de las mismas requiere que el docente identifique previa y claramente los conceptos claves de los contenidos a aprender, tener los objetivos precisos del aprendizaje que se pretende obtener en la situación de enseñanza y explorar los conocimientos previos de los alumnos para activarlos si los poseen o generarlos cuando son escasos (p. 147).

Por ejemplo, en la discusión guiada se requiere de una planeación encaminada a generar o crear información previa. En ella los alumnos activan sus

conocimientos previos a través de los intercambios generados en la discusión grupal al compartir la información, o bien, van desarrollando los antecedentes que no poseen al escuchar a sus compañeros. La discusión tiene que iniciar con una introducción general del tema central y elaborar preguntas abiertas en donde los alumnos pueden desarrollar lo que conocen.

El profesor debe promover la participación y escucha atenta de los estudiantes a través de la moderación de preguntas y respuestas dentro de un diálogo informal pero de manera respetuosa y abierta. Asimismo, es indispensable fomentar el cuestionamiento sobre las participaciones entre ellos, esto permitirá que se involucren activamente. El maestro debe cuidar que la discusión no se disperse o demore más de lo necesario. Durante la discusión se pueden anotar en el pizarrón los puntos pertinentes para la introducción del nuevo aprendizaje. Al cerrar la discusión el docente puede resumir las partes más importantes y animar a los jóvenes a participar con una síntesis o breves conclusiones (pp. 149-150).

Con respecto a los objetivos, estos son enunciados que definen con claridad los aprendizajes más significativos que se pretenden obtener a través de determinadas actividades durante una sesión o secuencia didáctica. En todas las situaciones educativas se planearon objetivos que marcan el inicio y el final de toda experiencia educativa, así como la forma en la que se desarrollará dicho proceso.

Es fundamental compartir los objetivos con los alumnos porque así educador y estudiantes trazan una meta en común de lo que se realiza en el aula. La elaboración de los objetivos debe ser clara para los jóvenes (vocabulario y redacción), generar las expectativas apropiadas de lo que se busca aprender y expresar el aprendizaje esperado (criterio clave para la evaluación) (pp. 151-153). Por ejemplo: El alumno identificará un texto de divulgación científica a través del análisis de sus características.

Por ello, la selección de las actividades educativas deben corresponder con los objetivos. Asimismo, permiten que los estudiantes puedan autoevaluarse durante el proceso de aprendizaje. Además de compartir los objetivos con los

estudiantes, también se les puede explicar el por qué y para qué del nuevo aprendizaje (pp. 151-153).

Por último, los organizadores previos son aquellos que activan el contexto conceptual con la intención de asimilar nuevos contenidos curriculares. Son efectivos cuando los nuevos aprendizajes son largos, difíciles o técnicos porque facilitan el recuerdo de conceptos, optimiza la aplicación y solución de problemas que involucran los conceptos aprendidos. Existen dos tipos de organizadores previos. Los expositivos son recomendados cuando la información de los tópicos por aprender es desconocida por los alumnos, mientras que los comparativos funcionan para que los educandos perciban las diferencias y similitudes que tienen el nuevo aprendizaje con un tema que ya conocen. En ambos tipos es indispensable que las ideas o conceptos establezcan puentes cognitivos que proporcionen el soporte necesario para la asimilación del aprendizaje.

Gracias a los organizadores previos, los alumnos podrán organizar la información previa con la que está adquiriendo desde la generalidad hasta la especificidad porque podrá crear vínculos entre el conocimiento. Cuando los textos son complejos para los alumnos es recomendable utilizar organizadores como gráficos, ilustraciones, mapas o redes que les faciliten la asimilación de la información.

Es importante destacar que no se trata de una introducción general o de un resumen; de hecho, son preferibles los breves a los extensos. Es conveniente elaborar uno por cada unidad de aprendizaje. Los organizadores no son necesarios cuando los textos poseen una introducción, secuencia e información clara. Tampoco son apropiados si el contenido presenta información inconexa y desorganizada (pp. 198-199).

Los mapas conceptuales son ideales para identificar las relaciones entre los conceptos previos y los que se pretenden adquirir. El contenido de los organizadores debe poseer contenido y vocabulario familiar para los estudiantes, así como evitar la inclusión de anécdotas o información que no es relevante. Los organizadores deben discutirse con los jóvenes durante su presentación con la finalidad de promover su aprendizaje.

Coinstruccionales se denominan a las estrategias que auxilian a la comprensión de los contenidos en proceso de aprendizaje de los alumnos. Los procedimientos que trabajan con la finalidad de mejorar la atención, detectar la información principal, optimizar la codificación o conceptualización, así como organizar, estructurar o interrelacionar las ideas claves. Entre dichas estrategias se encuentran las ilustraciones, analogías, redes o mapas conceptuales, entre otros (p. 144).

Las analogías son muy usuales cuando se adquieren experiencias nuevas, las cuales buscan relacionarse con otras parecidas que fueron vividas previamente para su comprensión. Las analogías se manifiestan cuando existe alguna similitud entre dos aspectos, conceptos o explicaciones, sin embargo, poseen diferencias en otras áreas; o bien, al generar una conclusión de una situación desconocida con base en otra parecida que es familiar.

Para referirse a una analogía se necesitan cuatro factores. Primero, el concepto o tema de aprendizaje que al ser nuevo pueden ser complejo y abstracto; segundo, el concepto vehículo con el que se desarrollará la analogía; tercero, las conexiones entre el tema y el vehículo, por último, la explicación de la correspondencia entre el tema y el vehículo. Las analogías logran fomentar el aprendizaje a través de la comprensión del contenido y son exitosas cuando justifican la cantidad de elementos comparados y existe entre ellos una verdadera similitud y significación.

El trabajo con las analogías en el aula comienza con la introducción del contenido de aprendizaje. Posteriormente, el profesor evoca el vehículo que debe ser bien conocido por los estudiantes y los invita a buscar las similitudes para generar conclusiones. Durante la comparación es importante enfatizar las características principales, se puede recurrir a elementos visuales para su facilitación. Las conclusiones deben poseer los límites de la analogía, establecer en que aspectos son diferentes. Para finalizar, es importante que el docente evalúe el resultado del conocimiento arrojado por la analogía para corregir los errores que se deriven de la misma. Cuando el alumno no conoce bien el vehículo análogo se presta para generar confusiones que evitan el aprendizaje significativo.

La analogía es un punto de partida, después de ser comprendida tiene que ser desechada y enfocarse únicamente en el aprendizaje del contenido que se pretende adquirir. Las analogías no son ejemplos porque estos son instancias de un concepto determinado que no comparan dos o más elementos. Las analogías permiten activar los conocimientos previos para asimilar los nuevos, favoreciendo el aprendizaje significativo mediante la familiarización y concretización del contenido a partir de experiencias particulares que preparan al educando para comprender temas complejos o abstractos (pp. 201-204).

Por su parte, las redes y mapas conceptuales representan fragmentos del contenido a aprender. Ambos facilitan la comprensión y explicación de los conceptos y sus relaciones, los cuales pueden profundizar los significados o precisar más los vínculos entre los términos. También permite evaluar la comprensión de los contenidos que van adquiriendo los estudiantes o para monitorear la evolución de sus conocimientos. Son útiles como estrategia de enseñanza durante cualquier periodo de la instrucción ya que en ellas se puede ir apreciando la relación de los aprendizajes curriculares que posee el alumno, los que está aprendiendo y los futuros.

En el mapa conceptual se jerarquiza la información por diferentes niveles y el contenido maneja términos claves, proposiciones y conectores. Los conceptos utilizados en los mapas se clasifican en tres: supraordinados, incluyen a otros términos; coordinados, están al mismo nivel que sus semejantes, y subordinados, se integran a otros. En la parte superior se ubican los términos supraordinados más generales y se desglosan hacia abajo hasta llegar a los que son subordinados sencillos.

En contraste, la estructura de las redes conceptuales o semánticas, que también manejan la conexión entre los términos, no está necesariamente jerarquizada puede ser de araña donde del concepto central se desprenden radiales (ramificaciones) (observe la Figura 1, página 158). Otra forma de estructura se denomina en cadena y consiste en enlazar en un solo sentido los términos. Aquí la relación entre los conceptos es marcada por las flechas que indican el tipo de vínculo que mantienen. Además, para una buena asimilación

durante el aprendizaje es importante acompañar la presentación de los organizadores gráficos con una explicación que profundice los conceptos (pp. 191-192).

A los procedimientos finales encargados de generar síntesis, integración o crítica de los contenidos, se les llaman estrategias postinstruccionales. Es aquí donde se encuentran los resúmenes finales, organizadores gráficos, cuadros sinópticos simples o de doble columna, así como las redes o mapas conceptuales. Su utilidad para organizar las estructuras significativas del conocimiento o de los textos académicos los convierte en una herramienta indispensable para que los alumnos las apliquen como estrategias de aprendizaje (p. 144).

Los organizadores gráficos son “representaciones visuales que comunican la estructura lógica del material educativo” (p. 182). Asimismo, mejoran los procesos de memoria, comprensión y aprendizaje, por lo tanto, pueden ser trabajados durante todo el proceso de instrucción. Por ejemplo, los cuadros sinópticos brindan una estructura global del contenido en donde se aprecian las múltiples relaciones.

Durante la elaboración de los cuadros sinópticos es importante analizar la distribución que facilita la comprensión, señalar los temas más importantes con un cambio en el formato que resalte del resto de la información y escribir de izquierda a derecha y de lo simple a lo complejo. En el caso de los cuadros sinópticos de doble columna se observan las relaciones que presentan entre las temáticas. Por lo tanto, además del tema central se pueden apreciar sus vínculos como causas-consecuencias, teoría-evidencia, problema-solución, antes-después, acciones-resultados, entre otros (observe Figura 2, página 159) (pp. 183-185, 187-188).

Los profesores pueden presentar los cuadros completos o incompletos para llenarlos con los estudiantes en el aula. Sin embargo, es importante que el alumno visualice el proceso de organización de la información del contenido y sea capaz de ver la totalidad del tema. Especialmente en los cuadros incompletos, el alumno debe reflexionar la estructura y las relaciones que se presentan, evitando

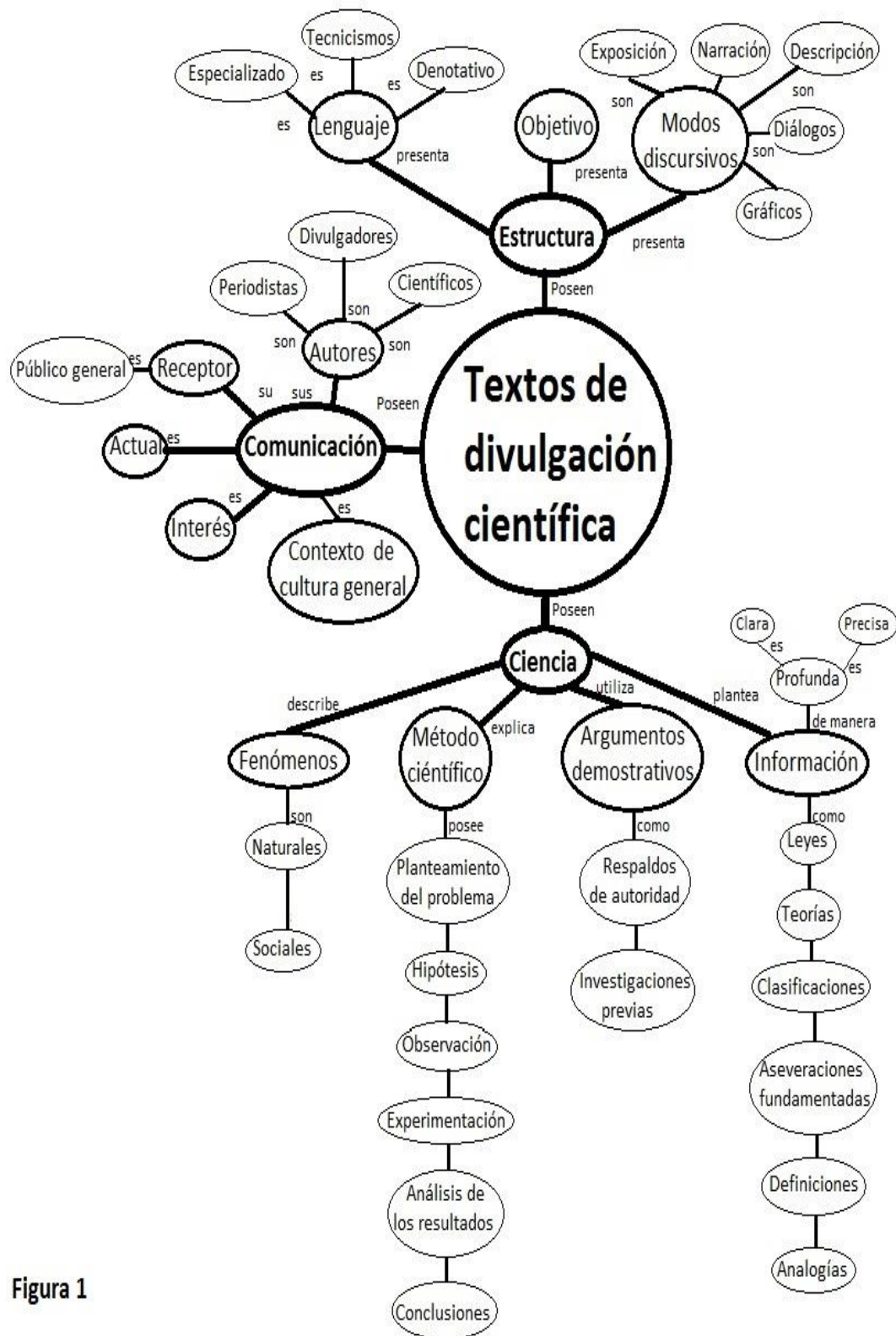


Figura 1

Figura 2

Texto de divulgación científica

Estructura

Características	¿Cómo la encuentro?	Ejemplo
Su lenguaje es especializado . Utiliza tecnicismos propios de cada campo del saber.	¿Qué tipo de lenguaje utiliza?	-“Ambos peces habitan ríos y lagunas tropicales, se alimentan de pequeños animales acuáticos (zooplankton)” -“Los machos guppies poseen un órgano para transferir el esperma a la hembra (llamado gonopodio)”
La lengua es denotativa , formal y recta.	¿La redacción toma un sentido ambiguo? ¿Es coloquial?	-“Las atenciones de los guppies podrían dañar a las hembras de la otra especie, por ejemplo, al obligarlas a dejar de comer para escapar del intento de cópula.” <i>Se dan cuenta que utiliza términos propios de la biología como especie en vez de animal, macho por hombre, hembra por mujer, copula por sexo, cortejo en vez enamorar</i>
El texto es objetivo e impersonal.	¿Incluye opiniones del autor o los científicos?	“En nuestra opinión, al aumentar la población de guppies habría suficientes hembras como para mantener ocupados a sus machos y ya no se interesarían en las hembras de la especie nativa.” <i>La única opinión es la hipótesis que puede ser ratificada o refutada. En este caso es rechazada:</i> “Los resultados fueron sorprendentes: los machos cortejaron e intentaron copular con las hembras de <i>S. bilineata</i> sin importar cuántas hembras guppies estuvieran presentes.”
Sus modos discursivos son: 1.- (Predominante) Exposición 2.- Narración 3.- Descripción 4.- Diálogo También puede contener esquemas, dibujos, fotografías, u otras formas de representación gráfica.	¿Qué haces cuando: -desarrollas o explicas un tema? -describes una acción o suceso? -das los detalles una persona o cosa?	Exposición “El enturbiamiento conlleva una disminución de la cantidad de luz disponible para las plantas acuáticas. Además devuelve al agua nutrientes que ya estaban capturados en el lodo. Ello facilita la reproducción explosiva de otros organismos que les roban a las plantas nutrientes y luz solar; por ejemplo, las algas, responsables de que muchos lagos y presas estén llenos de agua verde.” Narración “Observamos la conducta de machos guppies en tres condiciones: con pocas hembras, con exceso de hembras y con igual cantidad de hembras que de machos. En las tres condiciones introdujimos

fragmentar el tópico al buscar y escribir de manera automática lo que se solicita y omitiendo lo demás. Los cuadros sinópticos también pueden ser diseñados o elaborados por los estudiantes.

Todas las estrategias de instrucción, previamente abordadas deben concluir en la evaluación del aprendizaje. La selección de la instrumentación para evaluar exige del profesor el cuestionamiento del aprendizaje esperado como objeto de estudio y reconocer al aprendizaje como un proceso producto de la complejidad del ser humano. Cuando las técnicas de evaluación atomizan en exceso los contenidos, el alumno pierde el sentido y significado de los tópicos. “Esta desintegración atenta contra nuestra concepción de hombre, aprendizaje, realidad y consecuentemente, de evaluación, ya que todos y cada uno de los conceptos son consustanciales” (Pansza G., Pérez J., & Morán O., 1986b, p. 98).

Desde su primera sesión, el maestro deberá definir la normativa y detallar evaluación con la que trabajará en aula para dirigir el actuar grupal. La evaluación como una reflexión constante del proceso de enseñanza aprendizaje en un marco grupal puede revisarse en tres momentos, con la flexibilidad que el docente considere pertinente. Al concluir cada sesión, el grupo puede expresar y analizar los obstáculos que impidieron el aprendizaje. Después de un número determinado de sesiones, por ejemplo al concluir un bloque temático, la evaluación permitirá sintetizar y reelaborar el aprendizaje adquirido. Al final del ciclo escolar es ideal para una sesión de recapitulación y evaluación grupal que aborde los momentos claves así como los aprendizajes significativos del curso (pp. 104-105).

Los exámenes a libro abierto o por composición, los ensayos y los trabajos de investigación son los instrumentos de evaluación que recomienda Porfirio Morán (1986b) porque estos no atomizan la información y requieren del alumno la operación de los conocimientos y no simplemente su reproducción. La prueba a libro abierto puede desarrollarse en equipo para discutir problemas o temáticas donde el resultado final sea la evidencia de diferentes posturas. Con esta técnica es posible evaluar cualitativamente la creatividad, la interpretación personal y grupal, el juicio crítico, el manejo de la referencias documentales, entre otros (pp. 117-119).

En el examen temático o de composición el alumno desarrolla un tema. Estas pruebas, asegura Pedro Lafourcade (1979), pueden ser más complicadas que un examen tradicional de pregunta y respuesta porque su construcción no puede ser improvisada al requerir capacidad para manejar y organizar información. Aquí es indispensable pensar las cuestiones planteadas para sugerir salidas sustentadas en fundamentos como principios, leyes, tendencias, normas, etcétera, que favorezcan los argumentos presentados. De igual forma, la redacción debe evidenciar la integración de los aprendizajes coherentemente. Para la elaboración de esta técnica los alumnos deben saber con anticipación los aspectos a calificar en la evaluación, esta tiene que ir encaminada a la utilización de los aprendizajes obtenidos para la elaboración de un análisis de algo novedoso para el alumno (p. 72).

El buen profesor, subraya Pablo Latapí (2008), maneja diversos instrumentos que evalúan de manera formativa (durante el curso) y sumativa (al final del curso) los alcances obtenidos por los alumnos y el docente. Los resultados formativos, explica, identifican los problemas y deficiencias que presentó el profesor para reorientar su práctica docente y optimizarla. “Un buen docente sabe que la evaluación es una actividad más de aprendizaje al servicio de sus alumnos y de él mismo. El buen maestro siempre busca formas de evaluar su propio trabajo” (p. 1302).

Toda la instrumentación referida es apropiada para el desarrollo de diversas estrategias didácticas que promuevan el aprendizaje significativo. La presentación de este variado arsenal permite al docente generar una intervención capaz de construir el conocimiento en los alumnos como un proceso social y permanente. Para ello, fue indispensable conocer la interacción predominante entre el profesor, sus alumnos y el objeto de estudio.

Así, el educador está obligado a conocer las características, alcances y límites de su labor; los procesos fisiológicos, cognitivo y afectivos de sus alumnos, además de sus intereses, conocimientos previos, contexto y sentimientos desfavorables en torno al objeto de estudio. Esto con el objetivo de poder diseñar

una estrategia didáctica efectiva que propicie el desarrollo de la comprensión lectora de los textos de divulgación científica en los alumnos.

Tema principal de nuestro siguiente capítulo y objeto general de esta tesis. Antes daremos un breve panorama de los índices de comprensión lectora en el país a nivel medio superior y describiremos el proceso de la comprensión con sus diferentes elementos.

CAPÍTULO IV. UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA COMPRENSIÓN LECTORA DE TEXTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

Este capítulo es el clímax de este trabajo porque es donde se desarrolla la estrategia didáctica que propicia el aprendizaje de la comprensión lectora de los textos de divulgación científica. Por ello, partiremos del índice sobre esta habilidad actual que poseen los alumnos del nivel medio superior. Gracias a pruebas internacionales como las elaboradas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), podemos ubicar las capacidades lectoras de nuestros estudiantes y compararlas con jóvenes de la misma edad en otros países.

Aunque los resultados en estas evaluaciones no son alentadores, tampoco debemos olvidar que los exámenes no reflejan la capacidad cognitiva del alumno o el desempeño de sus docentes porque en el aprendizaje escolar influyen factores externos que no dependen del estudiante o del profesor. Es por eso que continuaremos por describir y explicar el proceso de la comprensión lectora. Es primordial que el docente lo conozca porque así puede detectar en donde están las fallas de los alumnos para trabajar en su corrección y así poder alcanzar dicha capacidad.

Esta exige del receptor elementos cognitivos para entender la totalidad del contenido, inferir el propósito y la forma de elaboración que utilizó el emisor, así como una reflexión que determine si las estrategias seleccionadas para comprender el texto son efectivas. Estos elementos deben ser retomados al momento que se propicia el aprendizaje con los alumnos. Razón por la cual, este capítulo propone una metodología o procedimiento para desarrollar la comprensión lectora a través de una serie de procesos cognitivos o destrezas que son contextualizar, descodificar y analizar.

Con base en esta metodología y en los conocimientos abordados en los capítulos anteriores es posible diseñar una estrategia didáctica compuesta que

propicie el aprendizaje de la comprensión lectora de los textos de divulgación científica.

Los alcances y limitaciones de la estrategia propuesta pueden apreciarse en un reporte que describe su aplicación en dos grupos. Estas experiencias le permitirán al profesor lector de este trabajo tomar decisiones para adaptar la estrategia a sus necesidades docentes. Es importante recordar que la estrategia didáctica no es una receta mágica que garantiza el aprendizaje de los alumnos al cien por ciento porque cada grupo tiene sus propias características que permitirán o no la viabilidad total o parcial de esta instrumentación. Razón por la cual, el docente deberá adecuar la estrategia dependiendo de las circunstancias en las que se encuentra. Finalmente, el diseño de esta propuesta didáctica no está circunscrito a ninguna institución educativa de nivel medio superior, por lo tanto, puede ser implementada, con sus respectivos ajustes, en cualquier sistema escolar que maneje este contenido en sus programas de estudio.

4.1 La comprensión lectora en estudiantes mexicanos a nivel medio superior

Cada tres años, a partir del año 2000, México participa en el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés *Programme for International Student Assessment*) una prueba desarrollada por la OCDE enfocada a estudiantes de 15 años. De acuerdo con Ángel Díaz-Barriga (2011), la prueba PISA es la evaluación más importante dentro del marco de la globalización y la sociedad del conocimiento (p. 53). Por lo tanto, es un reflejo de su cosmovisión económicamente global que busca a un ciudadano cuya formación escolar y homogénea sea capaz de brindar las herramientas adecuadas para resolver los problemas de la sociedad contemporánea (p. 76).

La presentación del análisis y desglose de los resultados tarda 18 meses después de la ejecución de la prueba PISA. A partir de 2006, informa Ángel Díaz-Barriga, el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE) es el responsable de la aplicación del examen en nuestro país y de la elaboración de un informe

nacional que compare los resultados nacionales con los internacionales, así como por entidades federativas, sector (público privado) o nivel escolar (tercero de secundaria o primero de bachillerato) (2011, p. 8).

El último informe PISA, realizado en 2012 (OCDE, Consultado en 2014b), señala que fue realizada por 510 mil alumnos de 15 años de 65 países en representación de 28 millones de jóvenes de las mismas economías. De estas evaluaciones, 33 mil 806 fueron estudiantes mexicanos entre 15 y 16 años de diferentes regiones del país para obtener una muestra representativa significativa (p. 11) (observe Anexo 15). El examen está diseñado para esta edad porque es en ella cuando concluyen la educación básica para adquirir una de nivel superior. Ángel Díaz (2011) plantea que la prueba tiene como objetivo saber si los alumnos utilizan la información adquirida en su educación para resolver problemas concretos y reales de la vida cotidiana (p. 42).

La OCDE (2000) establece que la “evaluación se centra en examinar que tan bien los estudiantes aplican los conocimientos y las aptitudes a las tareas que son relevantes para su vida futura, más que en la memorización de un tema” (p. 3). Así, el examen se divide en tres áreas de conocimiento: lectura, matemáticas y ciencias.

En el campo de lectura México se ubicó en el lugar 52 de 65 con 424 puntos, por debajo de los países que conforman la OCDE, quienes en promedio obtuvieron 496 aciertos (observe Anexo 16). De acuerdo con el informe esta diferencia equivale a un rezago de dos años (OCDE, Consultado en 2014b, p. 2). Por lo tanto, la mayoría de los jóvenes que ingresan al nivel medio superior poseen la comprensión lectora de un adolescente de 13 o 14 años.

Asimismo, el estudio revela que 41% de los estudiantes mexicanos evaluados no alcanzaron el nivel dos básico de competencia (OCDE, Consultado en 2014b, p. 2); es decir, tienen problemas para acertar “reactivos básicos que piden ubicar información directa, realizar inferencias sencillas, identificar lo que significa una parte bien definida de un texto y utilizar algunos conocimientos externos para comprenderla” (Consultado en 2014a, p. 11). Mientras que los

países de la OCDE promediaron un 18% en el segundo peldaño (observe Anexo 17).

En contraste, al máximo desempeño de lectura (superior a 625 puntos) llegaron el 8% de los alumnos de las naciones de la OCDE; el índice en México fue menor al 0.5% (Consultado en 2014b, p. 2). A este nivel, cinco, corresponden los jóvenes que son capaces de encontrar información difícil en textos con los que no están familiarizados con una comprensión detallada, por lo tanto, infieren información relevante para responder correctamente. Además, recurren a conocimiento especializado, evalúan críticamente y establecen hipótesis (Consultado en 2014a, p. 11).

De igual forma, con base en el informe PISA 2006, Ángel Díaz-Barriga (2011) afirma que los jóvenes mexicanos carecen de un hábito de lectura como parte de sus prácticas culturales. De manera que el índice de la reflexión crítica sobre lecturas voluntarias en su forma y contenido, toma de postura y su aplicación en la vida diaria es ínfimo (p. 48). Parte de la tarea docente del maestro de la lengua es fomentar la lectura, un reto complicado de lograr ya que usualmente se aprecia como una obligación y no como una actividad placentera. Desgraciadamente, las deficiencias de lectura de los jóvenes compromete el desarrollo de su lengua, en sus capacidades de comunicación y aprendizaje. Por ejemplo, la ciencia requiere de esta habilidad porque la escritura, como ya vimos previamente, es una de las principales formas de difusión.

En el área de las ciencias, los resultados PISA fueron de 415, un puntaje inferior al de lectura (424) y al del promedio en ciencias de los países de la OCDE (501) (observe Anexo 18). Otra vez, la mayoría de los mexicanos, 47%, se encontraron en el nivel dos básico de competencia (OCDE, Consultado en 2014b, p. 2) (observe Anexo 19). De manera que los estudiantes mexicanos son capaces de “ofrecer explicaciones posibles en contextos que conocen o sacar conclusiones basadas en investigaciones sencillas (...), razonar directamente e interpretar literalmente los resultados de una investigación científica o la resolución de un problema tecnológico” (Consultado en 2014a, p. 25).

Por el contrario, al máximo nivel (superior a los 633 puntos) otra vez llegaron menos del 0.5% de los estudiantes mexicanos contra el 8% de promedio reportado en los países de la OCDE (Consultado en 2014b, p. 2). La capacidad de estos alumnos les permite:

Identificar los componentes científicos de situaciones complejas de la vida y aplicar todos los conceptos científicos como el conocimiento acerca de la ciencia (...), puede comparar, seleccionar y evaluar la evidencia científica adecuada para responder a circunstancias específicas de la vida. (...) Utilizar capacidades de investigación bien desarrolladas, vincular el conocimiento adecuadamente y aportar percepciones críticas. Construir explicaciones basadas en su análisis crítico conformado por evidencias y argumentos (Consultado en 2014a, p. 25).

PISA en el campo de las ciencias evalúa tres competencias científicas. Primero, la identificación de temas científicos que implica reconocer asuntos de la ciencia, ubicar palabras clave para buscar información y saber los rasgos fundamentales de una investigación científica. Segundo, explicar científicamente los fenómenos, es decir, la aplicación del conocimiento científico en situaciones específicas, describir e interpretar científicamente los fenómenos para predecir cambios. Por último, usar la evidencia científica comprende interpretar la evidencia para sacar conclusiones y comunicarlas así como identificar hipótesis, evidencia y el razonamiento crítico que subyace en las conclusiones, así como reconocer la implicación social de la ciencia y la tecnología (p. 17).

Ángel Díaz Barriga (2011) asevera que los estudiantes mexicanos perciben el conocimiento científico como algo abstracto y sin sentido, exclusivo de los sabios o gente especializada, no como explicaciones del comportamiento humano o ambiental (p. 49). Asimismo, denuncia, que las evaluaciones mexicanas se centran en la reproducción de los contenidos de los planes de estudio mientras que las internacionales examinan si poseen la capacidad cognitiva para aplicar el conocimiento y sus procedimientos en la vida cotidiana (p. 43).

Aunque los resultados de la prueba PISA son desalentadores estos no reflejan el esfuerzo individual de los alumnos o la capacidad de sus docentes porque en el aprendizaje así como en el rendimiento influyen otros factores externos a la escuela como el contexto socioeconómico escolar, la política

educativa, la gestión escolar, los recursos disponibles, entre otros. Asimismo, intervienen situaciones ajenas a la educación formal que son claves para el aprendizaje como la familia, amigos, la comunidad, los medios de comunicación y las nuevas tecnologías con las que interactúan diariamente.

Al respecto, la doctora en sociología María Eugenia Regalado Baeza (2006) señala que el contacto de los adolescentes con medios multimedia no garantiza el dominio profundo de un conocimiento, sino su capacidad de identificar imágenes relacionadas a este porque carecen de elementos para interpretarlas adecuadamente (pp. 21-22). Mientras que en los medios impresos, los textos expositivos, especialmente los científicos, en comparación con los narrativos son más difíciles comprender porque requieren de un esfuerzo cognitivo superior de atención ante la necesidad de reflexionar las inferencias que no son automáticas como en los escritos narrativos. Por lo tanto, el grado de abstracción y contenido lógico es superior en los textos expositivos.

4.2 El proceso de la comprensión lectora

La comprensión lectora de los textos expositivos va más allá de la simple decodificación de los tecnicismos presentados en la obra porque necesita de la capacidad del sujeto de entender el significado global del escrito. El objetivo final de la lectura es que el receptor elabore una representación mental del contenido que lee, es decir, la comprensión. (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, 2010, p. 27). La construcción de esta representación mental necesita como base los conocimientos previos en los campos del léxico, sintaxis y semántica del lector, los cuales deben corresponder adecuadamente a la información presentada en el texto (p. 30).

Al comprender un texto, el receptor tiene la habilidad de indicar la información principal, determinar la estructura, generar inferencias léxicas y semánticas, evaluar su calidad al detectar deficiencias y virtudes, entre otras. Para comprender lo que se lee, es indispensable que el lector observe atentamente cada palabra para que su cerebro elabore una representación mental del texto de

manera que pueda recordar las ideas principales al concluir la obra. Asimismo, este proceso debe provocar una reflexión o análisis en el lector. En caso de no entender la totalidad del texto o presentar dudas se deberá buscar una fuente de consulta como especialistas que expliquen los vacíos y despejen las incógnitas.

De acuerdo con el académico y escritor Jorge Rufinelli (1989), existen tres niveles de comprensión. El primero es el informativo donde el lector conoce los hechos. En el nivel estilístico, el receptor identifica la manera en la que se estructura el texto. Finalmente, en el ideológico el lector es capaz de interpretar la forma en la que se expresa el autor porque reconoce la postura del emisor ante el tema (pp. 52-53).

Asimismo, Teun Van Dijk y el psicólogo Walter Kintsch (1983) plantean tres niveles de representación mental como resultado de la comprensión lectora. El primer nivel es superficial y corresponde a la forma y estructura del texto, es decir, la secuencia exacta de palabras en el contexto de una oración interpretada sintáctica, semántica y pragmáticamente. Esta etapa se da durante la lectura del texto. El siguiente escalón es la base proposicional del texto y maneja una red interconectada de ideas de manera coherente que retiene las proposiciones explícitas de un texto pero de manera sintetizada para preservar el significado de la obra. Conforme avanza la lectura el receptor guarda la información más importante de la obra, la que le da coherencia al texto. Por último, el modelo de situación es la representación de mayor duración de la memoria y comprende todo el micromundo que presenta la obra. La construcción de este micromundo requiere de la interacción continua de lo explícito con lo implícito. Por lo tanto, el lector deberá utilizar sus conocimientos previos para generar inferencias que sean pertinentes para el texto y así alcanzar su significado global.

Si el receptor es incapaz de entender adecuadamente el significado global del texto entonces su comprensión lectora es deficiente porque presenta dificultad durante el proceso de dicha habilidad. La doctora en letras, docente e investigadora del proceso de comprensión Valeria Abusamra (2010) junto a otros colegas aseguran que la dificultad en la comprensión lectora es un déficit en el entendimiento propio del individuo cuya capacidad de decodificación está dentro

de lo esperado para su edad y escolaridad (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, p. 52). Este concepto excluye los problemas que pueda tener el sujeto durante la decodificación como el salto de las oraciones, la dislexia, pensar en otra cosa mientras se lee o no poder retener lo leído en la memoria, entre otros obstáculos.

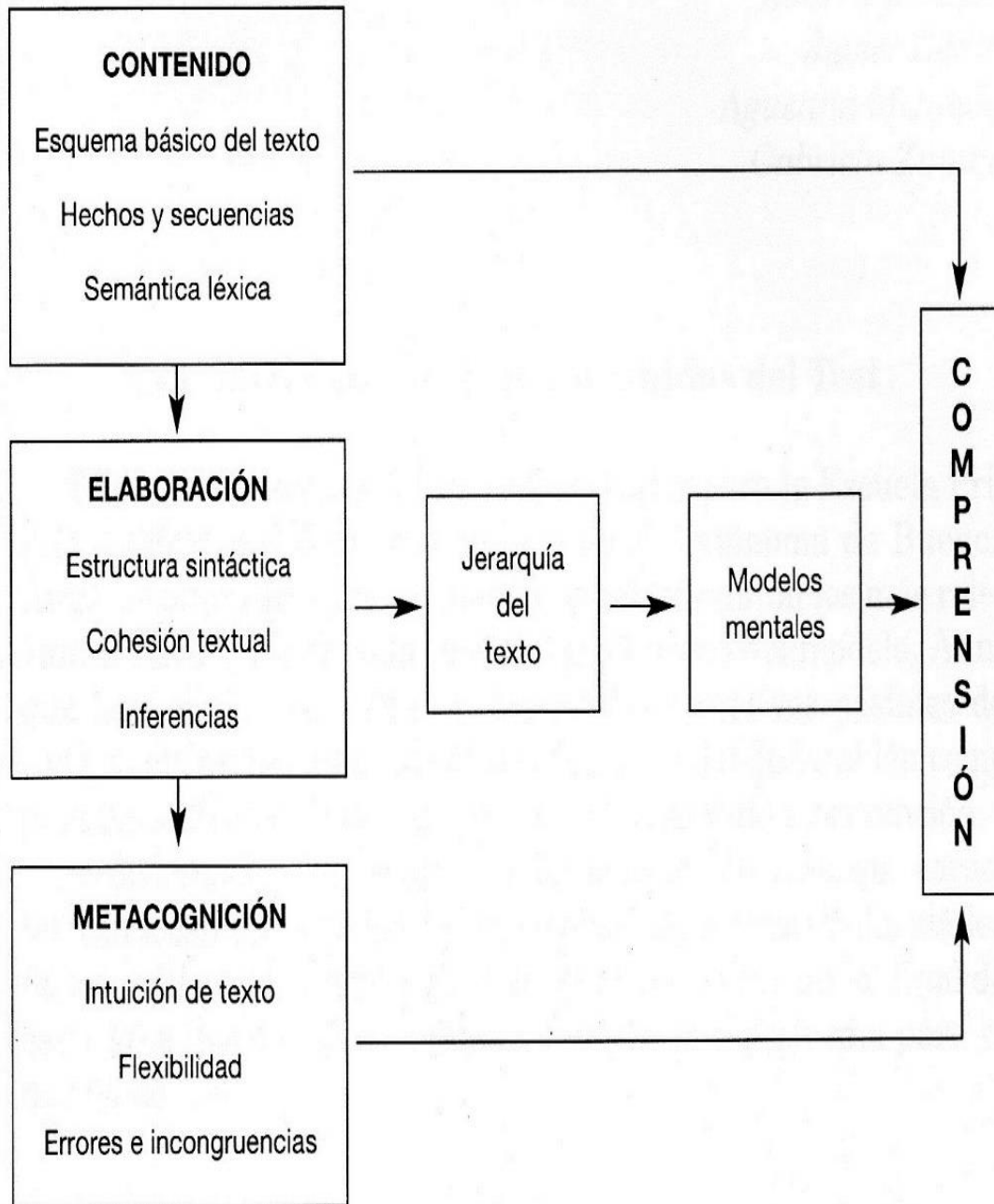
Así, la comprensión lectora parte de una decodificación exitosa. Valeria Abusamra (2010) advierte que la comprensión lectora no se limita a una adecuada decodificación y al análisis de la información explícita. La comprensión lectora también requiere establecer vínculos entre las distintas partes del texto (contenido, estructura, ideología...) y el conocimiento del mundo que posee el lector. “En consecuencia, el texto es percibido y representado en la memoria como una estructura coordinada y coherente más que como un conjunto desarticulado de piezas de información individuales” (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, p. 28).

Por lo tanto, los investigadores describen y exponen las diversas áreas que están implicadas en la buena comprensión de un texto (observe Cuadro 2, página 171). De existir algún obstáculo para desarrollar o identificar alguna de sus áreas repercute en su capacidad lectora, disminuyendo cada vez más su comprensión si los problemas aparecen en más áreas. Por ejemplo, para entender a cabalidad el contenido es indispensable conocer el esquema básico del texto, los hechos y las secuencias que maneja así como su semántica léxica.

A su vez, el esquema básico del texto comprende reconocer el tipo de narrador, identificar los personajes, hechos, lugares y el tiempo (p. 79). En el caso de los textos de divulgación científica es indispensable que el receptor ubique al autor (narrador), ya sea un investigador, divulgador o periodista; los científicos (personajes) principales y secundarios involucrados en la investigación; el fenómeno (hechos) a que se descubran en sus diferentes etapas; los lugares y las instituciones en los que se desarrolló el descubrimiento, así como determinar la época en la que se encontró el hallazgo y si este permanece vigente.

Cuadro 2

Esquema descriptivo de la relación entre las áreas implicadas en la comprensión de textos



Fuente: (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, 2010, p. 71)

En lo que se refiere a los hechos y secuencias del contenido, Valeria Abusamra (2010) establece como fundamental la capacidad del lector para identificar e individualizar los hechos en su secuencia cronológica en la historia. (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, p. 69). Explica que en los textos científicos donde predominan las descripciones también presentan diversas acciones que componen los hechos o fenómenos habituales propias de un presente gnómico (p. 81). Mientras que la semántica léxica describe la habilidad del receptor de reconocer y adecuar el contexto pertinente para cada una de las palabras así como su relación entre los demás vocablos, su posición dentro de la oración y del texto como el todo (p. 69).

De igual forma, para la comprensión de un texto es necesario que el sujeto reconozca los elementos involucrados en el proceso de elaboración del texto como la estructura sintáctica, cohesión textual y las inferencias que provienen de los modelos mentales. La estructura sintáctica, explica Valeria Abusamra (2010), es el tejido gramatical, semántico e ideológico entre otros en el que las oraciones se entrelazan para alcanzar el significado final y global del texto. Para ello, el lector requiere conocer las diferencias semánticas para analizar y seleccionar la más adecuada al contexto (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, p. 88).

Por su parte, la cohesión textual refiere la interrelación existente entre palabras por su significado para consolidar la red textual en una unidad semántica. Así es como la totalidad del impreso maneja un eje en común, de lo contrario hablaríamos de una serie de oraciones sin vínculo entre ellas. Valeria Abusamra (2010) establece que para una buena comprensión el receptor debe utilizar todos los elementos del texto y relacionarlos entre sí para asimilar el contenido durante la lectura para alcanzar un resultado óptimo sin sobrecargar su memoria (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, pp. 93-94). Es importante recordar que el proceso de comprensión lectora no se limita a la interconexión de información en la lectura, porque además trabaja el análisis y la reflexión del contenido.

Valeria Abusamra (2010) plantea que la cohesión global del texto la encontramos cuando el receptor es capaz de hallar entre los elementos una asociación fuerte de contenido semántico que los refiere entre sí o aluden un factor en común (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, p. 95). Otra forma de cohesión es el uso de sinónimos, en este caso los elementos se interconectan por su significado análogo. Aquí el individuo es hábil al reconocer las diferentes palabras o expresiones que señalan al mismo personaje, situación o acción. Por último, la cohesión textual más compleja es aquella que se esconde en el contenido y requiere del proceso de reflexión profunda para encontrar el vínculo entre las ideas en un nivel más conceptual y abstracto. Este tipo de cohesión exige un esfuerzo cognitivo superior porque además del conocimiento semántico y gramático necesita retomar información previa del mundo, activando así la memoria de trabajo (pp. 96-97).

Continuando con las inferencias, estas son imprescindibles en el proceso de comprensión lectora porque sobre ellas se construye la representación mental del texto. Por economía y operatividad, explica Valeria Abusamra (2010), usualmente el emisor omite información que considera obvia de manera que el receptor necesita inferir el contenido que no está explícito en el impreso para completar el proceso de comprensión (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, p. 98). Las inferencias también le permiten al lector escoger el significado más adecuado del vocabulario polisémico con base en el contexto referido. De manera que las inferencias trabajan:

En la medida en que no todo es explícito, el lector debe reponer lo que está ausente. Esto lo permite asignar a los elementos explicitados, la interpretación más adecuada al contexto. Con ellos puede rellenar huecos informativos y enlazar las distintas partes del mensaje. Las inferencias cumplen la función de completar constructivamente el mensaje recibido mediante la adición de elementos semánticos no explícitos en ese mensaje, pero consistentes con el contexto de comunicación y con los conocimientos previos del lector u oyente. (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, 2010, p. 77).

Gracias a las inferencias el proceso constructivo de la comprensión culmina de manera integral al lograr entender la totalidad del significado textual. De igual forma, las inferencias pueden ser léxicas, semánticas o manejar puentes o

vínculos entre las palabras. Además, las inferencias construyen modelos mentales del texto que son esquemas complejos en el conocimiento del individuo como la intuición del texto. Durante la lectura, afirma Valeria Abusamra (2010), el lector reconstruye su conocimiento mental a partir de la nueva información que percibe en el impreso y el conocimiento previo que ya posee (2010, p. 108).

Así el conocimiento previo del lector es fundamental para la comprensión de los textos porque el receptor entenderá y recordará mejor aquel escrito con temáticas que le son más familiares, afines o conocidas. Los modelos mentales, define Valeria Abusamra (2010), son representaciones o esquemas de información ubicadas en la memoria a largo plazo que sirven de andamio para construir nuevo conocimiento o modelos de situación. Los modelos mentales poseen contenidos generales o estereotipados mientras que los modelos de situación son representaciones de conocimiento singular o único que se van reconstruyendo de manera permanente en la memoria de trabajo (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, pp. 30-31).

Durante la lectura de un texto, la comprensión efectiva del mismo dependerá de la capacidad del receptor para construir un modelo de situación coherente con el tópico y el significado global del texto. El desarrollo de los modelos de situación, indica Valeria Abusamra (2010) necesita de la construcción, actualización y cambio del conocimiento:

El modelo se construye, como decíamos anteriormente, con la información de superficie y el conocimiento del mundo del lector. Pero, a medida que se avanza en la lectura, es necesario integrar la información procesada con la entrante. De esta manera, si la información nueva puede ser integrada al modelo mental activo, se produce la actualización de la representación, pero si se produce una ruptura de varias dimensiones del modelo (tiempo, espacio, protagonistas, etc.) el lector deberá cerrar la estructura que venía construyendo y comenzar una nueva. (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, p. 111)

Por lo tanto, las inferencias son indispensables para la comprensión porque provienen de los modelos mentales que nos ayudan a representar significativa, adecuada y personalmente la información contenida en el texto. Finalmente, la metacognición es la última área del proceso de comprensión descrita por Valeria

Abusamra (2010) y se compone por la intuición del texto, flexibilidad y errores e incongruencias. La metacognición refiere a la reflexión y análisis que el receptor hace sobre su propio proceso cognitivo de comprensión lectora, es decir, sobre su objetivo al iniciar la lectura, la elección de estrategias adecuadas con base en la meta planteada y al control o monitoreo de su comprensión (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, p. 44).

Cada texto posee un objetivo específico y un contexto propio, como ya vimos previamente, no es lo mismo publicar en un libro, una revista o un diario porque cada uno tiene diferentes alcances. Cuando el receptor es consciente del texto al que se enfrenta y el objetivo de lectura que tiene el resultado de su comprensión lectora será eficiente. De manera que la comprensión inicia previamente a la lectura. El reconocer o identificar el género y contexto de un escrito, señala Valeria Abusamra (2010), permite al lector crear expectativas de contenido, estilo, la finalidad del emisor y ubicar los modelos mentales necesarios para la elaboración de inferencias necesarias para alcanzar la comprensión lectora adecuada (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, p. 84).

En la intuición del texto, el receptor evalúa la obra con base en sus características de forma, tema, contenido, léxico, entre otras para generar una hipótesis que identifique o determine el género que está leyendo (p. 103). Por otro lado, la flexibilidad mental refiere la capacidad del sujeto para planear, seleccionar, ejecutar, controlar y analizar las habilidades o estrategias necesarias para la comprensión global del impreso con base en su contexto (p. 112). De manera que la flexibilidad mental presente durante la lectura garantiza la participación activa y constructiva del lector durante el proceso de comprensión (p. 113).

Asimismo, durante la metacognición del proceso de la comprensión lectora el receptor además de generar inferencias que retomen modelos mentales o creen modelos situacionales también detecta, identifica o suprime conscientemente errores o incongruencias. Estos problemas, establece Valeria Abusamra (2010), pueden ser de orden semántico, sintáctico, léxico, de clasificación en un género que no corresponde, entre otras (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, p. 117).

4.3 Un procedimiento para desarrollar una comprensión lectora efectiva

La comprensión por sí sola es una capacidad fundamental en la vida escolar. De acuerdo con Eloísa Díez (2006) es necesaria a nivel básico para las asignaturas de Español, Expresión Artística, Conocimiento del Medio Natural y Social, Informática, Matemáticas y Educación Física; mientras que en la educación media es indispensable para Música, Expresión Teatral, Filosofía, Literatura, Física, Química, Tecnología, Geografía e Historia (pp. 236-237). De igual forma, el doctor en pedagogía Martiniano Román Pérez y Eloísa Díez proponen un aprendizaje escolar centrado en el desarrollo de capacidades y valores. Como la comprensión es la capacidad de estudio de este trabajo retomaremos únicamente los aspectos cognitivos de estos autores.

Martiniano Román (2005a) define una capacidad como una habilidad general cognitiva utilizada para aprender. Para una inteligencia escolar identifica cuatro capacidades básicas: el razonamiento lógico o comprensión, orientación espacio-temporal, expresión oral y escrita así como la socialización. A su vez, estas componen otras capacidades superiores que se desarrollan a partir de la secundaria y son pensamiento creativo, pensamiento crítico, solución de problemas y toma de decisiones (Observe Cuadro 3, página 177). De manera que la suma de capacidades y el manejo de ellas componen la inteligencia escolar del sujeto (p. 165).

Para desarrollar una capacidad tenemos que dividirla en los pasos que la componen, es decir destrezas y habilidades (p. 53). Las destrezas son una habilidad específica cognitiva utilizada para aprender, la suma de varias destrezas integran una capacidad (p. 168). Por su parte, una habilidad es un paso mental dinámico y activo utilizado para aprender que en colectivo constituyen destrezas (p. 170). La evolución de una capacidad inicia desde su elemento más básico, es por ello que, el aprendizaje en el aula debe iniciar por la habilidad. Un proceso, explica Martiniano Román (2005b) es el mecanismo mental dinámico y activo

Cuadro 3

Capacidades básicas y superiores en la inteligencia escolar

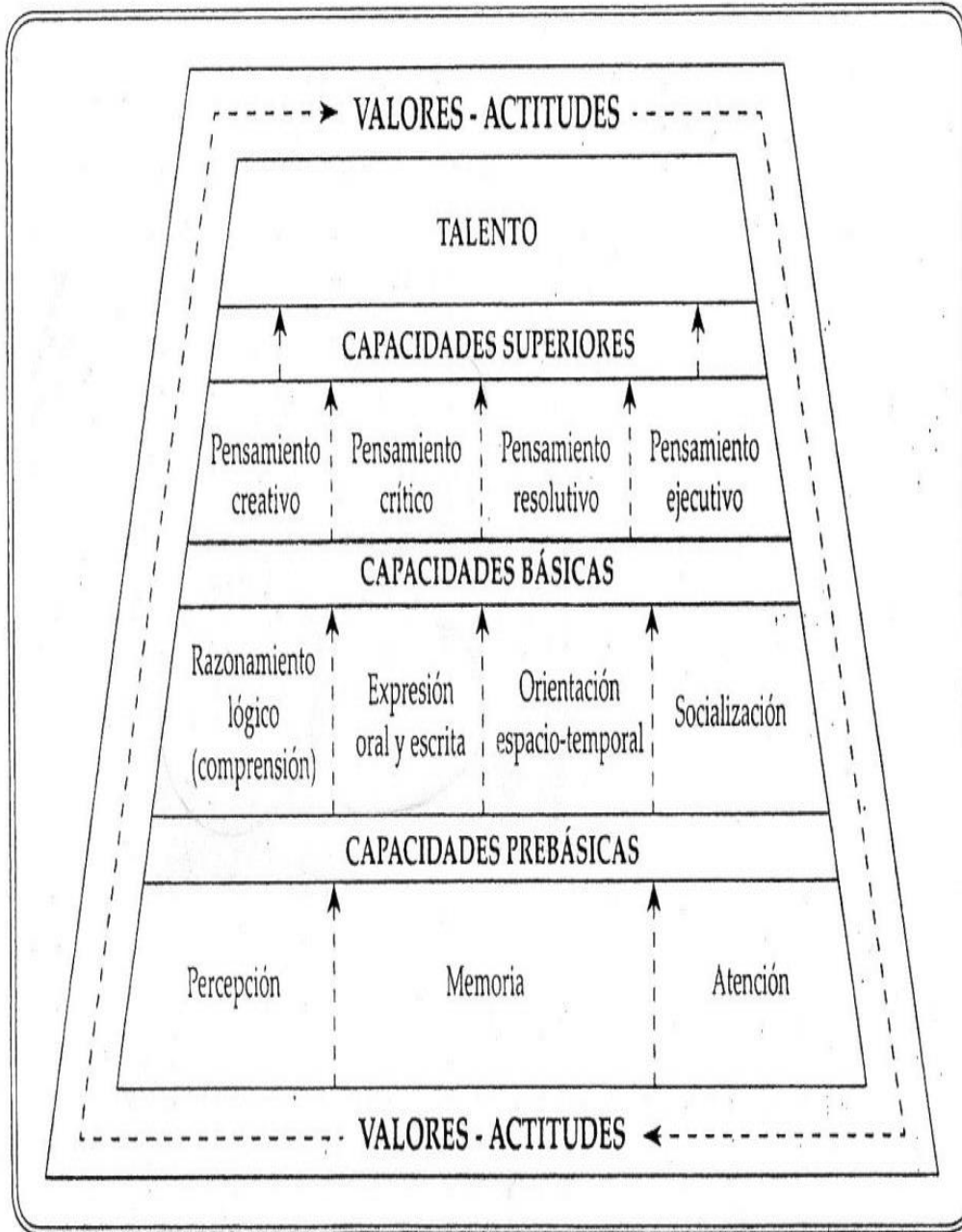


Gráfico La inteligencia escolar como un conjunto de capacidades y valores (de la inteligencia prebásica al talento)

Fuente: (Díez López, La inteligencia escolar aplicaciones al aula, Una nueva teoría para una nueva sociedad, 2006, p. 190)

responsable del desarrollo de una habilidad. El docente como mediador del aprendizaje debe provocar que sus estudiantes activen los procesos para generar las habilidades requeridas. (p. 105).

De igual forma, un conjunto de procesos forman una estrategia cognitiva que, a su vez, desarrolla una destreza. Por lo tanto, los procesos son los elementos más concretos del pensamiento que constituyen las actividades específicas de las estrategias cognitivas (2005a, p. 175). Estas son responsables del desarrollo de destrezas a través de contenidos y métodos. Para efectos de este trabajo el contenido o la forma de saber serían los textos de divulgación científica mientras que el método es la técnica o el cómo se ejecuta la destreza (2005b, p. 104). El método de la estrategia cognitiva plantea un actuar concreto o específico por lo tanto la suma de los métodos componen un procedimiento que desarrolla las capacidades (p. 102).

Por lo tanto, un procedimiento es una técnica metodológica que enseña a pensar mientras va desarrollando las capacidades por medio del contenido y los métodos (2005a, p. 174). Así, la construcción de capacidades requiere de procesos que activen habilidades para componer métodos generadores de destrezas, concluyendo en procedimientos desarrolladores de capacidades. De manera que la comunicación y participación entre todos estos elementos es dialéctica e indispensable (observe Cuadro 4, página 179).

Con base en esta propuesta de Martiniano Román, empezamos por definir la comprensión, capacidad que nos interesa desarrollar para efectos de este trabajo. “Comprender es tener una idea clara de un hecho, concepto o proceso en relación con su significado y alcance” (Gutiérrez Mardones & Yávar Undurraga, 2007, p. 24). No obstante, vamos a delimitar esta comprensión a la lectura de textos de divulgación científica, por lo tanto, la precisaremos de la siguiente manera: tener una idea clara de una obra escrita de ciencia en su estructura, significado y alcance. Ahora bien, procederemos a descomponer la capacidad en sus destrezas:

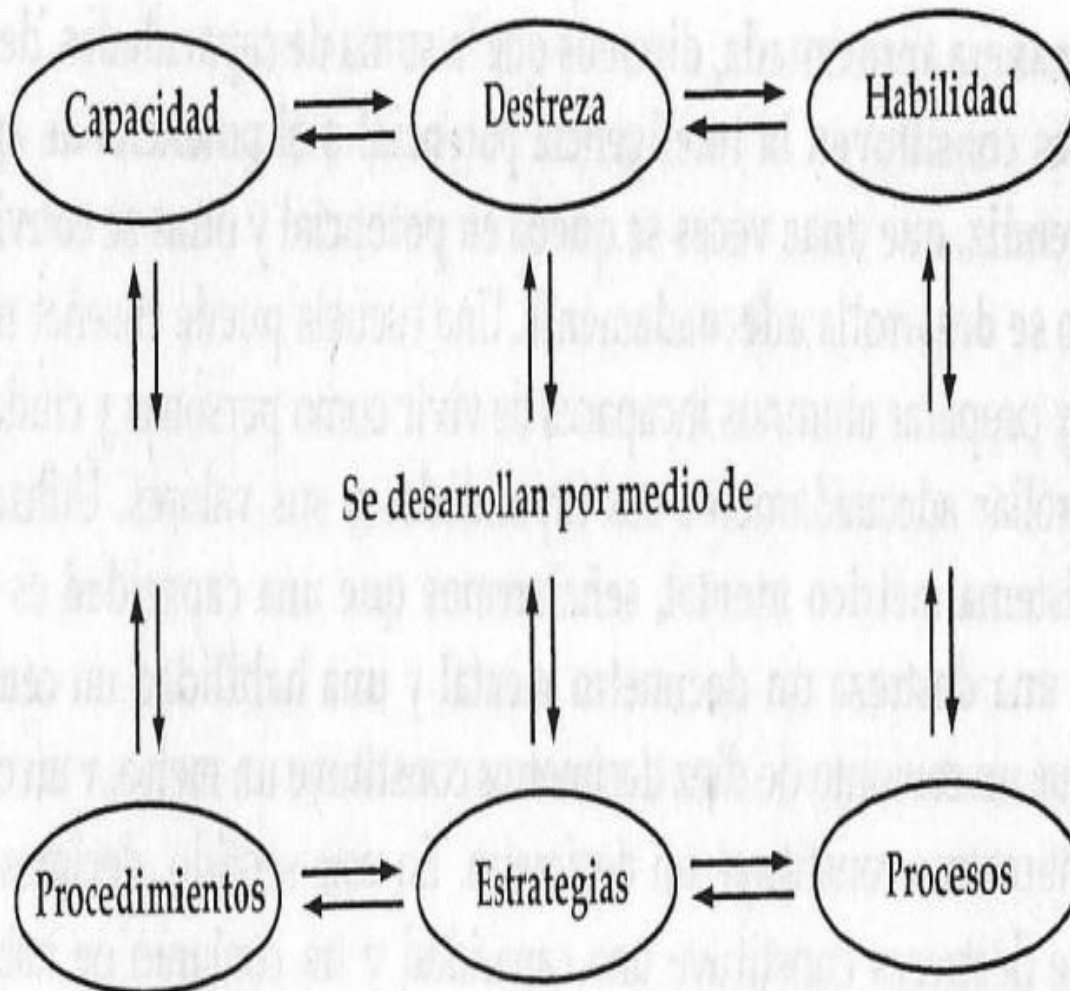
- Contextualizar.- Situar o relacionar determinados acontecimientos o actividades en un tiempo y espacio conocidos. (Diéz López, La inteligencia

escolar. Aplicaciones al aula. Una nueva teoría para una nueva sociedad, 2006, p. 279)

- Descodificar.- Utilizar el código de comunicación para identificar los elementos del mensaje e interpretar su contenido.
- Analizar.- Examinar las partes de un todo o un hecho (texto) para comprenderlo e identificarlo (Román Pérez, 2005a, p. 71).

Cuadro 4

Desarrollo de capacidades, destrezas y habilidades



Fuente: (Román Pérez, 2005a, p. 55)

Martiniano Román (2005a) exhorta a los docentes a compartir con los alumnos la definición de las capacidades y destrezas para que los alumnos autoevalúen su progreso en el aprendizaje e iniciar la metacognición (p. 72). Continuemos desglosando cada una de las destrezas en sus habilidades:

Contextualizar	Descodificar	Analizar
-Recordar y usar información previa -Comparar situaciones, hechos o conocimientos análogos para transferirlos a nuevos contextos.	-Identificar el vocabulario -Precisar el significado conceptual de los términos y su relación con los elementos que estructuran la oración	-Identificar el esquema básico del texto -Interpretar el texto -Evaluar el texto
<p>Anexo:</p> <p style="text-align: center;">Glosario de habilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recordar.- Extraer de la memoria ideas, hechos, terminología, fórmulas,... Proceso de incorporar a la conciencia la información del pasado que puede ser importante o necesaria para el momento presente (Damián Casas, 2009, p. 88). • Comparar.- Confrontar hechos u objetos para identificar sus semejanzas y diferencias (Román Pérez, 2005a, p. 71). • Identificar.- Reconocer algún objeto o hecho en estudio por sus características fundamentales (p. 71). • Precisar.- Describir con exactitud. • Interpretar.- Usar las experiencias pasadas o ideas previas para comprender las presentes o los nuevos acontecimientos. Sacar conclusiones de un hecho. Dar un significado a lo que percibimos según nuestras experiencias o conocimientos anteriores (Díez López, 2006, p. 213). • Evaluar.- Consiste en la elaboración de juicios acerca del material y los métodos utilizados para elaborarlo. Supone estimar, apreciar, calcular el valor de algo. Expresar una opinión sobre un objeto o una situación. (p. 213). • Evaluar requiere del análisis de datos y utilización de diversas habilidades básicas del pensamiento para elaborar juicios, con base en un conjunto de criterios internos o externos” (Damián Casas, 2009, p. 89). 		

Ya tenemos la capacidad con las destrezas y habilidades que la constituyen (observe Cuadro 5, página 181).

Cuadro 5

Destrezas y habilidades de la comprensión lectora

Capacidad: Comprensión Lectora						
Destreza 1: Contextualizar		Destreza 2: Descodificar		Destreza 3: Analizar		
Recordar Habilidad	Comparar Habilidad	Identificar Habilidad	Precisar Habilidad	Identificar Habilidad	Interpretar Habilidad	Evaluar Habilidad

También determinamos el contenido global que son los textos de divulgación científica. Por lo tanto, vamos a desarrollar las estrategias cognitivas que conforman el procedimiento adecuado para desarrollar la capacidad de la comprensión lectora. Una estrategia cognitiva requiere de tres elementos: destreza, contenido y método (Román Pérez, 2005a, p. 175):

Destreza	Contenido	Método
Estrategia 1: Contextualiza	los textos de divulgación científica	escribiendo los sitios donde los ha encontrado previamente.
Estrategia 2: Descodifica	la <i>semántica léxica</i> y <i>sintaxis</i> de los textos de divulgación científica	buscando las palabras que desconoce (tecnicismos) en el diccionario.

La tercera estrategia cognitiva que corresponde a la destreza de analizar cuyo desarrollo es más amplio requiere de un mayor número de habilidades y procesos. Incluso, podríamos considerarla una macrodestreza o microcapacidad. Por ello, se abordará de manera distinta:

Estrategia 3:

Analizar

Habilidad	Contenido	Método
Identifica	-las características del texto -la idea principal del texto -más de 2 ideas secundarias -los protagonistas del texto	subrayándolos.
	<i>el esquema básico del texto</i>	describiéndolo en organizadores de información que la clasifican sus características por estructura, participantes en la comunicación y contenido científico.

Interpreta el contenido del texto.
Interpretar es una habilidad que se divide en otras más pequeñas:

- <i>Infiere</i>	características de la ciencia	relacionando el contenido del texto con el contexto en el que se desarrolla la ciencia.
- <i>Ordena</i>	<i>hechos y secuencias</i>	explicándolas cronológicamente.

Evalúa	la calidad del texto de divulgación científica	elaborando un texto empleando el vocabulario adecuado, fluidez verbal así como un discurso lógico.
---------------	--	--

La elaboración del texto requiere de las siguientes habilidades:

- <i>Opina</i>	sobre la calidad del texto de divulgación científica	resumiendo las características positivas y corrigiendo los <i>errores o incongruencias</i> de forma, fondo, <i>cohesión textual</i> , contenido, estructura...
- <i>Contrasta</i>	-hechos y experiencias científicas previas con nuevas -la realidad con el texto	argumentándolas
- <i>Comprueba</i>	la credibilidad de las fuentes de información científica	verificando su apego a los procesos de la ciencia.
- <i>Saca conclusiones</i>	sobre el texto de divulgación científica	exponiendo sus ideas.

Anexo:

Glosario de los métodos

- Clasificar.- Consiste en agrupar ideas u objetos con base en un criterio determinado (Damián Casas, 2009, p. 88).
- Contrastar.- Es oponer entre sí los objetos o compararlos haciendo hincapié en sus diferencias (p. 88).
- Comprobar.- Idear o llevar a cabo un plan para verificar una hipótesis. Verificar o confirmar la veracidad de algo o su exactitud (Díez López, 2006, p. 213).
- Conocimiento del léxico: Destreza que implica el vocabulario amplio y elevado, que se manifiesta en la expresión de un tipo de pensamientos propios o ajenos (p. 215).
- Describir.- Decir, explicar o nominar los componentes de algún objeto o alguna situación de estudio. Mencionar características observables de objetos o situaciones (p. 204).
- Explicar.- Consiste en la habilidad de comunicar cómo es o cómo funciona algo (Damián Casas, 2009, p. 88).
- Discurso lógico.- Está en relación con la fluidez mental y supone una lógica interna en lo que se dice. Esta se manifiesta sobre todo en la secuenciación y sentido del texto (Díez López, 2006, p. 215).
- Elaboración de textos.- Supone producir correctamente un conjunto de ideas, de una manera coherente y lógica, para ser comunicadas y transmitidas, oralmente y por escrito, a un conjunto de destinatarios (p. 215).
- Exposición de ideas.- Implica expresar un punto de vista propio sobre determinadas situaciones, opiniones... utilizando los conceptos adecuados y precisos necesarios (p. 215).
- Fluidez verbal.- Expresión correcta del propio pensamiento o de los propios sentimientos de una manera fluida, rápida, adecuada y expresiva, oralmente o por escrito” (p. 215).
- Inferir.- Es usar la razón para los conceptos abstractos, modelos o reglas particulares, desde ejemplos a conclusiones. Implica ir de los hechos a los conceptos para llegar a una regla o principio en común” (Román Pérez, 2005a, p. 68).
- Opinar.- Expresar juicios, conceptos o ideas acerca de un hecho o situación (p. 71).
- Ordenar.- Secuenciar la información consiste en disponer las cosas o las ideas de acuerdo con un orden cronológico, alfabético o según su importancia (Damián Casas, 2009, p. 88).
- Relacionar.- Establecer conexiones o correspondencias entre varios objetos, conceptos o ideas, atributos, situaciones... en qué términos se parecen o se diferencian. Se trata de buscar lo común y lo distinto en función de un criterio (Díez López, 2006, p. 213).
- Resumir.- Consiste en exponer el núcleo de una situación fenómeno o hecho complejo de manera concisa (Damián Casas, 2009, p. 89).
- Verificar.- Establecer la veracidad de una fuente o del contenido de una información. Comprobar, confirmar o examinar la veracidad de algo (Díez López, 2006, p. 213).

La suma de estas tres estrategias cognitivas construye el procedimiento adecuado para desarrollar la capacidad de la comprensión lectora en textos de divulgación científicas. Incluso, en los diferentes pasos del procedimiento podemos encontrar casi todos los elementos que conforman la comprensión de acuerdo con Valeria Abusamra (observe Cuadro 2, página 171) como el esquema básico del texto, los hechos y las secuencias, la semántica léxica, la estructura sintáctica, la cohesión textual, las inferencias y los errores e incongruencias (los cuales, fueron destacados en cursivas en las estrategias previas). Durante el diseño del procedimiento, afirma Martiniano Román (2005a), es indispensable definir la capacidad para desglosarlas en destrezas y habilidades, las cuales también deberán ser precisadas puesto que todos estos elementos plantean el camino para desarrollarse a sí mismos, por lo tanto, son nucleares de la inteligencia (p. 72).

Finalmente, si consideramos que la última destreza del procedimiento es analizar y esta por sí misma podría ser una capacidad, entonces además de desarrollar la comprensión lectora quizá alcanzaríamos el pensamiento crítico (observe Cuadro 3, página 177). De acuerdo con Eloísa Díez (2006) la comprensión es una especie de razonamiento que se define como “aquel mecanismo del pensamiento que permite extraer determinadas conclusiones a partir del conocimiento del que se dispone” (p. 211). Si pensamos en analizar como una capacidad, evaluar sería su última destreza. Ambas podrían ser el inicio del pensamiento crítico, una capacidad superior caracterizada como “el proceso de generar conclusiones basados en la evidencia” (Damián Casas, 2009, p. 94).

Entre las destrezas indispensables del pensamiento crítico Eloísa Díez plantea argumentar, analizar hechos de una manera crítica, genera y organiza ideas, defender opiniones, tener juicio crítico, sacar conclusiones, manejar la incertidumbre y buen juicio (observe Cuadro 6, página 185). Si las analizamos bien encontraremos que algunas de estas destrezas ya están desarrolladas en el procedimiento cognitivo presentado previamente y en varios casos más plantean las bases de las habilidades para llegar a las destrezas faltantes del pensamiento crítico.

Cuadro 6

Destrezas del pensamiento crítico

- **Argumentar.**- Buscar razones de una manera lógica para apoyar un hecho o una idea, contraponiendo estos con otras ideas u opiniones.
- **Analizar hechos de una manera crítica.**- Observa e identifica hechos y situaciones, valorándolos e interpretándolos de una manera correcta, profunda y adecuadamente contrastada.
- **Generar y organizar ideas.**- Buscar ideas nuevas y explicaciones adecuadas para facilitar la toma de decisiones correctas.
- **Defender opiniones.**- Sustenta las opiniones propias con argumentos adecuados, tratando de escuchar y entender las opiniones de los demás.
- **Juicio crítico** (evaluación de argumentos).- Pretende valorar los argumentos y el peso de los mismos de una manera correcta y contrastada.
- **Sacar conclusiones.**- Realizar inferencias adecuadas para llegar a conclusiones correctas, seguras y verificadas.
- **Manejar la incertidumbre.**- Saber canalizar las dudas y la incertidumbre haciéndose preguntas y buscando nuevas respuestas.
- **Buen juicio.**- Consiste en la destreza de evaluar la información de forma inteligente. Está constituido por el sentido común, la madurez, la habilidad de razonamiento y la experiencia. Supone percibir la información importante y sopesar su importancia interna y evaluarla.

Fuente: (Díez López, La inteligencia escolar aplicaciones al aula, Una nueva teoría para una nueva sociedad, 2006, pp. 229-230)

4.4 Una estrategia didáctica para la comprensión lectora de textos de divulgación científica

El objetivo de este trabajo es proponer una estrategia didáctica que sea utilizado por los maestros de la lengua a nivel medio superior para propiciar el aprendizaje de la comprensión lectora de los textos de divulgación científica. La instrumentación didáctica que se desglosa a continuación está fundamentada por todos los temas desarrollados previamente, los cuales están implementados en la siguiente planeación de la instrumentación. La estrategia propuesta puede ser

utilizada por cualquier docente que aborde en su práctica este aprendizaje al estar integrado en su programa de estudio sin importar la institución educativa en la que labore.

La estrategia didáctica está dividida en los tres momentos metódicos para organizar actividades de aprendizaje establecido por Azucena Rodríguez (septiembre 1974). En la apertura, primera aproximación del objeto de conocimiento, están las tareas encaminadas a brindar una percepción global del fenómeno a estudiar (tema o problema) aquí se vinculan las experiencias previas de los estudiantes con las situaciones nuevas de aprendizaje. En el desarrollo se analiza el objeto para identificar sus elementos, pautas o interrelaciones. El trabajo está destinado a la búsqueda de información en torno al nuevo aprendizaje desde diferentes perspectivas para elaborar un análisis profundo que finalice en la síntesis a través de la comparación, confrontación y generalización de la información, generando así la construcción del conocimiento. Por último, durante la culminación se reconstruye el objeto del conocimiento o fenómeno en una nueva síntesis, diferente a la inicial, y que será el punto de partida para abrir otros aprendizajes (p. 117).

Para cada momento de aprendizaje se elaboró una sesión completa. Asimismo, en el diseño interno de las clases cada una presenta su propia apertura, desarrollo y culminación.

4.4.1 Sesión de apertura

La primera clase (observe la instrumentación didáctica completa en el Anexo 21) se inicia anunciando claramente a los alumnos el objetivo de la estrategia didáctica y su forma de evaluación. Establecer ambos aspectos ante el grupo abre la comunicación entre estudiantes y su educador porque en ese momento comparten la meta que se pretende alcanzar y el camino que se busca seguir:

Objetivo de la estrategia

El alumno será capaz de comprender los textos de divulgación científica. Entendiendo por comprensión tener una idea clara de una obra escrita de divulgación científica en su estructura, significado y alcance.

Forma de evaluación

El alumno elaborará una obra donde expone la manera que identifica un texto de divulgación científica argumentando sus características de estructura, contextos, contenido, entre otras.

De igual forma la apertura continua con uno de los diez mandamientos del aprendizaje del doctor en psicología Juan Ignacio Pozo (1994) “partirás de sus conocimientos previos” (p. 341). Para ello, el profesor realiza un sondeo grupal del conocimiento que manejan los alumnos en torno a la ciencia. Esta la encontramos en diversas presentaciones como en la radio, televisión, cine, libros, internet, museos, entre otros; podemos preguntarles que espacios de ciencia conocen, si son o no de su agrado, los autores que los realizan, así como sus temas favoritos o tediosos. Este sondeo le permitirá al educador saber si la percepción que tienen de la ciencia es la adecuada a través del contenido de los espacios y los autores que mencionen así como su interés por temas científicos o el desagrado por ellos.

Sondeo de reactivación de conocimientos previos

El docente le pregunta de manera abierta al grupo:

1. ¿Cuáles son los espacios de ciencia con los que han interactuado en periódico, programas de radio, televisión, libros, revistas, cine, páginas de internet, museos, centros de investigación?
2. De los mencionados, ¿cuáles son sus favoritos y por qué?
3. De los mencionados, ¿cuáles les desagradan y por qué?
4. ¿Conocen a científicos, divulgadores o periodistas de ciencia? ¿Quiénes?
5. ¿Cuáles temas de ciencia son de su interés?
6. ¿Cuáles temas de ciencia les desagradan?
7. ¿La ciencia sirve? ¿Por qué?

El profesor deberá tomar nota de las respuestas de los alumnos y deberá evitar hacer juicios de opinión. Únicamente se limitará a moderar el sondeo y escuchar la discusión entre sus alumnos. A través de los comentarios de los jóvenes, el docente tendrá una idea aproximada de sus concepciones sobre ciencia para que durante la estrategia didáctica el educador refuerce los conocimientos correctos y reestructure aquellos que no compaginan con los establecidos socialmente. Los temas y espacios que le gustan sí poseen buenos contenidos científicos pueden ser utilizados por el profesor durante el desarrollo de la estrategia, así los jóvenes sentirán una afinidad por el aprendizaje presentado. Por el contrario, deberán evitar los temas o los espacios que consideran desagradables o tediosos porque provocarán rechazo en los estudiantes.

Con esta actividad trabajamos la primera estrategia cognitiva que elaboramos para llegar a la capacidad de la comprensión con base en la propuesta cognitiva de Martiniano Román:

Destreza	Contenido	Método
Estrategia 1: Contextualiza	los textos de divulgación científica	escribiendo los sitios donde los ha encontrado previamente.

Posteriormente, en el desarrollo de la sesión de apertura se les indica a los estudiantes que harán una lectura de un texto de divulgación científica. Así, de acuerdo con Valeria Abusamra (2010), los alumnos podrán identificar el género y contexto que les provocarán expectativas de contenido y estilo así como recurrir a los modelos mentales necesarios para sacar inferencias necesarias a la comprensión (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, p. 84). La lectura en plenaria y en voz alta puede ser hecha por el profesor, uno o varios alumnos. El docente puede intervenir en la lectura para dar indicaciones sobre el formato, estructura o vocabulario del texto.

Para el vocabulario, el maestro pregunta a los jóvenes, durante la plenaria, el significado de las palabras que considera desconocidas para ellos, si alguno de ellos la sabe compartirá su definición con el resto del grupo; de lo contrario el maestro deberá esclarecerlo. Al concluir la lectura, el profesor deberá cuestionar si

existe algún otro término que no conocen para ser explicado con el mismo método. Una vez entendido el léxica y la estructura sintáctica del texto, el profesor habrá concluido la segunda estrategia cognitiva del procedimiento para desarrollar la capacidad cognitiva de la comprensión.

Destreza	Contenido	Método
Estrategia 2: Descodifica	la <i>semántica léxica</i> y <i>sintaxis</i> de los textos de divulgación científica	preguntando las palabras desconocidas en el aula o verificando su significado en un diccionario.

“Especies exóticas vs. nativas” (Valero & Macías García, 2008) es la lectura que utilizamos como ejemplo para esta actividad de la estrategia didáctica. El texto es una noticia científica publicada en *¿Cómo ves?* Al recurrir a una publicación especializada y reconocida por el Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica de Conacyt garantizamos que es de calidad científica. *¿Cómo ves?*, es una revista de periodicidad mensual con un tiraje de 20 mil ejemplares. Posee un comité editorial de siete integrantes, entre ellos hay divulgadores e investigadores. La publicación también se caracteriza por presentar textos originales así como difundir investigaciones mexicanas e internacionales. Además, su público meta son personas de nivel medio superior y superior, convirtiéndola en la fuente ideal para que los maestros obtengan textos para trabajar a este nivel y tema educativo.

La selección en particular de este texto se debe a que partimos de los intereses y motivos de los alumnos, otro mandamiento del aprendizaje del doctor Juan Pozo (1994, p. 341). Previamente, veíamos con Mauricio Beuchot que comprender los procesos motivacionales, racionales y afectivos de los alumnos ayudan a diseñar estrategias didácticas que propicien el aprendizaje significativo de manera afectiva. En este caso, desconocemos a los estudiantes que desarrollarán la estrategia didáctica, pero lo que sí sabemos es que son adolescentes. Los alumnos están pasando por una etapa biológica en donde sus órganos reproductores empiezan a madurar y aparecen conductas de tipo sexual e interés por el sexo opuesto. De manera que “Especies exóticas vs. nativas”

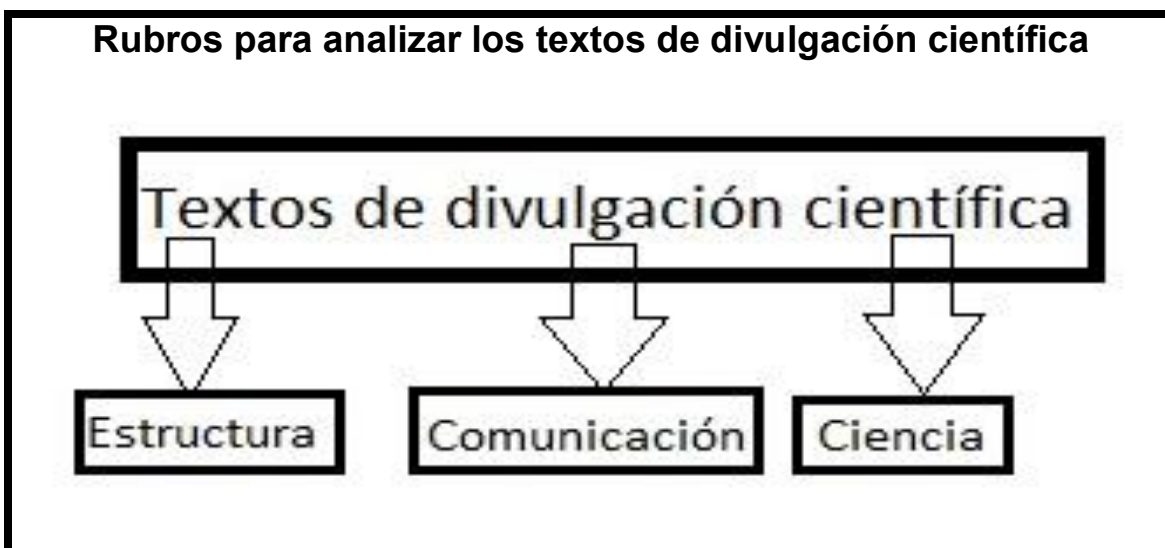
habla del comportamiento sexual anormal de un tipo de pez que está provocando la extinción de otra especie.

Si el docente sabe de un tema que es de interés particular para su grupo puede buscar otro texto de divulgación científica que sea afín con los alumnos para que lo trabajen. Los adolescentes prestan atención cuando el contenido de los aprendizajes los interpela, implica o interesa (Lahore, Pastore, & Rudyard, 2009, p. 118). Ahora, es importante que el docente elija para esta actividad una lectura que sea breve, pero lo suficientemente amplia para poseer el mayor número de características posibles de los textos de divulgación científica. Por ello, las noticias informativas de ciencia son las idóneas porque su tamaño es pertinente para esta sesión donde el mayor tiempo y núcleo de ella es la siguiente actividad en donde se pretende analizar los textos de divulgación científica.

A continuación, el maestro explica a los alumnos que para comprender este texto de divulgación científica se analizará en plenaria si la obra posee las características propias del género mencionado. Este anuncio desarrolla la metacognición del proceso de comprensión lectora de los estudiantes en el área de flexibilidad (Abusamra, Ferreres, Raiter, De Beni, & Cornoldi, 2010, p. 113) porque los jóvenes tendrán la capacidad de enfrentar la tarea de comprensión lectora a través de una estrategia correcta que es el análisis de textos. Para este análisis haremos uso de una estrategia coinstruccional en forma de un organizador capaz de activar y recordar los conocimientos y experiencias apropiadas para que con base en ellos se asimilen el contenido, la información y el contexto conceptual nuevos.

El profesor trabajará con un cuadro sinóptico como estrategia coinstruccional porque este le ayuda a organizar la información e identificar la más importante, optimizando así la comprensión de la conceptualización y la relación existente entre las ideas claves. El cuadro sinóptico para esta estrategia didáctica es de doble columna para apreciar las relaciones existentes entre las características de los textos de divulgación científica y ejemplos de las mismas. No obstante, antes de presentarle el cuadro sinóptico se le debe explicar al alumno

que el organizador está dividido en tres rubros que permiten analizar los textos de divulgación científica: estructura, comunicación y ciencia.



El estudiante debe saber que las obras de divulgación científica al ser un texto poseen una estructura propia; al divulgar, se manejan una intención y contexto comunicativo singular, y al ser científicos su contenido debe referirse a los procesos y características de la ciencia. El cuadro sinóptico que propone esta estrategia coinstruccional es para trabajar en el aula, en forma de plenaria, con los alumnos porque está incompleto. El organizador maneja tres columnas. En la primera encontramos las “Características” de los textos dependiendo de su rubro estructura, comunicación o ciencia, pero están incompletas. La segunda columna “¿Cómo la encuentro?” maneja pistas para que los estudiantes puedan completar la información faltante de la primera columna. La última columna “Ejemplo” está vacía para que el alumno escriba en ellas las evidencias de estas características en el texto “Especies exóticas vs. nativas”.

Para llenar el cuadro sinóptico de manera correcta, es indispensable que el docente modere una discusión guiada en plenaria con base en la segunda columna. Esta actividad enseña al joven que el aprendizaje es un proceso colectivo en donde el profesor no es el único que enseña, también se aprende de la participación de los demás compañeros al brindar experiencias, conocimientos e información. Las preguntas de la segunda columna son abiertas para provocar la

reflexión y la activación de los conocimientos previos. Iniciar la discusión con los antecedentes que poseen genera que el estudiante sea consciente de lo que sabe y aprecie cómo ese conocimiento puede ser la base para construir otro. Así, el profesor aprovecha los conocimientos previos para desarrollar nuevos aprendizajes (Díaz-Barriga Arceo & Hernández Rojas, 2005, p. 40)

Cuando las aportaciones mencionadas por los alumnos son erróneas o incongruentes, el docente debe retomarlas y de manera respetuosa orientar la reestructuración de ese conocimiento dentro de su esquema mental al recrear el conocimiento de manera que compagine a lo establecido socialmente. Para ello debe hacer preguntas que lleven a la reflexión del conocimiento y que brinden pistas para que el estudiante infiera las respuestas certeras. Gracias a este cuadro sinóptico como estrategia coinstruccional es posible alcanzar otro mandamiento del aprendizaje: “promoverás la reflexión sobre sus conocimientos” (Pozo, 1994, p. 341).

“Especies exóticas vs. nativas” es un texto de divulgación científica porque posee todas las características en los tres rubros de análisis. En la estructura maneja un lenguaje especializado porque encontramos tecnicismos como zooplankton, gonopodio, *Skiffia bilineata*, entre otros. Su redacción es denotativa, formal y unívoca porque utiliza términos propios del campo de la biología con significados precisos como especie, macho, hembra, cópula, cortejo, etcétera. Este texto no es de carácter impersonal porque abiertamente expresa la opinión del autor:

En nuestra opinión, al aumentar la población de guppies habría suficientes hembras como para mantener ocupados a sus machos y ya no se interesarían en las hembras de la especie nativa. (Valero & Macías García, 2008).

No obstante, el texto es objetivo porque la opinión que corresponde a la hipótesis fue rechazada por la evidencia arrojada por el experimento, anulando así la opinión del autor:

Los resultados fueron sorprendentes: los machos cortejaron e intentaron copular con las hembras de *S. bilineata* sin importar cuántas hembras guppies estuvieran presentes. (Valero & Macías García, 2008).

De igual forma, el texto presentó tres de los cuatro modos discursivos propios de un texto expositivo que tiene la finalidad de comunicar información científica. En la exposición explica cómo las especies de peces conocidas como carpas chinas enturbian el agua y ponen en riesgo la supervivencia de las plantas acuáticas. En la narración el autor describe la manera en la que desarrolló el experimento para probar su hipótesis. Finalmente, en la descripción detalla cómo es el gonopodio, órgano reproductor de los machos guppies.

En el rubro de comunicación, contemplamos dos de los tres principales elementos de la lectura que son emisor y receptor (Rufinelli, 1989, p. 11). Los autores de la obra son Alejandra Valero y Constantino Macías García y, además, podemos inferir gracias al texto que se trata de científicos divulgando ciencia:

En nuestro laboratorio observamos que los machos guppies cortejan e intentan copular con hembras de *S. bilineata*. Las atenciones de los guppies podrían dañar a las hembras de la otra especie, por ejemplo, al obligarlas a dejar de comer para escapar del intento de cópula. Siendo optimistas, pensamos que esto solo es grave cuando hay pocos guppies, o sea, cuando acaban de llegar al río, lago o laguna. En nuestra opinión... (Valero & Macías García, 2008)

Los científicos desarrollan el texto con un lenguaje claro para todo público, sin embargo carece de la estructura de la pirámide invertida propia de las noticias. Aunque la información está mal jerarquizada, la selección de esta lectura se debe a que los autores manejan una obra de lectura fácil y con los componentes científicos necesarios que le brindan calidad al texto. En esta decisión priorizamos la calidad del texto de divulgación científica porque este es el tema central de la capacidad que buscamos desarrollar, así que omitimos la mala estructura de la noticia porque no estamos pretendiendo el aprendizaje de este género periodístico.

El receptor de este texto es el público general porque su lenguaje sencillo y claro hace que sea accesible para las personas con o sin formación en la disciplina. Durante la descodificación de la lectura no se requiere de conocimientos previos para su comprensión porque la obra se explica por sí misma al definir el significado de los tecnicismos que maneja. Por otro lado, el

texto es actual porque habla de un fenómeno que está presente desde hace 50 años en los ríos y lagunas de México:

En los últimos 50 años, muchos ríos y lagunas de México han sido invadidos por un pez exótico que proviene de la isla de Trinidad, en el mar Caribe. (Valero & Macías García, 2008)

Además, “Especies exóticas vs. nativas” es una noticia de interés social para los mexicanos porque está en peligro la conservación de al menos una especie nacional de pez, mientras que otras 36 especies nativas también podrían estar en riesgo. En un sentido estricto, podría ser de interés únicamente para los biólogos mexicanos, pero es de interés para la especie humana porque el texto describe el papel del comportamiento sexual ante la evolución. De manera que cuando los humanos comparamos nuestro actuar sexual con otras especies podemos definirnos e identificarnos:

Así pues, la conducta del guppy de Trinidad es un descubrimiento especial que nos motiva a replantearnos algunos aspectos sobre la evolución de la conducta sexual.

El estudio tiene implicaciones serias para la conservación de *S. bilineata* en México, y en general de los peces de la familia Goodeidae, grupo de 36 especies endémicas del altiplano central que evolucionaron en relativo aislamiento, y de las cuales la mitad están en peligro de extinción. (Valero & Macías García, 2008)

La cultura general de la obra nos da un contexto del alcance que tiene la investigación y su impacto en la comunidad o vida cotidiana. Gracias a esta información el lector puede dimensionar la importancia del estudio. Por ejemplo, en esta lectura la investigación sirve para diseñar medidas preventivas para conservar a las especies nativas que todavía sobreviven.

Finalmente, en el rubro de ciencia desglosamos el último elemento de la lectura el contenido del texto (Rufinelli, 1989, p. 11). Este debe poseer ciencia en sus características o procedimientos, es decir, en los descubrimientos planteados tenemos que hallar su método científico, razonamiento crítico e información y experimentos que lo sustenten. Es por ello que el profesor debe conocer la manera en que funciona la ciencia para que durante la discusión guiada pueda

orientar hacia un aprendizaje socialmente adecuado. De lo contrario, no sabrá cómo responder a las inquietudes de los alumnos y propiciará un aprendizaje lleno de errores conceptuales y referenciales.

En el primer capítulo mencionamos que la ciencia se encarga de estudiar y explicar los fenómenos naturales y sociales. En esta lectura se habla de un fenómeno natural en donde los machos de la especie exótica Guppy de Trinidad prefiere acosar a las hembras de una especie mexicana que a las de su propia especie. El tema del texto no está escrito de manera explícita pero el receptor puede inferirlo porque la cohesión textual de la obra gira en torno al desglose de este tópico. De acuerdo, con la teoría del discurso de Teun Van Dijk el tópico nos indica la macroestructura del texto. Igualmente, si el texto posee macroestructura indica que maneja una coherencia lineal. En el modelo diseñado, en el segundo capítulo, planteábamos que el tópico de los textos de divulgación científica puede corresponder a las diferentes disciplinas de la ciencia. En nuestra lectura de ejemplo, la ciencia a la que hace referencia es biología, específicamente etología.

Todo texto que pretenda ser científico deberá demostrarlo explicando el procedimiento científico que siguió para obtener ese resultado, teoría, ley o conclusión. Como el método científico no es igual para todas las disciplinas las etapas de su desarrollo pueden cambiar. Sin embargo, los textos siempre deben referir su experimentación, el análisis de los resultados y las conclusiones. En esta lectura en particular encontramos las etapas generales del método científico.

Estructura del método científico en “Especies exóticas vs. nativas”

Planteamiento del problema

“Cuando las especies exóticas y las nativas son físicamente parecidas y además comparten hábitos ecológicos, es posible que las interacciones entre ambas sean más directas y dañinas para una de ellas, por ejemplo, al interferir en su reproducción.”

Hipótesis

“Al aumentar la población de guppies habría suficientes hembras como para mantener ocupados a sus machos y ya no se interesarían en las hembras de la especie nativa.”

Observación y experimentación

“Para averiguarlo, observamos la conducta de machos guppies en tres condiciones: con

pocas hembras, con exceso de hembras y con igual cantidad de hembras que de machos. En las tres condiciones introdujimos únicamente dos hembras de *S. bilineata*”.

Análisis de resultados

“Los resultados fueron sorprendentes: los machos cortejaron e intentaron copular con las hembras de *S. bilineata* sin importar cuántas hembras guppies estuvieran presentes. En otras palabras, el exceso de hembras de guppy no protege a las *S. bilineta* del acoso de los machos guppies.”

Conclusiones

“En etología llamamos acoso a la persistencia de los machos en el cortejo pese a la renuencia de las hembras. Aunque el acoso es relativamente frecuente en especies animales, es poco común entre especies diferentes. Esto se debe, creemos, a que copular con una especie genéticamente incompatible sería un desperdicio de energía, y por lo tanto es una conducta que la evolución no propicia. Así pues, la conducta del guppy de Trinidad es un descubrimiento especial que nos motiva a replantearnos algunos aspectos sobre la evolución de la conducta sexual.”

Para sustentar la lógica del método científico se requiere brindar argumentos que demuestren la solidez de la investigación que nos ayudan a comprender cómo se ejecutó el proceso científico. Por ejemplo, saber que la investigación fue publicada por una revista arbitrada significa que está avalada por la comunidad científica de esa disciplina. De igual forma, si el estudio es realizado en equipo por más de dos centros de trabajo distintos brinda una mayor formalidad en la investigación. El experimento de “Especies exóticas vs. nativas” fue publicado por la revista *Biology Letters* y fue realizado por la UNAM en colaboración con la Universidad de St. Andrews, Escocia.

De igual forma, información adicional como investigaciones o experimentos previos, leyes, teorías, clasificaciones, aseveraciones fundamentadas, definiciones y analogías son de utilidad para fundamentar el pensamiento lógico del método científico empleado. En nuestra lectura de ejemplo hallamos únicamente:

Información adicional o argumentos que demuestran la solidez del método científico

Investigaciones previas

“Las carpas chinas, por ejemplo, fueron introducidas para servir como adorno y también como alimento a las poblaciones humanas, pero contribuyen a enturbiar el agua porque para alimentarse remueven los sedimentos del fondo. El enturbiamiento conlleva una

disminución de la cantidad de luz disponible para las plantas acuáticas. Además devuelve al agua nutrientes que ya estaban capturados en el lodo. Ello facilita la reproducción explosiva de otros organismos que les roban a las plantas nutrientes y luz solar; por ejemplo, las algas, responsables de que muchos lagos y presas estén llenos de agua verde.”

Teorías

“En etología llamamos acoso a la persistencia de los machos en el cortejo pese a la renuencia de las hembras. Aunque el acoso es relativamente frecuente en especies animales, es poco común entre especies diferentes. Esto se debe, creemos, a que copular con una especie genéticamente incompatible sería un desperdicio de energía, y por lo tanto es una conducta que la evolución no propicia”.

Aseveraciones fundamentadas

“Las carpas chinas, por ejemplo, fueron introducidas para servir como adorno y también como alimento a las poblaciones humanas, pero contribuyen a enturbiar el agua porque para alimentarse remueven los sedimentos del fondo...”

Definiciones

-“Los machos guppies poseen un órgano para transferir el esperma a la hembra (llamado gonopodio)...”

-“Las dos especies son vivíparas (las crías se desarrollan dentro del cuerpo de la hembra)...”

Analogías

“Además, el gonopodio de los machos guppies está armado con unos ganchos que pueden lastimar a las hembras durante la cópula.”

Al mismo tiempo que el docente dirige la discusión guiada que para completar el cuadro sinóptico con las características de los textos de divulgación, el alumno está desarrollando la destreza de analizar y sus dos primeras habilidades, iniciando así la tercera estrategia cognitiva:

Estrategia 3:		
Analizar		
Habilidad	Contenido	Método
Identifica	<i>el esquema básico del texto</i>	a través de subrayar en la lectura, resumir o describir sus características en un cuadro sinóptico que las clasifica por su estructura, participantes en la comunicación y contenido científico.

Interpreta el contenido del texto.

- <i>Infiere</i>	características de la ciencia	relacionando el contenido del texto con el contexto en el que se desarrolla la ciencia.
- <i>Ordena</i>	<i>hechos y secuencias</i>	explicándolas cronológicamente.

Después de terminar el cuadro el docente pregunta a manera de síntesis y conclusión cuáles son los propósitos de los textos de divulgación científica. La intención comunicativa del autor es producir conocimiento científico en el receptor. Por lo tanto, su objetivo es difundir los hallazgos científicos y sus procedimientos al público general. Además, como el centro del proceso comunicativo se hace en torno al contenido del mensaje la función de su lengua es referencial.

Por último, para la culminación de la sesión y retroalimentación del aprendizaje pediremos a los alumnos una estrategia postinstruccional. Los estudiantes elaborarán de manera individual una red conceptual que sintetice e integre las características de los textos de divulgación científica analizadas. Así cumpliremos otro de los mandamientos del aprendizaje “diseñarás situaciones de aprendizaje para su recuperación” (Pozo, 1994, p. 341). Las redes conceptuales facilitan la comprensión de los contenidos al explicar sus conceptos o los vínculos existentes entre los términos indispensables del tema.

4.4.2 Sesión de desarrollo

Es con la revisión o repaso de esta red conceptual con la que hacemos la apertura de la segunda sesión que es el desarrollo de la estrategia didáctica. El objetivo de esta actividad es la de reactivar los conocimientos que se trabajaron en la clase previa, los cuales deseamos que sean aprendidos por los alumnos. A continuación, los estudiantes repetirán el análisis de un texto de divulgación, pero en esta ocasión buscarán sus características en la lectura “Darwin y el sexo violento” (Cordero Macedo & García, 2009) (observe Anexo 22 para apreciar la instrumentación didáctica completa con sus respectivos materiales). Para que los

alumnos conozcan al menos dos tipos de textos de divulgación científica, ahora seleccionamos un artículo de divulgación de la ciencia.

Su estructura tiene cierto parecido a un *paper* ya que presenta un *abstract* e introducción con antecedentes. A diferencia de la otra obra, esta es más larga y por lo tanto las explicaciones de las conductas sexuales se explican con mayor profundidad y contexto. Elegimos este texto porque el tópico es similar al anterior, de hecho uno de los autores es el mismo. La lectura desarrolla diferentes estudios de especies en donde el aparato reproductor masculino lastima a la hembra durante la cópula y como dicha situación ha seleccionado a las hembras con mayor protección en su aparato reproductor, favoreciendo la evolución en los dos sexos de la especie.

“Darwin y el sexo violento” fue publicado por la revista especializada *Ciencia* de la Academia Mexicana de las Ciencias (AMC), la cual está certificada por el Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica de Conacyt. El comité editorial de esta publicación está integrado por 16 científicos y divulgadores de diferentes áreas. Los artículos publicados son originales y refieren investigaciones de diferentes disciplinas en diferentes instituciones. *Ciencia* tiene una periodicidad trimestral con un tiraje de ocho mil 500 ejemplares.

A diferencia de la obra pasada, el análisis de esta lectura se realizará por equipos de tres estudiantes. Para ello, se apoyarán en el cuadro sinóptico completado de la primera clase o en la red conceptual elaborada. Los grupos son de tres porque a cada uno de los alumnos le correspondería un rubro (estructura, comunicación o ciencia) para buscar los rasgos literales que comprueban la presencia de sus características.

La dinámica para el desarrollo de esta actividad dependerá de la decisión del maestro quien deberá evaluar el tiempo y el ambiente en el aula. Dependiendo si la sesión es de una o dos horas, el docente podrá optar por dejar la lectura de tarea, hacerla todos juntos –como en la sesión previa– para después armar los equipos o hacer las triadas primero y así empezar la lectura. Analizar el ambiente social en el aula también es importante para establecer si es más conveniente que

los jóvenes seleccionen a sus compañeros o si el profesor determina su formación.

Sin importar cual sea su decisión para la elaboración de la lectura, el profesor deberá realizar en plenaria las aportaciones pertinentes de estructura, acentuación, ortografía, vocabulario desconocido, entre otras. Lo puede hacer antes de iniciar la lectura, previo a la revisión del ejercicio o durante la lectura en voz alta en el aula. Para ello, el profesor tiene la obligación de llevar la obra preparada, es decir, analizada y desglosada con las señalizaciones en donde se requiera intervención. Además, como esta obra es más extensa y presenta un mayor número de tecnicismos deberá buscar el significado del vocabulario desconocido para poder explicarlo en caso de que algún alumno se lo cuestione.

Lo importante en esta actividad es promover el aprendizaje colectivo. Al trabajar en equipo es más probable que los alumnos sientan mayor confianza con sus pares para debatir sus ideas y consultar sus dudas sobre el tema. Incluso un compañero puede resolver mejor sus inquietudes utilizando ejemplos que son significantes para ellos de forma análoga. Mientras los alumnos analizan el texto, la tarea del profesor es supervisar el trabajo de los estudiantes, orientarlos y solucionar los cuestionamientos que se les presenten.

En contraste con “Especies exóticas vs. nativas”, “Darwin y el sexo violento” presenta más características con mayor número de ejemplos. Esto se debe a que su desarrollo es más profundo, al ser más extenso. A continuación solo desarrollaremos aquellas características que no estuvieron presentes en la primera lectura o las que necesiten de una explicación para su ubicación. Por ejemplo, en el rubro de estructura, la objetividad está presente cuando los autores redactan las teorías evitando su opinión y sustentándola en la evidencia de los experimentos o investigaciones. De igual forma, omite los juicios de valor ante la conducta sexual agresiva de los machos y no expresa preferencia por ninguno de los sexos:

Finalmente, no quisiéramos dejar la impresión de que los machos siempre son los villanos de la historia (...) en la coevolución sexual antagonista tanto machos como hembras pueden desempeñar los roles de “agresor” y “agredido”. (Cordero Macedo & García, 2009, p. 42)

Asimismo, el modo discursivo descriptivo puede verse disminuido cuando aparecen fotografías, ilustraciones o esquemas que facilitan la comprensión e interiorización de la información. Tal es el caso de “Darwin y el sexo violento” donde encontramos fotografías, dibujos y un esquema que explica el ciclo de coevolución sexual antagonista. Por otro lado, en el rubro de comunicación el texto está dirigido para el público general porque aunque presenta mayor número de tecnicismos, estos son explicados y en la introducción presenta los antecedentes necesarios para que el receptor comprenda las bases del fenómeno que se estudian. Mientras que en el rubro de ciencia encontramos clasificaciones a partir de los tecnicismos establecidos para nombrar y diferenciar a las diferentes especies de manera taxonómica como *Panorpa latipennis*, *Danaus plexippus*, Familia Cimicidae, Orden Lepidóptera, entre otros.

Es importante señalar que en el momento en que los alumnos trabajan en el análisis del texto de divulgación científica están repitiendo el proceso para desarrollar su capacidad cognitiva de comprensión lectora. Al igual que en la sesión previa, los alumnos contextualizaron, descodificaron y analizaron a través de la identificación de características y la interpretación del contenido.

Una vez concluido el lapso que determinó el profesor para realizar el análisis del texto o cuando los equipos terminaron la actividad se efectuará la revisión del ejercicio en plenaria. El docente dirigirá las intervenciones al solicitarle a cada uno de los grupos que brinde una característica siguiendo el cuadro sinóptico de análisis. En caso de que una evidencia sea incorrecta o ambigua pedirá la participación de los demás estudiantes para orientar a otra prueba más certera. El objetivo de hacer la revisión en plenaria es que los alumnos corrijan sus propios errores, hagan las anotaciones pertinentes que enriquezcan sus respuestas, resuelvan las dudas e inquietudes presentes y se fomente el aprendizaje colectivo entre compañeros.

Ahora bien, para culminar la sesión del desarrollo de la estrategia didáctica el profesor guiará, en plenaria, una comparación entre el primer y el segundo texto abordados en clase. Esta actividad ayuda a retroalimentar el aprendizaje y a que el alumno sea consciente de los diferentes tipos y presentaciones de los textos de

divulgación ya que se examina la forma de redacción, el manejo de tecnicismos, el desarrollo del método científico y los argumentos demostrativos.

El desarrollo de esta propuesta de estrategia didáctica es breve. Si el plazo establecido es mediano o corto no es recomendable trabajar textos de divulgación científica que manejen controversias científicas o temas de política científica, tampoco son recomendables la columna científica o la entrevista de semblanza; todos estas obras centrarán la atención del alumno en el tópico del texto ocasionando ruido en su aprendizaje sobre la temática que deseamos que dominen.

Con cada nueva obra que el docente prepare para su análisis, el alumno consolidará más la capacidad de comprensión lectora así como sus destrezas y habilidades porque las está reforzando en cada lectura. Es importante que el profesor diseñe una breve actividad al finalizar el análisis, para retroalimentar el aprendizaje adquirido con cada nuevo ejercicio.

4.4.3 Sesión de culminación

La clase de cierre de la estrategia didáctica está diseñada para la evaluación del aprendizaje, es decir, la comprensión lectora de los textos de divulgación científica. Hilda Taba (1976) señala que la evaluación es una actividad compleja que reside en un proceso didáctico planeado y ejecutado con la intención de optimizar la práctica pedagógica. Gracias a la evaluación el docente es capaz de monitorear el desempeño de los aprendizajes a través del desarrollo y uso de procedimientos que evidencian el aprendizaje de los estudiantes. Los profesores sintetizan e interpretan los productos elaborados para obtener información que optimice el aprendizaje de los alumnos, el proceso de enseñanza aprendizaje así como el plan de estudios (p. 410).

Como indicamos en la primera sesión de la estrategia didáctica, la evaluación consistirá en la elaboración de un texto individual donde el alumno explicará cómo identifica un texto de divulgación científica argumentando sus características. La composición parte de la lectura de dos textos en donde

deberán de decidir cuál de ellos, si es un texto de divulgación científica, justificando su elección (observe Anexo 23 para apreciar la planeación didáctica completa con sus respectivos materiales). Para realizar la actividad el alumno puede recurrir a sus apuntes, a la red conceptual o al cuadro sinóptico que se trabajó en las dos clases previas.

Esta evaluación no solo exige la comprensión lectora y el análisis de los dos textos, sino también la producción de una composición coherentemente organizada que evidencie con argumentos los aprendizajes adquiridos. La rúbrica de evaluación especifica claramente los aspectos que se deben examinar –los cuales están relacionados con los aprendizajes promovidos– así como la manera de calificar. De igual forma, establecer estos parámetros refuerza la metacognición del estudiante al activar su conciencia de lo que hace, para qué lo hace y cómo lo hace durante la lectura. Así, garantizamos la participación activa del receptor durante la lectura porque hace una reflexión y análisis de su propio proceso cognitivo de comprensión.

Al ser consciente del objetivo de hacer la lectura, el alumno va desarrollando una intuición del texto mientras la ejecuta, es decir, va analizando y determinando el género de la obra a la par que lee su forma, contenido, tema, léxico y características. Cuando el receptor conoce el género que va leer, tiene una serie de expectativas que pretende encontrar en la obra porque conoce sus características. Si el texto no las posee entonces el receptor o alumno encontrará errores e incongruencias en el escrito que indican que no pertenece a dicho género o es de mala calidad.

De hecho, uno de los rubros para evaluar la composición es explicar cómo se podría mejorar el texto para que sí fuera uno de divulgación científica. De manera que el alumno reflexiona sobre el tipo de información que necesita investigar el emisor, para que su obra sea de divulgación científica.

“Bebidas *light* hacen consumir más calorías” (Mercurio, 2014) es una noticia breve publicada en la sección de Ciencia del diario *El Universal*. El fenómeno que estudian es la alimentación y el tema corresponde a la disciplina de medicina. Sin embargo, este texto no es de divulgación científica porque carece del método

científico que utilizaron en el estudio para concluir que las personas que consumen bebidas dietéticas consumían más calorías porque creen que tienen mayor libertad para ingerir alimentos calóricos. Incluso, la manera en que está redactada la noticia hace creer que la investigación se basa en la opinión de los investigadores ya que no demuestra ni una sola evidencia.

Por lo tanto, a esta noticia le hace falta el planteamiento del problema como datos de la obesidad en Estados Unidos o México; experimentación, desarrollo de los criterios utilizados para analizar los datos de la Encuesta Nacional sobre Salud y Nutrición; análisis de resultados, explicar cómo se llegó a la conclusión; respaldos de autoridad, revista arbitrada en la que donde se publicó el artículo original del estudio, e investigaciones previas. Para desarrollar mejor y a profundidad estas características del método científico es necesario usar los modos discursivos de exposición, narración y descripción.

En contraste, “No me apresures” (Abrahams, febrero 2013), es una noticia con mayor profundidad que describe el fenómeno de defensa territorial en los humanos. Este pertenece a la revista *¿Cómo ves?* y es de divulgación científica porque posee las características de los tres rubros de manera efectiva.

Las instrucciones y la rúbrica de la evaluación deben ser leídas en voz alta por el profesor antes de que empiecen la elaboración del texto para resolver dudas o confusiones sobre la actividad. De igual forma, mientras hacen su composición de manera individual el profesor debe estar pendiente de las inquietudes que surjan durante el proceso.

Con la elaboración de esta composición, el alumno desarrollaría la última habilidad de la destreza de analizar: evaluar. Es por eso que su redacción debe ser coherente entre la ideas, poseer el vocabulario adecuado y con buena ortografía. Además de contener los aprendizajes adquiridos, este texto manejará las opiniones de los autores en cuanto a la calidad de las lecturas, las contrastará, comprobará si sus fuentes son confiables y sacará sus propias conclusiones.

Estrategia 3:		
Analizar		
Habilidad	Contenido	Método
Evalúa	la calidad de un texto de divulgación científica	elaborando un texto donde emplee el vocabulario adecuado, fluidez verbal así como discurso lógico.
La elaboración del texto requiere de las siguientes habilidades:		
-Opina	sobre la calidad del texto de divulgación científica	resumiendo las características positivas y corrigiendo los <i>errores o incongruencias</i> de forma, fondo, <i>cohesión textual</i> , contenido, estructura...
-Contrasta	-hechos y experiencias científicas previas con nuevas -la realidad con el texto	argumentándolas.
-Comprueba	la credibilidad de las fuentes de información científica	verificando su apego a los procesos de la ciencia.
-Saca conclusiones	sobre el texto de divulgación científica	exponiendo sus ideas.

Así, finalizamos con la última estrategia cognitiva de la capacidad que nos interesa desarrollar en el alumno: la comprensión lectora. Además, la ejecución de las tres estrategias nos indica el procedimiento o la técnica metodológica adecuada para alcanzar esta capacidad. Incluso, este texto en el que el alumno trabaja la habilidad de evaluar, puede ser el inicio para desarrollar una capacidad superior que depende de la comprensión, es decir, el pensamiento crítico.

Para ello, lo ideal sería que la rúbrica de evaluación no fuera tan específica en cuanto a los rubros y las características que el alumno debe buscar porque se supone que él ya las maneja. Pero esta propuesta parte de que el tiempo para adquirir el aprendizaje es breve (tres sesiones). Si el docente tiene mayor tiempo para trabajar el desarrollo de esta estrategia didáctica con más lecturas, sería recomendable cambiar la rúbrica, omitiendo los rubros para hacerla más general.

Una vez que se recogieron los textos elaborados por los alumnos, el maestro puede dirigir una discusión guiada en plenaria para cerrar la sesión de culminación que retroalimente el aprendizaje, preguntándoles:

- A) ¿Cuál de los textos es el de divulgación científica?
- B) ¿Cómo lo saben? ¿Qué características encontraron?
- C) ¿Cómo mejorarían el texto que no es de divulgación científica?

Por último, después de que el educador revisó los trabajos es importante que retome los errores más comunes para aclararlos en plenaria con la finalidad de resolver las dudas al respecto. Otra forma de cerrar el tema sería recuperar los espacios de la ciencia que mencionaron al inicio de la sesión de apertura y determinar si realmente pertenecen o no a este género.

Todas las actividades que integran esta propuesta de estrategia didáctica están diseñadas con una finalidad de aprendizaje específico de manera operacional y conceptual. Para ello, fue necesario determinar previamente los aprendizajes que se deseaban propiciar en los jóvenes. Asimismo, la selección de lecturas es la adecuada para su nivel escolar y características adolescentes. Además, la estrategia mezcla dinámicas que van del trabajo individual, al grupal y al plenario. De manera que cumplimos con otro mandamiento del aprendizaje que es “diversificar las tareas y aprendizajes” (Pozo, 1994, p. 341).

A continuación abordaremos los resultados de la aplicación de esta propuesta didáctica para la comprensión lectora de textos de divulgación científica en dos grupos.

4.5 La aplicación de la estrategia didáctica en dos grupos

Para comprobar la efectividad de la estrategia se aplicó en el Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, plantel Naucalpan. La propuesta elaborada en este proyecto fue integrada en la tercera unidad “Lectura y escritura para el desempeño académico” de la materia Taller de Lectura, Redacción e Iniciación de la

Investigación Documental (TLRIID) I con duración de 30 horas. En este bloque temático se desarrolla el texto expositivo en su organización textual y estructura, secuencia temporal, descripción, comparación-contraste, problema-solución, causa-efecto y propósito: informar y explicar. La lista contenía a 55 alumnos. A la primera sesión (14:00 a 16:00 horas) acudieron 42 y a la segunda (16:00 a 18:00 horas) 24.

En la apertura de la primera sesión cuestionamos a los alumnos sobre los espacios que ellos utilizan o encuentran en la vida cotidiana y que poseen contenidos de ciencia. Los alumnos participaron y discutieron entre ellos sus respuestas. Varios afirmaron que no conocían ningún programa de televisión, radio, libro, periódico, película o museo que tuviera contenidos de ciencia.

Posteriormente, en plenaria realizaron la lectura del texto “Especies exóticas vs nativas”. Los alumnos se turnaron para leer en voz alta. El profesor orientó la lectura preguntando el vocabulario que podría ser complicado para los alumnos, resolvió el significado de las palabras desconocidas así como cuestiones de acentuación, gramática y redacción.

Después, el docente dirigió una discusión guiada donde los alumnos y él descubrieron las características de los textos de divulgación científica. Las características señaladas fueron encontradas en la lectura que se realizó previamente para ejemplificar las propiedades de los textos de divulgación científica. Antes de concluir la primera sesión los estudiantes y el profesor elaboraron en conjunto la definición de los textos de divulgación científica. Por falta de tiempo, trabajaron la red conceptual de tarea.

La segunda sesión inició tarde, por lo tanto, la actividad de revisión de la red conceptual para reactivación de los conocimientos fue omitida. El docente abrió su clase pidiendo a los alumnos que se dividieran en grupos de tres a cuatro personas. Posteriormente, les entregó el texto “Darwin y el sexo violento” para que lo leyeran e identificaran en él las características de los textos de divulgación científica, basándose en el cuadro sinóptico de la clase anterior y apoyándose en la red conceptual hecha de tarea. Durante la actividad el profesor visitaba a los

diferentes grupos para resolver dudas de vocabulario, contenido o a las características a encontrar.

En plenaria, el profesor explicó la estructura del *abstract* de la lectura y brindó las señalizaciones pertinentes sobre la acentuación. Posteriormente, el educador dirigió una discusión guiada en donde los grupos presentaban y ejemplificaban las características encontradas en el texto. Los estudiantes participaron afirmando, enriqueciendo, negando y proponiendo a las respuestas de sus compañeros. Para cerrar la sesión, el profesor le preguntó a los alumnos las diferencias y semejanzas entre el primer texto (“Especies exóticas vs. nativas”, noticia informativa de ciencia) y el segundo (“Darwin y el sexo violento” artículo de divulgación de la ciencia).

Al final de la segunda sesión el educador entregó a los alumnos el ejercicio de evaluación para hacerlo de tarea. El profesor indicó las instrucciones pertinentes para su elaboración y se resolvieron las dudas. Los alumnos fueron avisados de que la actividad, de carácter individual, formaría parte de su evaluación. El 10 de noviembre se recogieron los trabajos al inicio de la clase y se hizo un breve cierre en donde los alumnos rescataron la información aprendida y la vincularon con su vida cotidiana. No obstante, solo tres personas entregaron el trabajo ese día. A la sesión siguiente se sumaron nueve textos más.

De las doce evaluaciones recogidas, siete de ellas fueron una composición de dos párrafos que se plagaron entre ellos. Por lo tanto, únicamente analizaremos los resultados de los cinco trabajos restantes. En términos cuantitativos un alumno sacó nueve, otro ocho, dos más siete y uno reprobó con cinco. El rubro con mayor número de aciertos fue el de comunicación, entre los pocos errores solo encontramos la ausencia del contexto cultural en varios análisis. Otros trabajos como el de Claudia Fernanda Rodríguez Reyes señalaron que los autores del texto de divulgación científica “No me apresures”, utilizado para la evaluación, eran el investigador Barry Rubak y no el editor Marc Abrahams.

En el rubro de ciencia los alumnos no identificaron la observación en el método científico del texto “No me apresures” o incluso la confundieron con la

conclusión. Por ejemplo, Ana Cristina Guevara Hernández plantea como observación “Los usuarios prolongan la llamada principalmente porque hay otra persona esperando” cuando esta es la conclusión. La observación se encontraba cuando los investigadores medían el tiempo en el que las personas colgaban su llamada o lo que tardaban en subirse a su auto e irse. En algunos otros trabajos se omitieron los respaldos de autoridad y las investigaciones previas que sustentan la investigación de “¡No me apresures!”.

Mientras que en el rubro de estructura encontramos el mayor número de conflictos. Varios alumnos suprimieron la objetividad del texto y el lenguaje denotativo y si lo llegaron a mencionar no lo argumentaron. Asimismo, no hallaron u omitieron señalar dónde estaba la narración y la descripción. Los problemas constantes en este rubro y presentes en la mayoría de los trabajos indican que el aprendizaje en dicha categoría no fue el adecuado. Probablemente, durante las clases previas en las que se desarrollaron estos puntos no fueron abordados con suficiente tiempo y claridad, es decir, el profesor las dio por entendidas y se siguió de largo. Por ello, es indispensable que el educador realice preguntas abiertas para verificar que la información de cada bloque ha sido obtenida y asimilada de manera adecuada.

Sin embargo, los trabajos entregados demuestran un análisis de los textos o al menos un esfuerzo porque todos ellos lograron identificar el texto de divulgación científica correcto con la mayoría de sus características. No obstante, algunos de ellos se limitaron a enunciar algunas características y su nota se vio afectada porque carecieron de evidencia que lo fundamentara o lo argumentaron incompletamente. Incluso, al cierre de la estrategia los alumnos expresaron que la comprensión de los textos de divulgación científica es de gran utilidad en la vida diaria para resolver problemas, tomar decisiones o usar la tecnología.

Aunque la estrategia no pudo cumplirse en su totalidad, deja grandes indicios que aplicada adecuadamente y con el tiempo indispensable puede propiciar los aprendizajes deseados de manera efectiva. Sin embargo, no hay que pensar o confiar que la estrategia didáctica es una receta mágica ya que únicamente consiste en un supuesto teórico el cual deberá modificarse cuando su

función no es aplicable en la práctica. Por el contrario deberá abrirse a nuevas técnicas que sí propicien un aprendizaje significativo. Para eso, el diálogo es indispensable porque le permite al docente encontrar nuevas ventanas de oportunidad para desarrollar capacidades cognitivas y vincularlas al aprendizaje de contenidos que se construyen a partir de sus conocimientos previos. Incluso, una duda, inquietud o confusión es un buen inicio para propiciar aprendizajes.

Ahora bien, con la finalidad de obtener mejores resultados que los descritos previamente por la escasez de trabajos se decidió aplicar la estrategia nuevamente. Una vez más, fue realizada en el Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Naucalpan, los días 07, 14 y 16 de abril de 2015 con horario de cuatro a seis de la tarde. Las sesiones fueron presentadas a los alumnos como un Micro Taller Remedial para la asignatura de Taller de Comunicación II, impartida por su titular el doctor Rafael de Jesús Hernández Rodríguez.

Al taller se inscribieron 53 alumnos de los grupos 669, 866 y 870 vespertinos de sexto semestre; de los cuales 39 estudiantes concluyeron el curso. La evaluación del taller fue con base 10, cinco puntos valían la asistencia a las tres clases (1.6 por cada sesión) por disposición del docente titular, mientras que la otra mitad de la calificación se obtuvo con el último ejercicio de la planeación.

En la primera sesión, se repitió la misma dinámica que en la primera aplicación de la estrategia didáctica. La única diferencia relevante consistió en que ahora sí los alumnos y el maestro en conjunto pudieron elaborar la red conceptual de los textos de divulgación científica como una actividad para cerrar la clase y retroalimentar el aprendizaje.

Para la apertura de la segunda sesión, los maestros y los alumnos recordaron las características de los textos de divulgación científica con la revisión de la red conceptual realizada en la primera clase. Esta actividad fue importante porque el espacio entre una sesión y la otra fue de una semana a causa de la toma de las instalaciones del plantel. Asimismo, la sesión fue interrumpida por más de media hora cuando personal de la dirección informó a los estudiantes sobre el proceso de selección de licenciaturas para la Universidad. Dicha situación impidió que varios equipos concluyeran el análisis del texto "Darwin y el sexo

violento”. En la parte final de la revisión del ejercicio, las participaciones se redujeron considerablemente y las últimas características fueron señaladas por el profesor. Además, por falta de tiempo, no se pudo realizar la actividad de cierre y retroalimentación del aprendizaje.

Finalmente, en la última sesión, la apertura consistió en comparar los textos “Especies exóticas vs. nativas” y “Darwin y el sexo violento”. Posteriormente, en plenaria el profesor leyó las instrucciones de la actividad de evaluación de carácter individual y preguntó sobre dudas. Los alumnos trabajaron de manera solitaria y el profesor se acercó a ellos para resolver dudas, cuestionamientos, entre otros. Cuando terminaron el ejercicio los alumnos se iban marchando. Por cuestiones de logística no pudimos tener una sesión más para el cierre y la retroalimentación. Sus calificaciones fueron enviadas por correo electrónico y el 22 de abril se elaboraron las revisiones para quienes tenían inconformidad con su evaluación.

Uno de los grandes conflictos en los que se fue envuelta la práctica está relacionado con el horario en el que se impartió el curso. Alrededor de 20 alumnos inscritos en el curso tenían otra clase con valor curricular de manera simultánea, razón por la cual 11 de ellos desertaron antes de concluir el taller. Los nueve restantes se dividían entre estar en la primera o la segunda hora para no tener problemas en su asignatura. Los alumnos que concluyeron el curso cumplieron con lo que se comprometieron: a realizar las actividades completas de las sesiones y enviarlas por correo para acreditar la asistencia. A su vez, el educador enviaba las respuestas correctas para que el alumno las comparara y corrigiera sus errores.

Otro problema relacionado con estos alumnos consistió en que varios de ellos se confundieron al completar el cuadro sinóptico para analizar los textos de divulgación científica. Esto puede ser señal de que quizá el docente deba evaluar si debe cambiar el orden de las columnas, es decir, poner primero las pistas para encontrar las características, después las características y por último el ejemplo en vez de colocar las características primero. La confusión de estos alumnos puede deberse a que como llegaban tarde a la dinámica de la clase desconocían el proceso para completar el cuadro. Esta observación es importante para el docente

porque para la elaboración del ejercicio es necesaria su orientación y no puede ser una actividad que se deje hacer individualmente.

Asimismo, para los alumnos que no asistían a la clase completa se les pidió en la última sesión que se llevarán el ejercicio de evaluación como tarea y lo mandaran por correo a más tardar al día siguiente. Esta decisión se debió a que no acabarían la actividad en una hora o menos.

De los 39 trabajos entregados 19 fueron deficientes y 20 fueron de regulares a buenos. Además, 12 de los 19 con calificación reprobatoria hicieron el ejercicio de manera incompleta ya que no abordaron varios puntos de los solicitados. Por lo tanto, solo tomaremos en cuenta los otros 7 en los que se aprecia un esfuerzo por hacer la actividad. Con respecto a los otros 20, ocho de ellos fueron buenos trabajos y los otros 12 fueron regulares.

Una vez más, el rubro con menor número de problemas fue el de comunicación. El contexto cultural no fue abordado por los trabajos deficientes o regulares pero estuvo presente en los buenos trabajos de manera explícita. En comparación con los trabajos entregados en la primera aplicación estos son más extensos y mejor argumentados. Incluso, en este rubro la mayoría de los trabajos reconoce fácilmente la disciplina en la que se enmarcan las investigaciones, ya que en los trabajos de primer semestre respondían esta categoría con la descripción del fenómeno a estudiar. Las experiencias y conocimientos de los alumnos de sexto les permite inferir de manera sencilla los campos de estudio de la ciencia, sin embargo estos conocimientos aún no se han desarrollado en los estudiantes de primer semestre.

Con respecto al rubro de la estructura, los modos discursivos volvieron a causar problemas en los alumnos. Específicamente, donde se les requiere el tipo de información que investigarían para agregarla y convertirlo en un texto de divulgación científica, la mayoría de los trabajos se centró en la explicación del método científico. Escasos ejercicios refirieron que abordaran las fases del método científico a través de modos discursivos. Asimismo, los trabajos regulares y deficientes ubicaron únicamente la narración y agregaron la exposición pero no identificaron u omitieron las descripciones presentes. Por último, en algunos

trabajos mencionaron la existencia del lenguaje denotativo y la descripción pero nunca la justificaron o evidenciaron.

Mientras tanto, en el rubro de la ciencia encontramos la evidencia sobre si el alumno comprendió o no a totalidad o en una parte el texto. Por ejemplo, sobre todo en los trabajos regulares consideran que los dos experimentos, el primero en las cabinas telefónicas y el segundo en el estacionamiento son el mismo cuando no lo son. El de las cabinas telefónicas es la investigación previa, la más relevante es la del estacionamiento. Sin embargo, varios alumnos las concibieron al revés o las dos como una sola cuando son diferentes es por ello que fueron pocos los que mencionaron la existencia de una investigación previa. Además, esta categoría casi no fue mencionada como un elemento para mejorar la noticia que no era de divulgación científica. Por último, algunos aspectos como las conclusiones, el planteamiento del problema, observación y análisis de los resultados si son mencionados pero no están justificados o evidenciados, por lo tanto, su argumentación está incompleta.

Otra situación que es importante destacar consiste en que solo una alumna Flor Estefanía Urbán Chavarría aseguró que el texto de divulgación científica era el de bebidas dietéticas en vez de “¡No me apresures!”. No obstante, no fue un trabajo deficiente, más bien, regular porque sus errores se limitaron a las características de la ciencia porque los rubros de estructura y comunicación fueron debidamente llenados. De manera que no podemos decir que su aprendizaje es nulo.

En síntesis, los obstáculos que afectaron la aplicación de la estrategia fueron que faltó la sesión de culminación de la estrategia en la primera prueba piloto, esto significó un ínfimo número de trabajos con los que es insuficiente analizar el alcance del aprendizaje. Sin mencionar, que alrededor de la mitad del grupo se ausentó durante la sesión de desarrollo. Mientras que en la segunda aplicación, los conflictos se presentaron con la interrupción de la sesión de desarrollo y el desfile de alumnos porque unos entraban y otros salían. De igual forma, es importante señalar que al no ser el titular de la asignatura es poco probable que todos los alumnos tomen en serio al docente y su trabajo.

A pesar de ello, los trabajos entregados son un buen indicador de que los alumnos con la mediación correcta alcanzarían la capacidad de la comprensión lectora de textos de divulgación científica. Es muy probable que al desarrollar la estrategia didáctica como está diseñada en sus tres momentos de apertura, desarrollo y cierre se obtengan mejores y hasta excelentes trabajos. Sobre todo si la sesión de desarrollo se amplía con un mayor número de clases y lecturas. Así el alumno tendría mayor tiempo y espacio para asimilar el aprendizaje de una manera más adecuada y precisa.

Obviamente, la estrategia didáctica es un supuesto teórico que debiera ser modificado en la práctica a sus condiciones particulares, pero es más fácil adaptarla cuando se tiene más tiempo para realizarla que tan solo tres sesiones, aunque sean de dos horas. Tan solo en el Colegio de Bachilleres donde el tiempo establecido para desarrollar dicha temática es el menor (16 horas), hablamos de un plazo el doble de superior al planteado en la estrategia. Este lapso es lo justo o suficiente para desarrollar el aprendizaje de manera efectiva con más ejercicios y lecturas de práctica. Con una buena mediación el profesor podrá obtener óptimos resultados en las actividades de evaluación. Ni que decir en el caso de los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos del IPN donde las 54 horas del semestre abordan textos de divulgación científica, aquí tienen el espacio suficiente para abordar todos los subtipos incluyendo a los géneros de opinión. Por ello, cada educador deberá hacer los ajustes pertinentes de esta instrumentación didáctica dependiendo del tiempo que tiene por sesión, el plazo establecido para abordar la temática, los intereses y nivel de los alumnos, el ambiente afectivo del grupo y las normas establecidas por la dirección educativa.

Cabe subrayar que la estrategia didáctica propuesta está diseñada para que los alumnos en conjunto construyan su conocimiento con base en la información previa que poseen y la orientación del profesor para desarrollar su capacidad cognitiva. Un supuesto que se convirtió en realidad durante las dos pruebas piloto en donde la participación de los alumnos expresando sus conocimientos y experiencias fue indispensable para propiciar el aprendizaje.

Asimismo, la mejor forma de evaluar la comprensión lectora es la elaboración de un texto que argumente la identificación de un texto de divulgación científica. El educador puede inferir si la comprensión de la obra es total, parcial o nula a través la forma en la que el alumno estructura, organiza, resume, describe, opina, justifica, sostiene, entre otros la información. Los datos arrojados por las composiciones de los alumnos permiten al docente detectar las fallas en el proceso de comprensión (contextualizar, descodificar y analizar) con la finalidad de trabajar en ellas para subsanarlas y así poder propiciar un aprendizaje significativo de manera efectiva.

CONCLUSIONES

La propuesta de estrategia didáctica para la comprensión lectora de textos de divulgación científica presente en este proyecto es un trabajo completo porque su diseño comprende los elementos disciplinares fundamentales tanto de la lengua como pedagógicos para que el docente de la lengua a nivel medio superior sea capaz de propiciar el aprendizaje en sus alumnos.

En primer lugar, abordamos el proceso con el que se construye la ciencia y sus características con la finalidad de que el educador pueda identificarlos en los textos de divulgación científica. Con este conocimiento el maestro podrá referir a la ciencia como un intento humano para explicar cómo se desarrollan los fenómenos naturales y sociales. Los resultados obtenidos por los científicos durante su experimentación están permeados por su ambiente social e histórico. De igual forma, la construcción del conocimiento científico requiere de un método crítico y argumentado racionalmente, el cual será diferente dependiendo de las particularidades de cada campo de estudio.

Además, la ciencia es un proceso colectivo y creativo donde los investigadores informan sus descubrimientos a sus pares a través de registros precisos para que sean revisados y aprobados. Con el tiempo los hallazgos pueden influir para resolver problemas de la comunidad u optimizar tecnología. Así, la ciencia forma parte de la tradición social y cultural al apreciar su impacto en la vida cotidiana. La información desarrollada en el primer capítulo es de utilidad para el profesor porque con ella puede acercarse con mayor facilidad a los textos de divulgación de la ciencia. Ahora, el docente puede inferir sus características científicas a través del contenido cuando estas no son explícitas. De manera que podrá determinar si el texto es de calidad en cuanto a ciencia se refiere diferenciándolo de aquellos que no lo son como los pseudocientíficos o publicitarios engañosos.

No obstante, también son importantes los aspectos formales de estos textos de divulgación; razón por la cual abordamos sus características como las obras expositivas que son. Para desarrollar el aprendizaje en el aula, los textos de

divulgación científica deben ser los de mejor calidad en su forma expositiva y contenido científico. Para ayudarle al docente a seleccionar las mejores obras diseñamos un modelo de análisis del discurso científico centrado en los textos de divulgación científica con base en la teoría del lingüista Teun A. Van Dijk. El modelo contempla diferentes categorías que corresponden a elementos indispensables en un escrito de calidad tanto en el contenido científico como en su forma expositiva.

Para finalizar esta parte disciplinar, le presentamos al educador los lugares ideales y confiables para encontrar textos de divulgación científica. Asimismo, le informamos las ventajas y limitaciones que tienen los diferentes autores (científicos, divulgadores y periodistas) al momento de redactar obras de divulgación para que el docente advierta las desventajas y aproveche sus buenas cualidades. Por último, desarrollamos los diferentes tipos de textos de divulgación científica para que el profesor escoja aquel que mejor se adapte a su objetivo y tiempo. Todo este conocimiento es clave para el maestro porque le permite reconocer el valor social de los textos de divulgación científica y compartirlo con los estudiantes. De igual forma, tendrá una actitud más segura en el aula al brindar un contenido, el cual estará bien consolidado, provocando así un aprendizaje socialmente adecuado en los jóvenes.

A la par de la disciplina, la planeación de una estrategia requiere de conocimientos pedagógicos que le indiquen al educador la manera en la que se construye el conocimiento y el aprendizaje. La exposición de estos procesos le permitirá al receptor de esta tesis organizar una serie de actividades estructuradas con una finalidad específica para la generación de aprendizaje, reforzar o reestructurar el conocimiento. Un factor clave que potencializa o limita el aprendizaje es la relación e interacción entre el maestro y sus alumnos. En este trabajo describimos los comportamientos que fomentan un aprendizaje en los alumnos como partir de sus conocimientos previos –consolidar los correctos y reformular los incongruentes–, abrirse al diálogo –ser respetuoso y humilde durante sus intervenciones– e interesarse por sus deseos, necesidades y motivaciones.

Tener una buena comunicación con los estudiantes, permite al docente fusionar los horizontes de los jóvenes con su intención educativa a través de actividades o lecturas con temas con los que se sientan identificados, promoviendo así el aprendizaje. Por ello, este trabajo describe al alumno adolescente que encontramos en las aulas y hacemos un pequeño acercamiento a su percepción e interacción con el objeto de estudio, es decir, los textos de divulgación científica. Dicha información pretende darle una idea al maestro de lo que podría enfrentarse en el salón de clases, preparándolo para su práctica. Ante las situaciones inesperadas deberá ser creativo para aprovecharlas de buen modo y encaminarlas o enlazarlas hacia el aprendizaje.

Para finalizar, la estrategia didáctica propuesta está planeada para desarrollar una capacidad cognitiva, la comprensión lectora centrada en textos de divulgación científica. Razón por la cual fue necesario definir el proceso mental y los elementos que estructuran la comprensión, con base en la doctora e investigadora en el área Valeria Abusamra. La descripción del proceso y de sus elementos fue indispensable para retomarlos y ejecutarlos dentro de una estrategia cognitiva diseñada para desarrollar la comprensión lectora de textos de divulgación científica de acuerdo con los pedagogos Martiniano Román Pérez y Eloísa Díez. La estrategia cognitiva especifica paso a paso los procesos mentales que conforman la comprensión.

Ahora bien, con toda esta información como base trazamos una estrategia didáctica para la comprensión lectora de textos de divulgación científica sustentada en los elementos disciplinares de la lengua, pedagógicos y cognitivos. La estrategia didáctica está dividida en tres momentos que le permiten acercarse al objeto de estudio (apertura), identificar las particularidades el aprendizaje del objeto de estudio (desarrollo) y consolidar el conocimiento (culminación). Cada uno de los momentos posee sus propias actividades estratégicamente organizadas para propiciar el aprendizaje. Además de tener una finalidad determinada, cada actividad promueve a la par contenidos científicos correctos y comportamientos que favorecen la relación educativa entre el alumno y el docente, fomentando así el aprendizaje y desarrollo de las destrezas o habilidades que

componen la capacidad de comprensión lectora de los textos de divulgación científica.

Prueba de ello es que estudiantes de primero y sexto semestre del CCH, plantel Naucalpan, a quienes se les aplicó la estrategia fueron capaces de identificar entre dos textos cual sí era de divulgación científica y argumentarlo por escrito. A través de la redacción de sus composiciones encontramos una comprensión lectora efectiva. Los señalamientos que hacen al demostrar las evidencias de las características se corresponden con el tema y el contenido de las lecturas presentadas. Incluso, denuncian los errores e incongruencias presentes en el texto que pretende ser de divulgación científica. Los indicios de esta evaluación o juicio nos indican principios de una capacidad cognitiva superior: el pensamiento crítico.

La importancia de estos resultados radica en que son síntoma de una metacognición por parte del alumno, es decir, el joven es consciente del proceso y la estrategia que realiza durante la lectura. Un procedimiento y una estrategia cognitiva aprendida gracias a la estrategia didáctica propuesta en esta tesis. Esto le permite al estudiante evaluar y reflexionar si la forma en la que ejecuta su comprensión es efectiva y adecuada.

No debemos olvidar que la estrategia didáctica propuesta no está limitada a ninguna institución educativa específica, por lo tanto, puede ser implementada por cualquier docente interesado en desarrollar este aprendizaje en su aula. Para ello, deberá hacer los ajustes necesarios dependiendo del tiempo y las particularidades de su organización laboral. Por ejemplo, en esta estrategia didáctica se instrumentaron tres sesiones, pero si el profesor tiene mayor tiempo para abordar esta temática puede agregar actividades que refuercen el aprendizaje. El capítulo tres detalla diferentes formas y métodos que propician el aprendizaje y el segundo capítulo describe la variedad de textos de divulgación científica que pueden ser utilizados. Con esta combinación el profesor es capaz de diseñar nuevas y diferentes actividades que amplíen la estrategia didáctica, consolidando así el conocimiento en cada repetición del proceso durante el momento de desarrollo.

Esta propuesta de estrategia didáctica para la comprensión lectora de textos de divulgación científica podría convertirse en una alternativa para subir los bajos índices que poseen los estudiantes mexicanos de 15 a 16 años en las áreas de lectura y ciencias, de acuerdo con la prueba PISA de la OCDE. Cabe destacar que la estrategia didáctica aquí desarrollada no es una receta mágica que garantiza el aprendizaje debido a que cada grupo de jóvenes posee sus características particulares las cuales permitirán o no la aplicación total, parcial o nula de la instrumentación presentada. Ante las adversas circunstancias, es fundamental que el educador maneje una buena interacción y apertura al diálogo con los jóvenes para buscar nuevas técnicas o métodos que propicien el aprendizaje.

Una última consideración para resaltar es que la comprensión y el análisis desarrollado en esta propuesta de estrategia didáctica no se limitan a los textos escritos de divulgación científica. Su utilización puede expandirse a otro tipo de obras presentadas en otros medios como los de sonido (espacios en la radio) o audiovisuales (contenidos en la televisión, cine, internet). Cuando el alumno aprende a identificar y analizar los textos de divulgación científica puede traspasar este conocimiento a cualquier formato en el que los encuentre, comprendiéndolo a su totalidad.

ANEXOS

Anexo 1. Campos de estudio en los que se divide la ciencia

Ciencias de la naturaleza Se ocupan de la forma y de la función de las cosas naturales e inanimadas.	Física: Estudia las leyes de la naturaleza y su interdependencia en una ley más general como la interacción entre la materia y la energía o los movimientos de los objetos.
	Química: Observa la composición de las sustancias, su constitución, sus propiedades reacciones y transformaciones.
	Biología: Se ocupa del estudio de los seres vivos, su desarrollo y condiciones de vida.
Ciencias ideales Estudian objetos que se dan en la mente misma.	Lógica: Investiga las relaciones entre las ideas.
	Matemáticas: Estudia las relaciones entre los números, las formas y los infinitos.
Ciencias sociales Se dedican al comportamiento del hombre en sus relaciones con la colectividad.	Sociología: La familia, las relaciones entre los grupos humanos, sus necesidades, etc.
	Economía: La distribución de la riqueza y la forma como afecta a la sociedad.
	Historia: La evolución de los grupos humanos.
	Geografía humana: La distribución de los grupos humanos en el mundo, sus recursos y aprovechamiento.
	Antropología: Estudia las culturas humanas.
Ciencias filosóficas Buscan el sentido general, el ser común a todos los objetos y fenómenos posibles, así como el valor que puedan tener para la vida humana.	Axiología: Se ocupa de los valores como son la belleza, la bondad, la justicia.
	Ética: El deber ser del hombre y su relación con los demás valores humanos.
	Metafísica: La naturaleza espiritual del hombre, el alma humana y sus facultades.

Fuente: (Del Valle de Montejano & Pérez Gutiérrez, 1983, p. 55) y (Chamizo Guerrero, 2013, p. 19)

Anexo 2. Factores que impulsaron el desarrollo de la divulgación en el país

Hechos relevantes en la divulgación de la ciencia mexicana

Fecha de inicio	Revistas o publicaciones
1835-1836	<i>La Revista Mexicana</i>
15 enero 1840	<i>El Museo Popular, Periódico de ciencias, literatura y artes</i>
1844	<i>El Liceo Mexicano</i>
1845	<i>Revista Científica y Literaria de México</i>
1849	<i>El Álbum Mexicano</i>
1851	<i>Biblioteca Mexicana Popular y Económica, Ciencias, Literatura y Amenidades</i>
23 agosto 1954	<i>Gaceta UNAM</i>
1979	<i>Información Científica y Tecnológica</i> de Conacyt
1980-1999	<i>Chispa</i> , revista de divulgación infantil para niños de 9 a 14 años
1980	<i>Avance y Perspectiva</i> del Centro Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) del IPN
1984	<i>Elementos</i> de la Universidad Autónoma de Puebla (UAP) <i>Contactos</i> de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)
1985	Colección de libros del Fondo de Cultura Económica “La ciencia desde México” de divulgación de la ciencia y la técnica (actualmente “La ciencia para todos”) <i>Tiempos de Ciencia</i> de la Universidad de Guadalajara
1990	<i>Investigación Hoy</i> del IPN
1992	Suplemento <i>Investigación y Desarrollo</i> en el diario <i>La Jornada</i>
Septiembre 2003	<i>Hélix</i> el suplemento infantil de <i>Ciencia y Desarrollo</i> de Conacyt
2006	<i>Avance y Perspectiva</i> cambia su nombre a <i>Cinvestav</i>
2009	<i>Agencia ID</i> una organización de noticias sobre ciencia, tecnología e innovación en México que comprende el suplemento mensual de <i>Investigación y Desarrollo</i> en <i>La Jornada</i>

Museos o Centros de Ciencia y Tecnología

1909	Museo de Historia Natural (actualmente Museo Universitario del Chopo)
1970	Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad
11 octubre 1978	Planetario Alfa en Monterrey, Nuevo León
1992	Museo de Ciencia y Tecnología en Xalapa, Veracruz (8 junio) Centro de Ciencias de Sinaloa (12 diciembre) Museo de las Ciencias Universum
5 noviembre 1993	Papalote, Museo del Niño
1994	La Burbuja Museo del Niño en Hermosillo, Sonora (Noviembre) Centro de Ciencias Explora, León Guanajuato
1995	Museo de Ciencia y Tecnología, El Chapulín en Saltillo, Coahuila
1996	(15 julio) Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMMCCyT) (15 noviembre) Descubre Museo Interactivo de Ciencias y Tecnología, Aguascalientes (18 de noviembre) Museo de la Luz UNAM
28 febrero 1997	Museo el Rehilete Ciencia, Arte y Tecnología en Pachuca, Hidalgo
1998	(13 de abril) La Avispa, Museo Interactivo en Chilpancingo, Guerrero (21 de septiembre) Museo Sol del Niño, en Mexicali, Baja California Caracol, Museo de Ciencias y Acuario en Ensenada, Baja California

Otras actividades para impulsar la divulgación de la ciencia

1977	Programa experimental de Comunicación de la Ciencia de la SEP-UNAM
1982	Programa "Domingos en la ciencia" de la Academia de la Investigación Científica (hoy AMC) y Conacyt
1986	Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A. C. (Somedicyt)
30 noviembre 1988	Túnel de la ciencia del Sistema del Transporte Colectivo "Metro" en su estación La Raza
31 julio 1990	Programa "Ciencia, Conciencia y Café" charlas entre investigadores y estudiantes en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM
1991	Olimpiadas de Matemáticas, Ciencias y del Conocimiento
1994	Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología del Conacyt
1995	Diplomado de Divulgación de la Ciencia de la UNAM

Fuentes:

((Coord.) Tonda, Sánchez, & Chávez, 2002, pp. 239, 248-250), (Tonda & Burgos, 2007, p. 2), (Drucker Colín, enero-marzo 2001, p. 22) y (Musacchio, 2007, p. 44)

Anexo 3. Revistas del Grupo de Publicaciones *Nature* por disciplina

Química	Ciencias de la vida
<i>Chemistry</i>	<i>Biotechnology</i>
<i>Drug Discovery</i>	<i>Cancer</i>
<i>Biotechnology</i>	<i>Development</i>
<i>Materials</i>	<i>Drug Discovery</i>
<i>Methods & Protocols</i>	<i>Evolution & Ecology</i>
	<i>Genetics</i>
	<i>Immunology</i>
Ciencias Físicas	<i>Medical Research</i>
	<i>Methods & Protocols</i>
<i>Physics</i>	<i>Microbiology</i>
<i>Materials</i>	<i>Molecular Cell Biology</i>
	<i>Neuroscience</i>
Tierra y Medio Ambiente	<i>Pharmacology</i>
	<i>Systems Biology</i>
<i>Earth Sciences</i>	
<i>Evolution & Ecology</i>	Práctica Clínica e Investigación
	<i>Cancer</i>
	<i>Cardiovascular medicine</i>
	<i>Endocrinology</i>
	<i>Gastroenterology & Hepatology</i>
	<i>Methods & Protocols</i>
	<i>Pathology & Pathobiology</i>
	<i>Urology</i>

Fuente: (Nature Publishing Group, Company Information, Consultado 2015)

Anexo 4. Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológicas 2015

Humanidades y ciencias de la conducta

- Alteridades
- América Latina en la Historia Económica Revista de Investigación
- Cuicuilco, Nueva Época
- Desacatos, Revista de Antropología Social
- Diánoia
- Educación Matemática
- Estudios de Asia y África
- Estudios de Cultura Maya
- Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México
- Estudios de Historia Novohispana
- Historia Mexicana
- Historia y Grafía
- Innovación Educativa
- Intervención, Revista Internacional de Conservación, Restauración y Museología
- Nueva Revista de Filología Hispánica
- Perfiles Educativos
- Relaciones, Estudios de Historia y Sociedad
- Revista de Filosofía Open Insight
- Revista de la Educación Superior
- Revista Electrónica de Investigación Educativa
- Revista Iberoamericana de Educación Superior
- Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa
- Revista Mexicana de Investigación Educativa
- Secuencia
- Signos Filosóficos
- Signos Históricos
- Sinéctica, Revista Electrónica de Educación Educativa

- Tópicos del Seminario
- Tópicos, Revista de Filosofía
- Trace (Travaux et Recherches dans les Amériques du Centre)
- Tzintzun, Revista de Estudios Históricos
- Valenciana

Medicina y ciencias de la salud

- Acta Pediátrica de México
- Annals Of Hepatology, the official journal of the Mexican Association of the Hepatology, the Latin American Association for the Study of the Liver and the Canadian Association for the Study of the Liver.
- Archivos de Cardiología de México
- Salud Mental
- Salud Pública de México

Biología y química

- Acta Botánica Mexicana
- Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)
- Botanical Sciences antes Boletín de la Sociedad Botánica de México
- Hidrobiológica
- Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología
- Journal of the Mexican Chemical Society (JMCS)
- Polibotánica
- Revista Internacional de Contaminación Ambiental
- Revista Latinoamericana de Química
- Revista Mexicana de Biodiversidad
- Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas
- Revista Mexicana de Fitopatología
- Revista Mexicana de Micología
- Therya

Físico, matemáticas y ciencias de la tierra

- Atmósfera
- Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana
- Boletín de la Sociedad-Matemática Mexicana
- Ciencias Marinas
- Geofísica Internacional
- Investigaciones Geográficas - Boletín del Instituto de Geografía
- Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica
- Revista Mexicana de Ciencias Geológicas
- Revista Mexicana de Física
- Superficies y Vacío
- Tecnología y Ciencias del Agua

Multidisciplinarias

- Acta Universitaria
- Ecosistemas y Recursos Agropecuarios antes Universidad y Ciencia
- Latinoamérica. Revista de Estudios Latinoamericanos
- Nova Scientia
- Revista de El Colegio de San Luis

Biotecnología y ciencias agropecuarias

- Agrociencia
- Madera y Bosques
- Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente
- Revista Chapingo Serie Horticultura
- Revista Fitotecnia Mexicana
- Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas antes Agricultura Técnica en México
- Revista Mexicana de Ciencias Forestales antes Ciencia Forestal en México
- Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias
- Veterinaria México

Ingenierías

- Computación y Sistemas
- Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo
- Ingeniería Mecánica Tecnología y Desarrollo
- International Journal of Combinatorial Optimization Problems
- Journal of Applied Research and Technology (JART)
- Polibits
- Revista ALCONPAT (Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción)
- Revista de Ingeniería Sísmica
- Revista Ingeniería Investigación y Tecnología
- Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica
- Revista Mexicana de Ingeniería Química

Ciencias Sociales

- Agricultura, Sociedad y Desarrollo
- Andamios
- Anuario Mexicano de Derecho Internacional
- Apertura
- Argumentos
- Boletín Mexicano de Derecho Comparado
- Comunicación y Sociedad
- CONfines de Relaciones Internacionales y Ciencia Política
- Contaduría y Administración
- Convergencia
- Cuestiones Constitucionales Revista Mexicana de Derecho Constitucional
- Culturales
- Economía, Sociedad y Territorio
- Economía: Teoría y Práctica
- Econoquantum

- El Periplo Sustentable
- El Trimestre Económico
- Ensayos Revista de Economía
- Espirál, Estudios sobre Estado y Sociedad
- Estudios Demográficos y Urbanos
- Estudios Económicos
- Estudios Fronterizos, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades
- Estudios Políticos
- Estudios Sociológicos
- Frontera Norte
- Gestión y Política Pública
- Intersticios Sociales
- Investigación Bibliotecológica
- Isonomía, Revista de Teoría y Filosofía del Derecho
- Latin American Economic Review antes Economía Mexicana Nueva Época
- Liminar, Estudios Sociales y Humanísticos
- Mexican Law Review
- México y la Cuenca del Pacífico
- Migración y Desarrollo
- Migraciones Internacionales
- Norteamérica, Revista Académica del CISAN-UNAM
- Nueva Antropología, Revista de Ciencias Sociales
- Papeles de Población
- Perfiles Latinoamericanos
- Polis
- Política y Gobierno
- Problema. Anuario de Filosofía y Teoría del Derecho
- Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía
- Región y Sociedad, Revista del Colegio de Sonora
- Revista Latinoamericana de Derecho Social
- Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales

- Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF
- Revista Mexicana de Sociología
- Sociológica

Fuente: (Conacyt, Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica, 2015)

Anexo 5. Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica de Conacyt 2015

Circulación Nacional			
Nombre Fuente	Miembros del consejo editorial	Periodicidad en Meses	Tiraje
<i>Agroproductividad</i> Colegio de Postgraduados	11	2	3,000
<i>Ciencia</i> Academia Mexicana de Ciencias A.C.	16	3	8,500
<i>Ciencia y Desarrollo</i> Conacyt	10	2	4,000
<i>Ciencias</i> Universidad Nacional Autónoma de México	15	3	4,000
<i>¿Cómo ves?</i> Universidad Nacional Autónoma de México	7	1	20,000
<i>Contactos</i> Universidad Autónoma Metropolitana	6	3	1,000
<i>Conversus</i> Instituto Politécnico Nacional	6	2	20,000
<i>Ecofronteras</i> El Colegio de la Frontera Sur	10	4	3,000
<i>Elementos</i> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	8	3	2,000
<i>Inventio</i> Universidad Autónoma del Estado de Morelos	14	4	500
<i>Investigación y Ciencia</i> Universidad Autónoma de Aguascalientes	13	4	1,000
<i>Komputer Sapiens</i> Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial	33	4	1,000
<i>La Colmena</i> Universidad Autónoma del Estado de México	18	3	1,000
<i>ConSciencia</i> Universidad La Salle Cuernavaca	5	4	200
<i>Temas de Ciencia y Tecnología</i> Universidad Tecnológica Mixteca	13	4	1,000
Circulación Nacional e Internacional			
<i>Ciencia ergo sum</i> Universidad Autónoma del Estado de México	12	4	1,000
<i>Ciencia UANL</i> Universidad Autónoma de Nuevo León	7	3	2,500
<i>Revista Digital Universitaria</i> Universidad Nacional Autónoma de México	7	1	Formato Digital

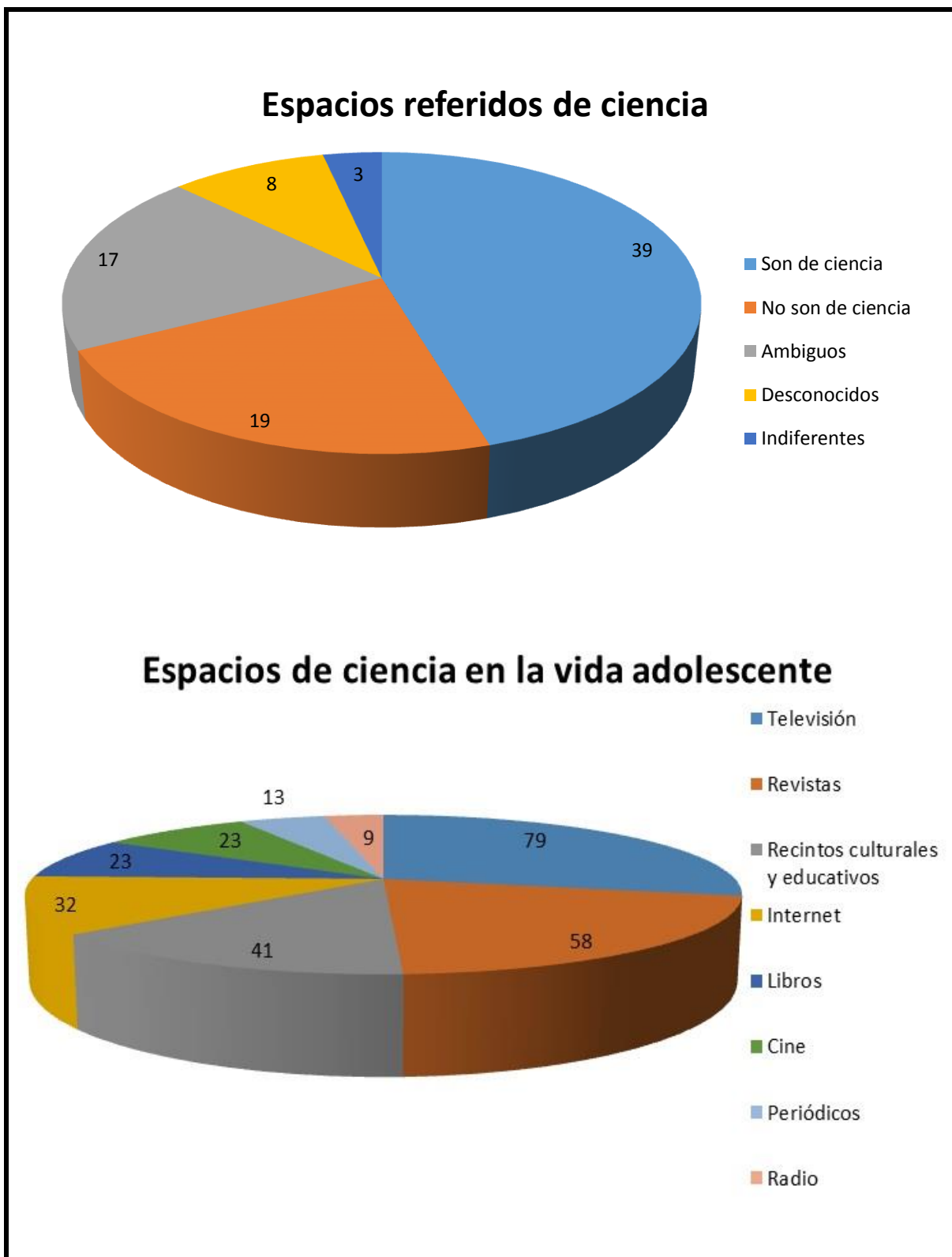
Fuente: (Conacyt, Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica, 2015)

Anexo 6. Guía periodística para evaluar la confiabilidad de los textos científicos

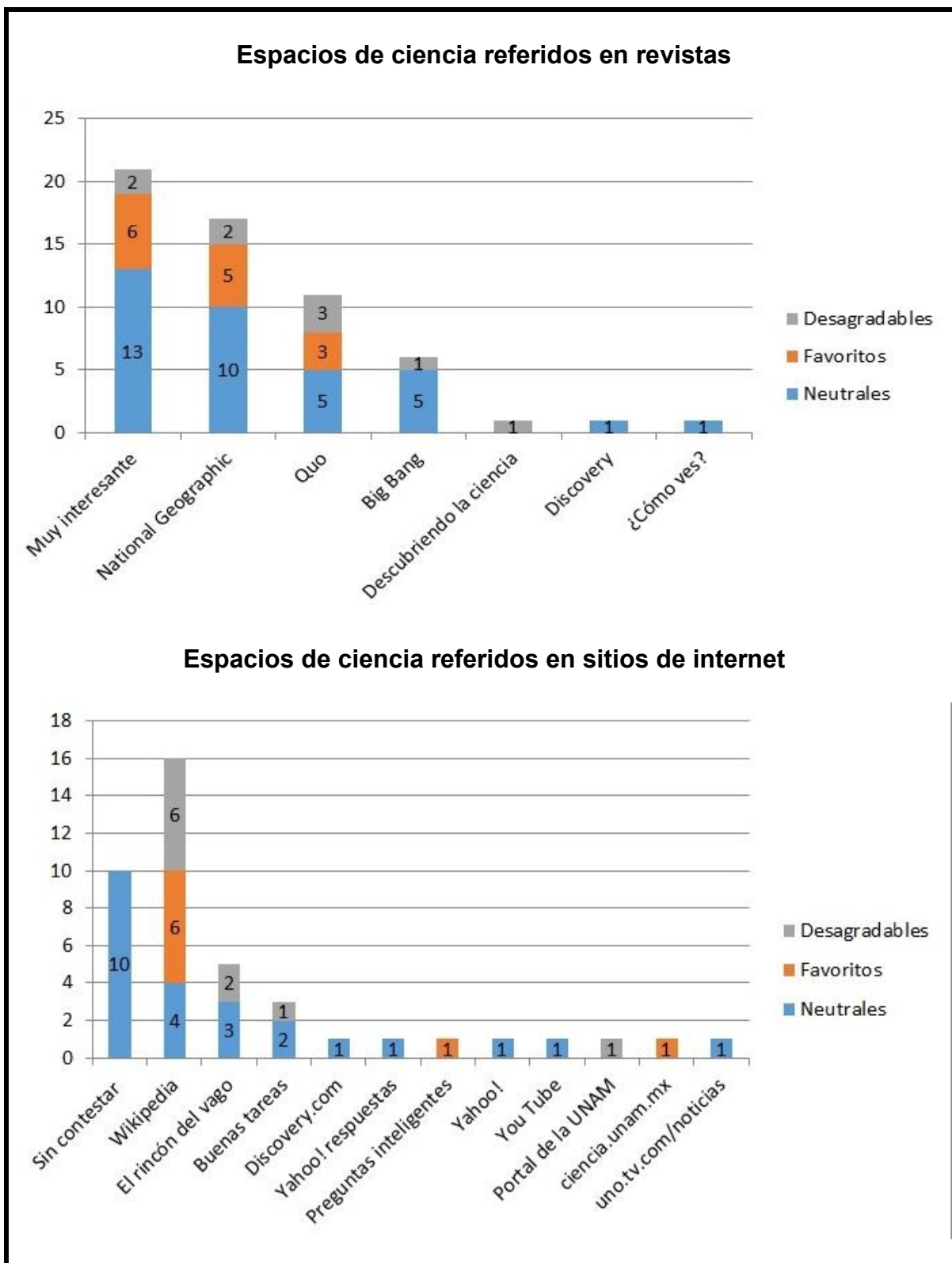
Etapa del proceso científico	Estado de revisión por parte de los pares	¿Se requiere una segunda fuente?
Trabajo en realización; el periodista visita el laboratorio para conocerlo y hacer una entrevista sobre la investigación en proceso.	No se requiere	Sí
Ponencia presentada en una conferencia científica.	No ha sido revisado formalmente; de hecho la presentación es la primera etapa del proceso de revisión por parte de los pares.	Sí, ayudaría a ponerla en contexto y a evaluar la reacción de la comunidad científica ante los datos de la investigación.
Artículo publicado en una revista científica arbitrada a la cual se reconoce como confiable en la disciplina en cuestión.	Revisión completa	No, pero una segunda fuente resultaría útil para establecer el contexto y la importancia relativa de los nuevos datos.

Fuente: (Hartz & Chappell, 2001, p. 192)

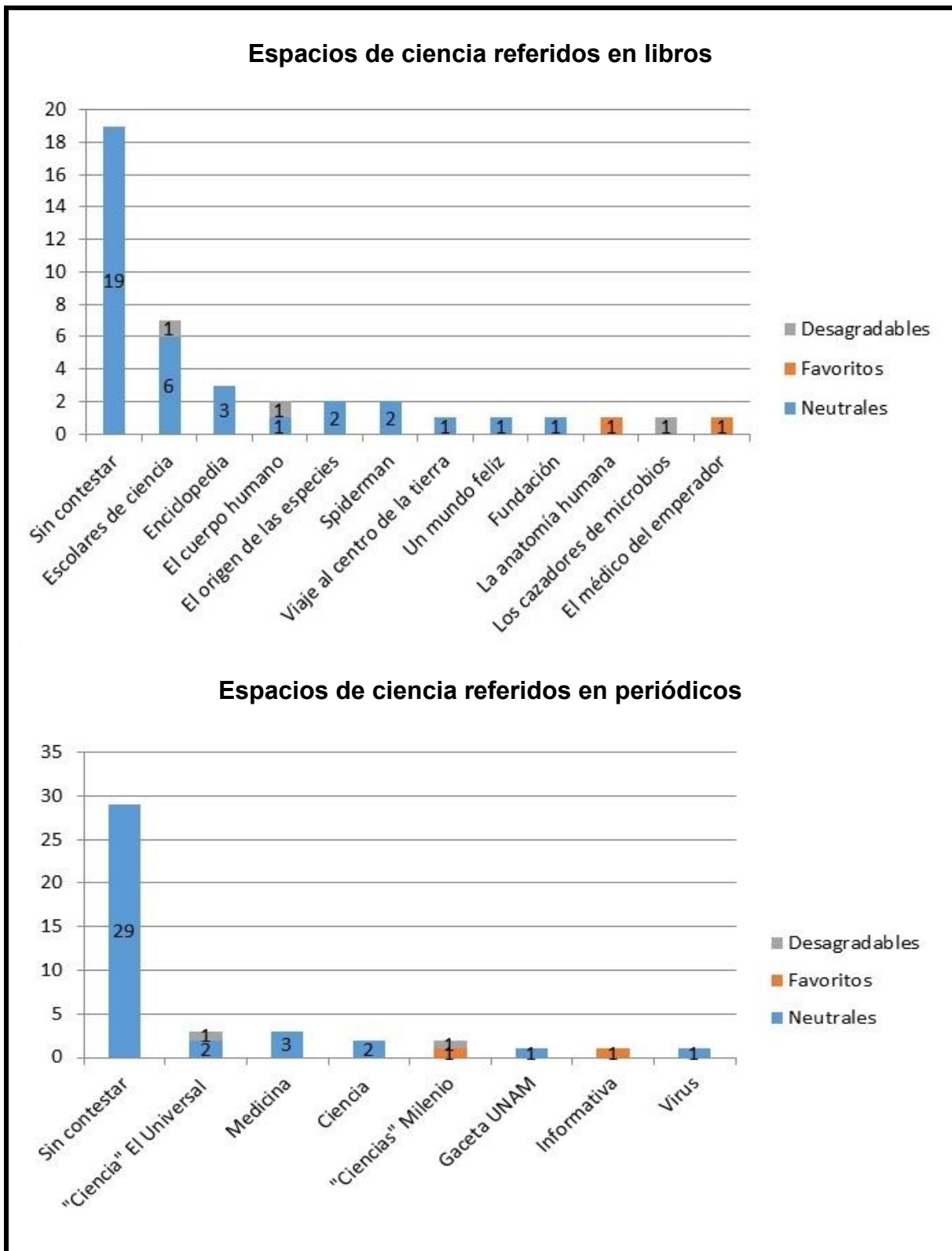
Anexo 7. Espacios referidos de ciencia en la vida adolescente



Anexo 8. Espacios referidos de ciencia en revistas e internet

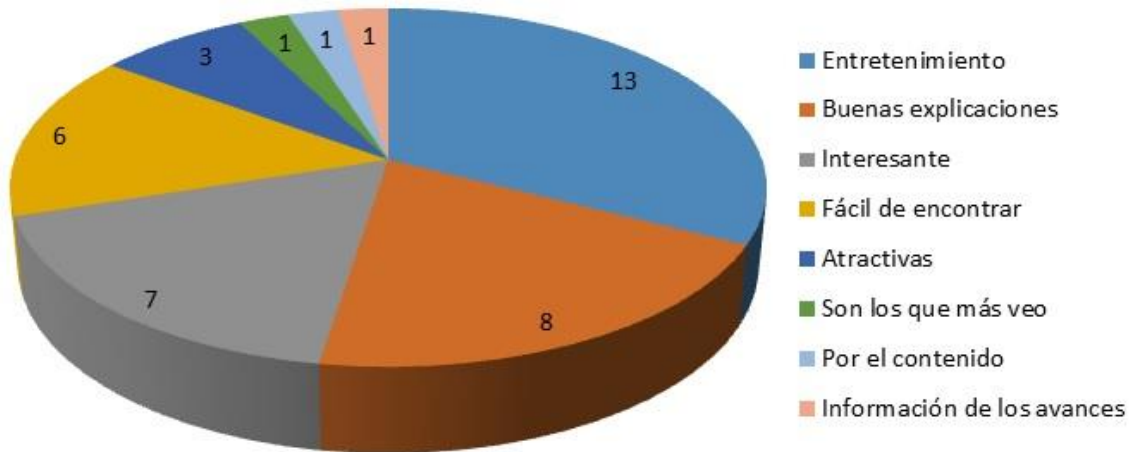


Anexo 9. Espacios referidos de ciencia en libros y periódicos

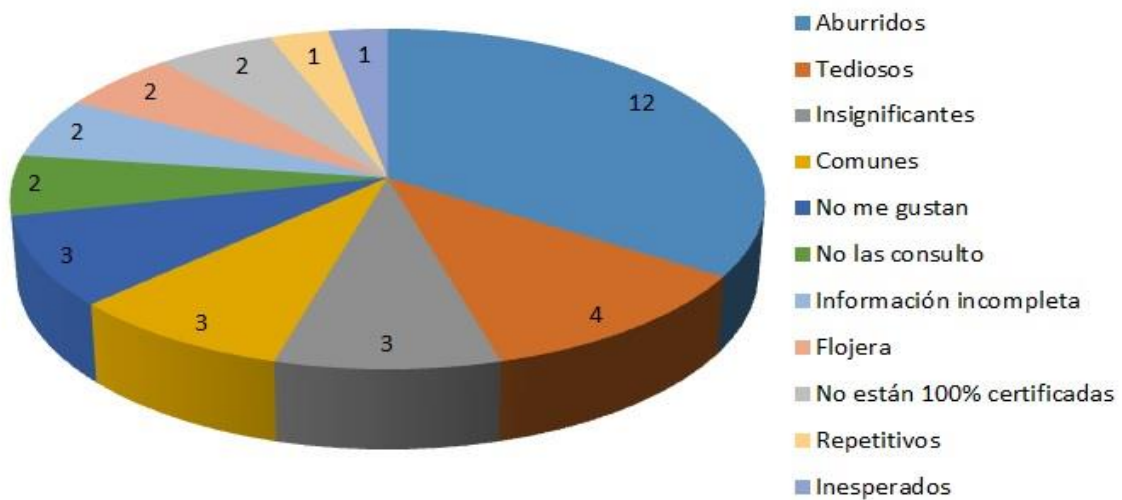


Anexo 10. Características de los espacios favoritos y desagradables de ciencia

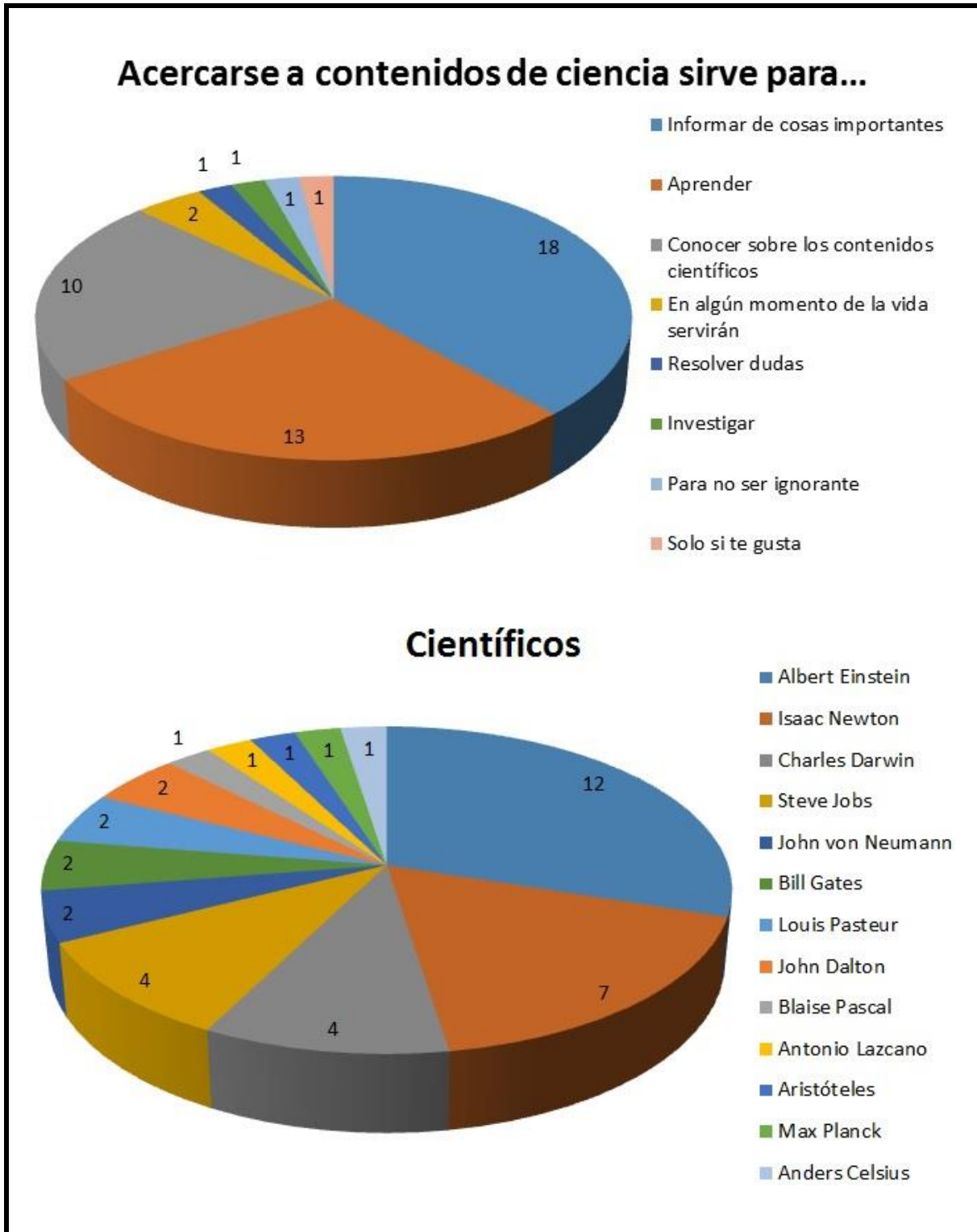
Características de los espacios favoritos



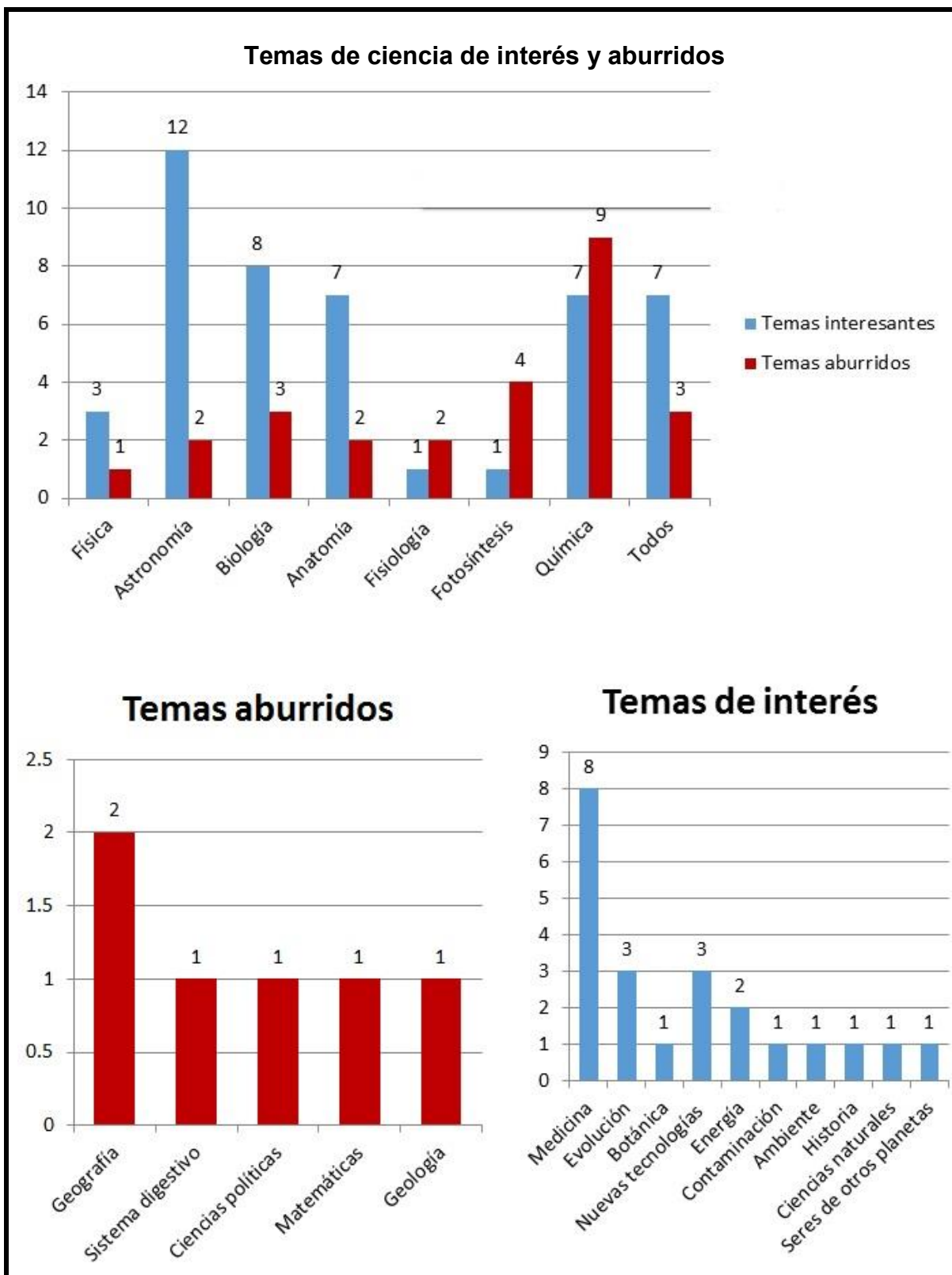
Características de los espacios desagradables



Anexo 11. La función de la divulgación de la ciencia y científicos referidos

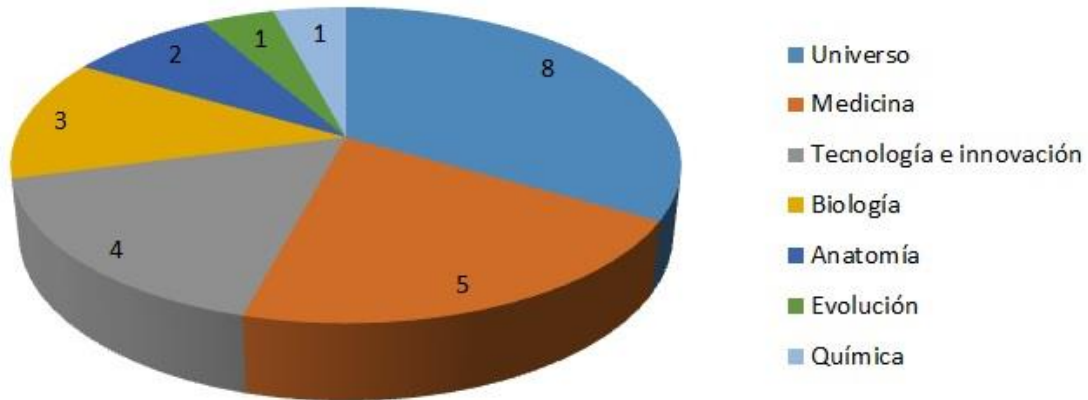


Anexo 12. Temas de ciencia que son de interés o aburridos

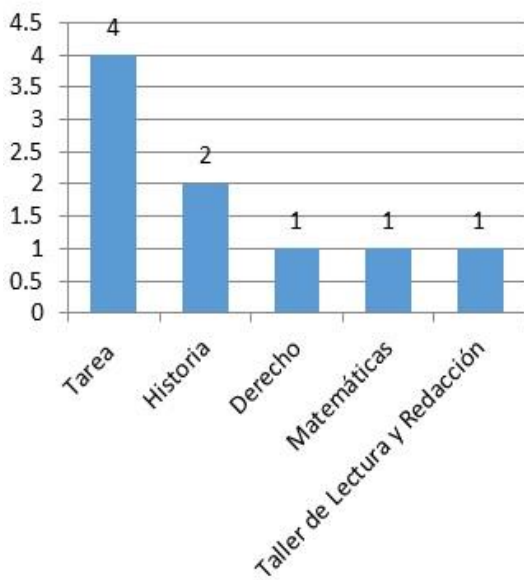


Anexo13. Actividades en internet relacionadas con la ciencia

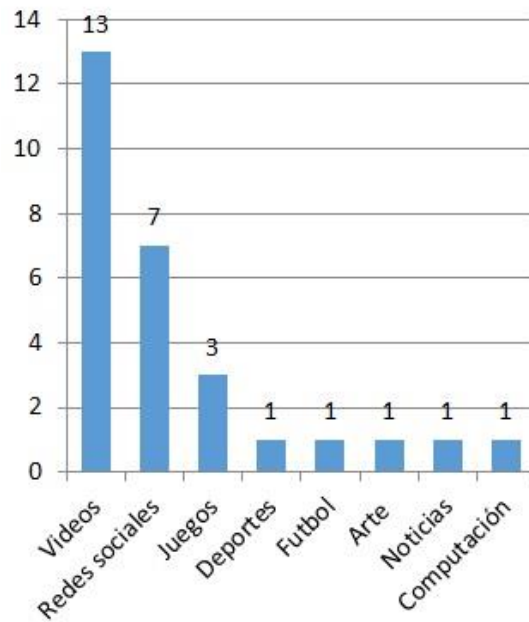
Actividades en internet relacionadas con la ciencia



Actividades realizadas en internet relacionadas con la tarea



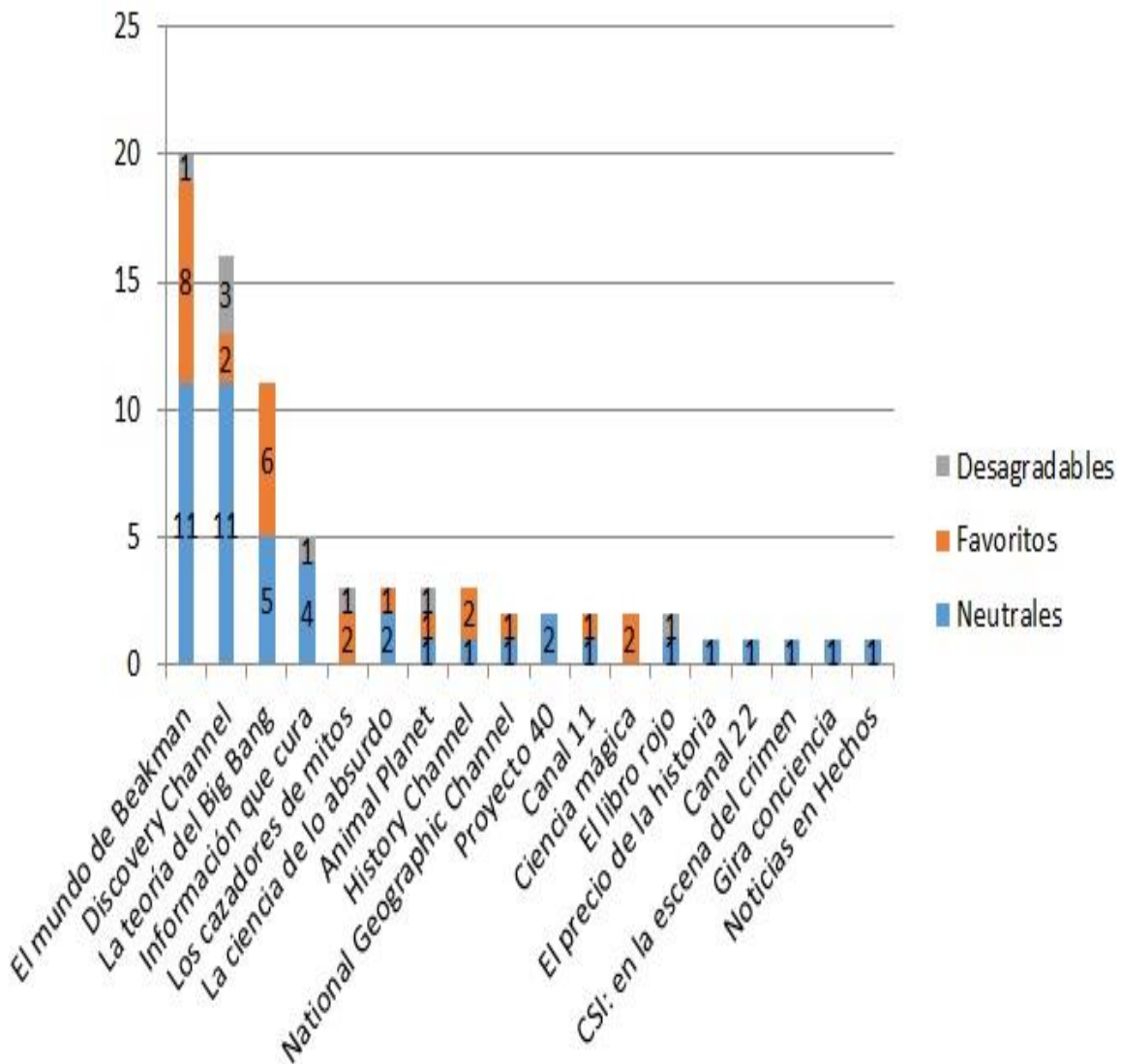
Actividades en internet de entretenimiento



Anexo 14. Espacios de ciencia referidos en televisión, recintos culturales o educativos, cine y radio

En este apartado desglosamos los espacios de ciencia con los que interactúan los alumnos del grupo 153 del primer semestre vespertino de la asignatura de Taller de Lectura, Redacción e Iniciación a la Investigación Documental (TLRIID) I en el CCH Naucalpan, los cuales se caracterizan por presentarse en un formato diferente al escrito.

Televisión



Los resultados indican que la televisión fue el lugar donde perciben mayor información de ciencia. La referencia de televisión más citada fue *El mundo de Beakman* (25%). Un programa de divulgación de la ciencia estadounidense (1992-1997) hecho para niños donde explican el funcionamiento del cuerpo humano, así como las teorías y leyes físicas o químicas. Además, encontramos cápsulas para mantener la salud y a los principales protagonistas de la ciencia. Desde su primera aparición hasta la fecha se ha transmitido por Canal 11 y las constantes repeticiones de las cuatro temporadas han tocado e inspirado a varias generaciones.

La prueba radica en que el Instituto de Física invitó al actor Paul Zaloom, quien interpretaba a Beakman, para celebrar su 75° aniversario. Los boletos para sus presentaciones se agotaron, alrededor de dos mil 500 visitantes por minuto entraban al sitio en donde se liberaron las entradas (Patiño, 2014). El evento se convirtió en un fenómeno de *social media*. Asistieron ocho mil personas a la UNAM en cada una de las dos presentaciones (Maldonado Portillo & Morelos Cabrera, 2014). Además, los espectáculos fueron transmitidos en vivo por internet y TV UNAM. En la red se registraron más de seis mil usuarios durante la proyección simultánea, mientras que en un solo día 19 mil cibernautas apreciaron la videograbación (Martínez Mendoza, 2014).

Entre los asistentes se encontraban niños, adolescentes y jóvenes. En los programas especiales de TV UNAM varios de ellos expresaron que su interés por la ciencia y su elección de una carrera enfocada a una ciencia natural se debe a *El mundo de Beakman*.

Asimismo, el Canal 11 fue citado como una referencia de ciencia. Además de *El mundo de Beakman*, la señal televisiva del Instituto Politécnico Nacional incluye otros programas científicos: *Factor ciencia* y *El libro rojo*. Este último, también señalado en el sondeo, presenta los ecosistemas y la flora nacional que están en peligro de extinción así como los biólogos, veterinarios e investigadores que trabajan en la conservación de dichos hábitats y sus especies.

Otro de los programas de ciencia más referidos es *La teoría del Big Bang* (14%), una serie en la que encontramos temas actuales de la física. El guion de

dicha comedia está avalado y supervisado por investigadores especializados en distintas áreas, por lo tanto, se manejan diferentes niveles de interpretación. Además, en ella retoman constantemente a científicos importantes y expresa la manera en que se hace la ciencia y sus diferentes métodos. Desde su salida al aire (2008) ha mantenido una gran audiencia en el horario estelar. Incluso, la UNAM reportó que la demanda de la carrera de Física se duplicó de 2008 a 2013 (Morelos & Rueda, junio 2014).

Finalmente, el Canal 22 tiene un espacio de ciencia dirigido por José Gordon, Premio Nacional de Periodismo en la categoría de Divulgación Científica y Cultural, llamado *La oveja eléctrica*.

“Gira Con Ciencia” no es un espacio televisivo, pero es un proyecto de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM que tiene como objetivo difundir y promover la ciencia dentro de la comunidad universitaria. Para ello, realizan actividades en las escuelas y facultades de la Máxima Casa de Estudios en las que participan sus investigadores.

Por otro lado, el canal de cable *Discovery Channel* es un espacio ambiguo. Entre su programación encontramos contenidos sin sustento científico como *A la caza de fantasmas*, *Archivo de lo inexplicable*, *Archivos extraterrestres*, *Apocalipsis maya*, *Cuando los fantasmas atacan*, *Encuentros con extraterrestres*, entre otros. Lo mismo ocurre con el canal, también referido, *Animal Planet* que pertenece a la cadena de *Discovery Channel* con la serie *Instinto paranormal*. Sin embargo, esta señal de televisión no cuenta con programación científica; en contraste con *Discovery Channel* que sí los maneja. Ejemplos de ellos son los programas de divulgación científica referidos en el sondeo: *Los cazadores de mitos* y *Ciencia mágica*.

En *Los cazadores de mitos* sus protagonistas Adam Savage y Jamie Hyneman retoman los mitos y creencias de la cultura popular y los someten al método científico para comprobar su veracidad. Por otro lado, *Ciencia mágica* consiste en la presentación de espectáculos y acrobacias realizadas por magos talentosos quienes revelan y explican cada hazaña realizada a través de la ciencia y su demostración.

National Geographic Channel también es un espacio ambiguo para la ciencia. Entre sus contenidos científicos destaca *Cosmos*, legado de divulgador Carl Sagan, que narra la historia del universo y de sus descubridores. De igual forma, sobresalen *El desafío de Marte* que describe la búsqueda de indicios de vida en el Planeta Rojo por parte del *Curiosity* desde la perspectiva de sus ingenieros y científicos responsables; así como *El futuro por Stephen Hawking* que establece cuales podrían ser los avances y descubrimientos de los próximos 50 años en los diferentes campos de la ciencia.

Uno más es *La ciencia de lo absurdo*, programa referido en el sondeo, donde a través de la física, biología e ingeniería se explican los errores cometidos durante los intentos de diferentes proezas y acrobacias que terminan en caídas ridículas, las cuales circulan en internet. Entre los contenidos con ausencia de rigor científico están *El infierno maya*, *El verdadero fin del mundo*, *Ovnis en Europa*, *Historias ocultas*, *Paranomal* y *En busca de ovnis*.

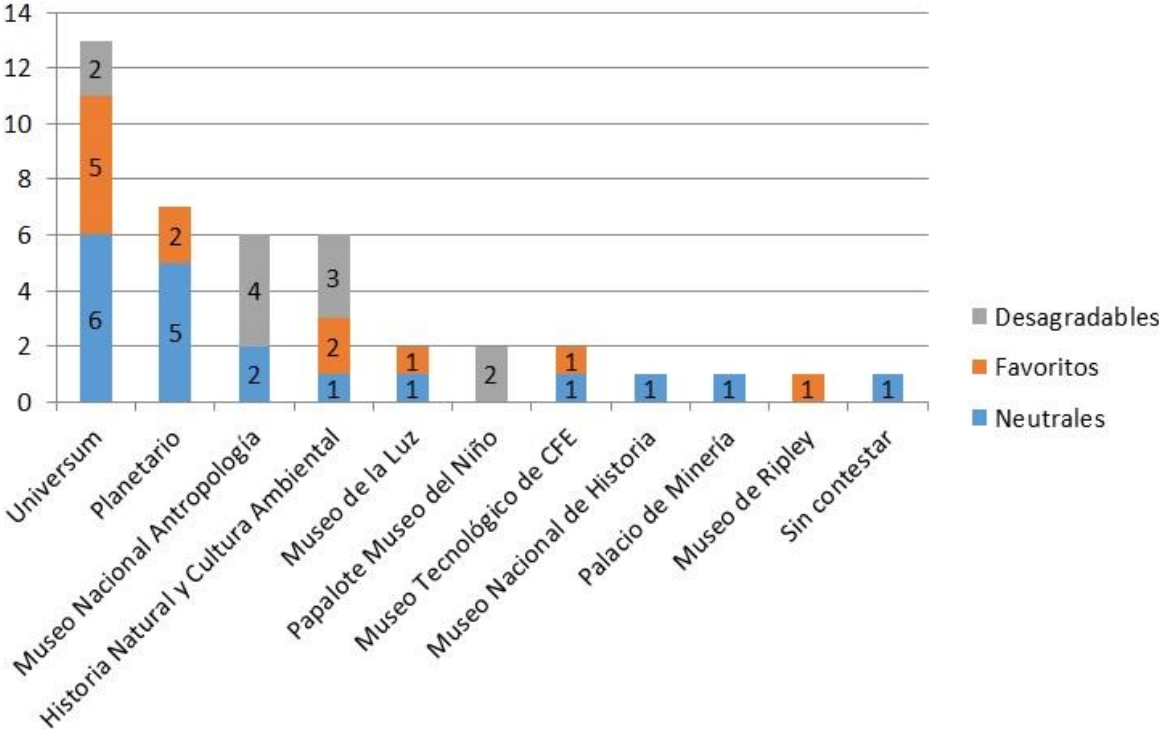
History Channel, tiene programas del mismo tipo como *Búsqueda alienígena*, *Contacto extraterrestre*, *Alienígenas ancestrales*, *Milagros decodificados*, entre otros. El precio de la historia, espacio citado en el sondeo, narra las diarias actividades de la tienda de empeño *Gold & Silver Pawn Shop* en Las Vegas; no obstante, los productos son presentados superficialmente. Sin embargo, el canal televisivo también ha presentado contenidos científicos importantes como *El Challenger*, una película basada en la investigación desarrollada por el físico y Premio Nobel, Richard Feynman, para descubrir el origen de la explosión del transbordador espacial durante su despegue el 28 de enero de 1986.

Los espacios señalados en el sondeo que carecen totalmente de sustento científico son los anuncios publicitarios de “Información que cura” y la serie policiaca *CSI: en la escena del crimen*. Los primeros son comerciales conducidos por Lolita Ayala diseñados a manera de cápsulas informativas breves enfocadas a problemas cotidianos de salud (estrés, la fatiga, migraña, acné, entre otros), tratados superficialmente y sin perspectiva científica. Por lo general, el anuncio siguiente es un producto que resuelve el padecimiento presentado en la cápsula.

En *CSI: en la escena del crimen* utilizan la medicina forense y la criminología para resolver delitos, por lo general homicidios, pero dichas disciplinas están relacionadas únicamente al contexto porque no forman parte principal en la trama y no se desglosan a profundidad.

En cuanto a las dos referencias de Televisión Azteca, ambas manejan la información científica de manera indiferente. El noticiario de *Hechos* exhibe en ocasiones noticias de tecnología, salud o educación; no obstante, carecen de una sección exclusiva de ciencia, de un reportero especialista en esta fuente y de una presentación periódica de dicho contenido. Por su parte, la programación del canal Proyecto 40 no contiene ninguna emisión dedicada a la ciencia.

Recintos culturales o educativos

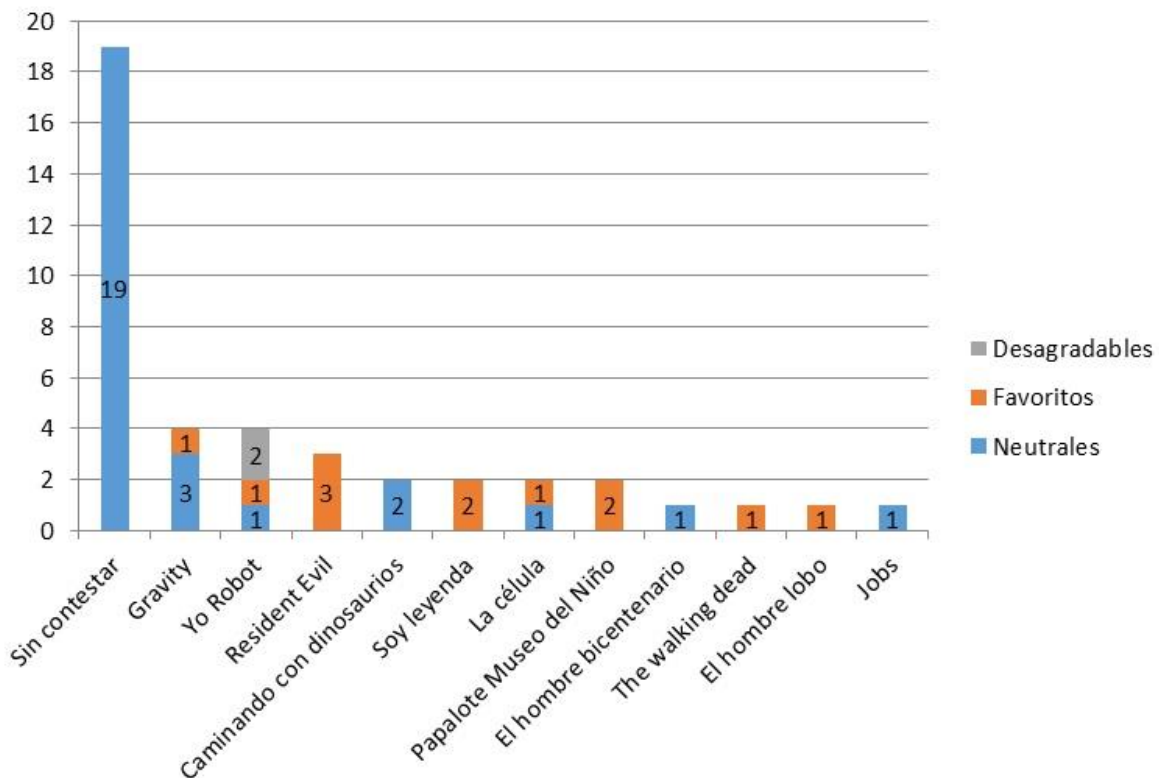


Por otro lado, en los recintos culturales y educativos encontramos a Universum, Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental, Planetario, Museo de la Luz, Papalote Museo del Niño y el Museo Tecnológico de la Comisión Federal de

Electricidad como espacios de ciencias naturales; mientras que los museos nacionales de Antropología e Historia pertenecen a las ciencias sociales.

Entre los lugares de ciencia ambiguos se encuentra el Palacio de Minería que es administrado por la División de Educación Continua y a Distancia de la UNAM para promover eventos culturales, algunos de ellos pueden relacionarse con la ciencia y otros no. En contraste, el Museo de Ripley no es un espacio de ciencia ya que su exposición tiene como eje temático la colección de objetos extraños del caricaturista estadounidense Robert L. Ripley. Por último, únicamente el dos por ciento de los encuestados no fue capaz de referir algún recinto cultural y educativo dedicado a la ciencia.

Cine



Asimismo, el 45% de los alumnos desconocen alguna referencia cinematográfica de ciencia. Cabe destacar que aunque esta fue una de las categorías con mayor número de espacios mencionados (11), la mayoría de ellos carecen de sustento

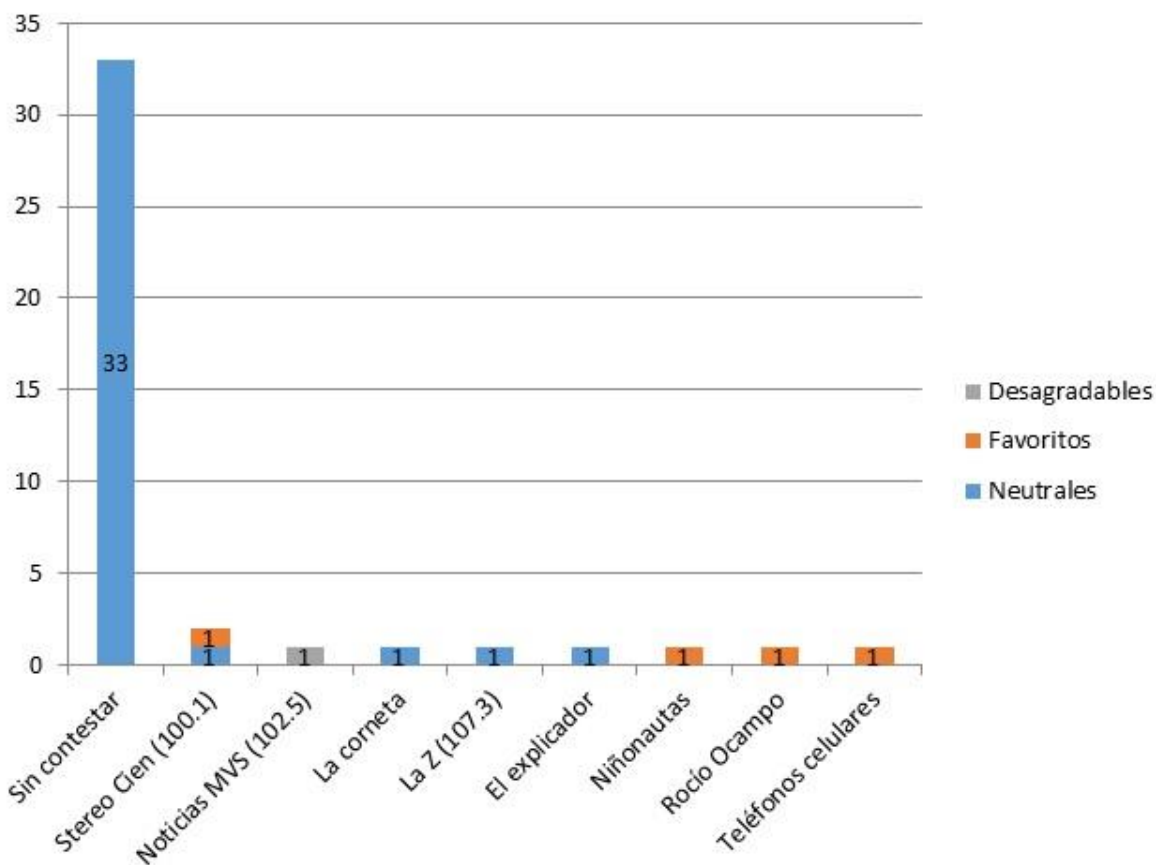
científico. Entre ellas encontramos cintas como *El hombre lobo* que narra el origen de la maldición del licántropo; los muertos vivientes de *The Walking Dead*, o aquellos zombis creados por virus como en *Resident evil* o *Soy leyenda*. Otras películas que nada más utilizan la ciencia como el contexto y no es parte de la trama principal son *Jobs*, una biografía de Steve Jobs en torno a su labor en la innovación empresarial, y *La célula*, una psicóloga capaz de penetrar en los sueños y meditaciones en la mente inconsciente de un sádico asesino.

De las obras de ciencia ficción de Isaac Asimov, la pantalla grande presenta *El hombre bicentenario* y *Yo, robot*. La primera película es la historia de un robot que quiere ser humano y aborda temas como la humanidad, la esclavitud, los prejuicios y la muerte. Por su parte, la adaptación de *Yo, robot* es mala al salirse de la historia original y viola las “Tres leyes de la robótica” planteadas por el autor y que son fundamentales en su obra. Por otro lado, *Caminando con dinosaurios* es la historia del *Pachyrhinosaurus* más joven de la manada y sus aventuras durante la migración anual. En todas estas narraciones la ciencia funciona únicamente como contexto.

En contraste, *Gravedad* es una cinta ambigua de ciencia porque en el contenido tiene aciertos y errores científicos como fallas en la recreación de la gravedad cero. El conflicto de la historia inicia cuando dos astronautas con la misión de reparar el telescopio espacial Hubble están en riesgo debido a una reacción en cadena de colisiones de satélites que genera una gran cantidad de basura espacial que podría impactarlos. El filme es bueno en cuanto a las referencias del contexto espacial y de la exactitud con la que refleja los vehículos espaciales y el paisaje terrestre. Por lo tanto, es una buena manera de acercar a las personas a la ciencia, no obstante, contiene errores básicos en cuanto a la mecánica de las órbitas ya que es imposible pasar de una órbita a otra como lo muestra la película al ir de la órbita del Hubble a la de la Estación Espacial Internacional (ISS) o la de la estación China Tiangong.

Únicamente los documentales proyectados en el Museo Papalote del Niño que son de distintas cadenas televisivas como *National Geographic* fueron la única referencia cinematográfica de ciencia.

Radio



Para finalizar, los espacios radiofónicos de ciencia fueron los menos citados, alrededor del 78% de los adolescentes no refirió ninguno (observe Cuadro 5). Entre la programación científica encontramos a *El explicador* conducido por Enrique Gánem y producido por María de los Ángeles Aranda. El programa se transmitió por Radio Capital (830 am) hasta el 13 de noviembre de 2015. La dinámica de la emisión consistió en que los radioescuchas escribían preguntas y dudas sobre temas de ciencia, estas eran contestadas por el anfitrión con ejemplos y un lenguaje sencillo. Además manejaba contenidos de coyuntura científica y de interés así como historias de los descubrimientos de ciencia y sus investigadores. Actualmente, podemos ver a *El explicador* en un programa de media hora en televisión privada por *Green TV*.

La estación Stereo Cien (100.1 fm), referida en el sondeo, cuenta con una periodista especial para la fuente de ciencia. Josefina Claudia Herrera informa cada semana desde la Academia Mexicana de Ciencias. Por lo general, participa en el noticiario matutino Primera Emisión conducido por Leonardo Curzio Gutiérrez.

Noticias MVS (102.5 fm), anteriormente tenía buenos contenidos de ciencia. Por varios años, fue la estación de *El explicador*. El programa pasó de transmitirse a las 10 de la mañana a las ocho de la noche en 2010 hasta su salida el 1° de mayo de 2012. De igual forma, *Niñonautas* producido y conducido por Kirén Miret era un espacio infantil de ciencia matutino en sábado. Este dejó de transmitirse el 21 marzo del 2015 por los conflictos entre los dueños de la frecuencia y el equipo de Carmen Aristegui, al que pertenecía Kirén Miret. Actualmente, la estación maneja las capsulas de “Vivir mejor con Gaby Vargas” a las 10 de la mañana y siete de la tarde las cuales contienen consejos para generar bienestar en la vida, sin embargo, mucha de la información carece de sustento científico e incluso se acercan más a la pseudociencia.

Tampoco es de ciencia el noticiero de *La Corneta* de Los 40 Principales (101.7 fm) conducido por Eduardo Videgaray y José Ramón San Cristobal conocido como “El Estaca”. Las noticias que manejan de ciencia son sensacionalistas sin profundidad, carecen de método científico y no señalan sus fuentes de información. Por último, LA Z (107.3 fm) tiene una programación ajena a contenidos de ciencia y tampoco posee contenidos o información relacionada a ella. Los espacios referidos como Rocío Ocampo y Teléfonos celulares, aunque fueron marcados como espacios favoritos, son desconocidos.

Anexo 15. Escuelas y estudiantes participantes en PISA 2012 por entidad

Entidad	Escuelas participantes	Estudiantes participantes	Porcentaje de participación	
			Escuelas	Estudiantes
Aguascalientes	44	1 071	100	96
Baja California	41	1 011	100	93
Baja California Sur	43	1 057	98	93
Campeche	44	992	96	93
Coahuila	46	1 044	100	93
Colima	47	1 140	100	96
Chiapas	48	1 105	98	95
Chihuahua	45	1 099	100	94
Distrito Federal	40	952	95	87
Durango	55	1 119	95	87
Guanajuato	47	1 114	100	94
Guerrero	50	1 007	94	96
Hidalgo	49	1 069	100	96
Jalisco	46	1 138	100	95
México	46	972	98	95
Michoacán	31	774	60	95
Morelos	44	995	100	92
Nayarit	57	1 085	98	92
Nuevo León	45	1 196	100	93
Oaxaca	23	594	38	89
Puebla	52	1 131	100	97
Querétaro	47	1 168	100	95
Quintana Roo	47	1 131	98	95
San Luis Potosí	59	1 238	100	97
Sinaloa	44	1 125	100	94
Sonora	29	770	64	92
Tabasco	42	1 061	91	96
Tamaulipas	43	1 070	100	94
Tlaxcala	49	1 163	100	94
Veracruz	55	1 117	98	97
Yucatán	45	1 096	100	93
Zacatecas	68	1 202	100	95
Nacional	1 471	33 806	94	94

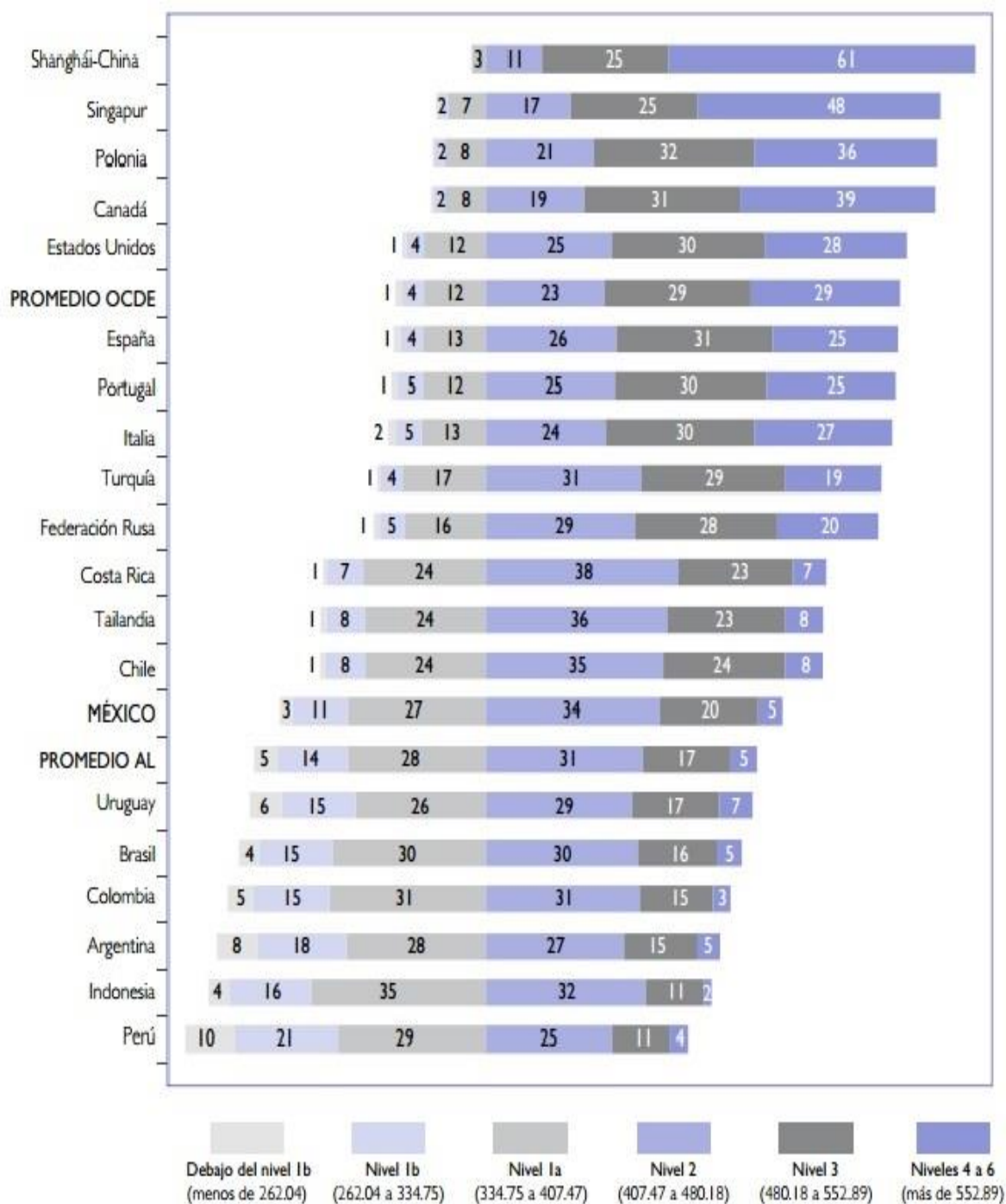
Fuente: (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2013, pp. 23-24)

Anexo 16. Desempeño en lectura PISA 2012 por país

País	Media	País	Media
Shanghái-China	570	Croacia	485
Hong Kong-China	545	Suecia	483
Singapur	542	Islandia	483
Japón	538	Eslovenia	481
Corea del Sur	536	Lituania	477
Finlandia	524	Grecia	477
Irlanda	523	Turquía	475
Taipéi	523	Federación Rusa	475
Canadá	523	Eslovaquia	463
Polonia	518	Chipre	449
Estonia	516	Serbia	446
Liechtenstein	516	Emiratos Árabes Unidos	442
Nueva Zelanda	512	Chile	441
Australia	512	Tailandia	441
Holanda	511	Costa Rica	441
Bélgica	509	Rumania	438
Suiza	509	Bulgaria	436
Macao-China	509	MÉXICO	424
Vietnam	508	Montenegro	422
Alemania	508	Uruguay	411
Francia	505	Brasil	410
Noruega	504	Túnez	404
Reino Unido	499	Colombia	403
Estados Unidos	498	Jordania	399
Dinamarca	496	Malasia	398
República Checa	493	Indonesia	396
Italia	490	Argentina	396
Austria	490	Albania	394
Letonia	489	Kazajistán	393
Hungría	488	Qatar	388
España	488	Perú	384
Luxemburgo	488	Promedio OCDE	496
Portugal	488	Promedio AL	414
Israel	486		

Fuente: (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2013, p. 62)

Anexo 17. Escala global PISA por nivel de desempeño en lectura



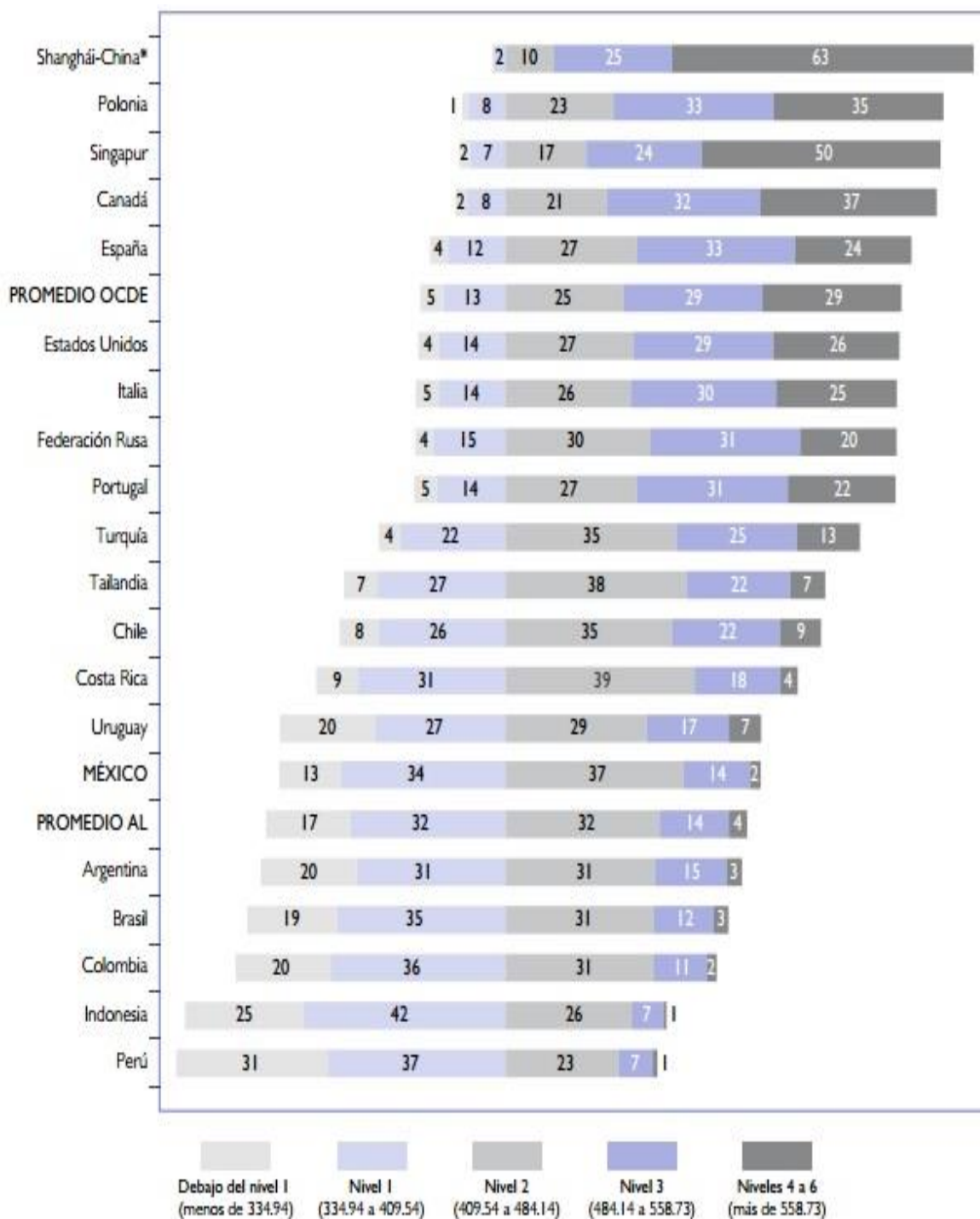
Fuente: (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2013, p. 63)

Anexo 18. Desempeño en ciencias PISA 2012 por país

País	Media	País	Media
Shanghái-China	580	Italia	494
Hong Kong-China	555	Croacia	491
Singapur	551	Islandia	478
Japón	547	Eslovaquia	471
Finlandia	545	Israel	470
Estonia	541	Grecia	467
Corea del Sur	538	Turquía	463
Vietnam	528	Emiratos Árabes Unidos	448
Polonia	526	Bulgaria	446
Canadá	525	Chile	445
Liechtenstein	525	Serbia	445
Alemania	524	Tailandia	444
Taipéi	523	Rumania	439
Holanda	522	Chipre	438
Irlanda	522	Costa Rica	429
Australia	521	Kazajistán	425
Macao-China	521	Malasia	420
Nueva Zelanda	516	Uruguay	416
Suiza	515	MÉXICO	415
Eslovenia	514	Montenegro	410
Reino Unido	514	Jordania	409
República Checa	508	Argentina	406
Austria	506	Brasil	405
Bélgica	505	Colombia	399
Letonia	502	Túnez	398
Francia	499	Albania	397
Dinamarca	498	Qatar	384
Estados Unidos	497	Indonesia	382
España	496	Perú	373
Lituania	496	Promedio OCDE	501
Noruega	495	Promedio AL	411
Hungría	494		

Fuente: (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2013, p. 51)

Anexo 19. Escala global PISA 2012 por nivel de desempeño en ciencias



Fuente: (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2013, p. 52)

Anexo 20. Instrumento de sondeo para conocer la percepción de la ciencia, los espacios y personajes de ciencia con los que interactúan los alumnos de nivel medio superior

Cuestionario: La difusión de la ciencia en mi vida cotidiana

- I. Completa los cuadros con tu experiencia personal y escribe los nombres de programas de radio y televisión, secciones de periódico, libros, etcétera de ciencia o referentes a ella.

Secciones de periódico	Programas de radio	Programas de televisión	Libros
Revistas	Cine	Páginas de internet	Lugares (Museos / Centros de Investigación)

- II. De las respuestas anteriores circula tus espacios favoritos para conocer de ciencia.
III. De las respuestas anteriores subraya los espacios que más te disgustan para buscar contenidos científicos.
IV. Contesta las siguientes preguntas.

1.- ¿Sirve para algo leer, escuchar y ver contenidos de ciencia? ¿Por qué?

2.- ¿Por qué te gustan las respuestas que circulaste?

3.- ¿Por qué te desagradan las respuestas que subrayaste?

V. Escribe los nombres de periodistas de ciencia, divulgadores científicos y científicos que conoces.

Periodistas de ciencia

Divulgadores científicos

Científicos

VI. Contesta las siguientes preguntas.

1.- ¿Qué temas de la ciencia son de tu interés?

2.- ¿Qué temas de la ciencia consideras aburridos?

3.- Por interés, placer o entretenimiento, ¿qué cosas, temas o asuntos son los que más buscas en internet?

Anexo 21. Sesión de apertura

Nivel: Educación Media Superior

Institución:

Asignatura:

Profesor:

Propuesta realizada por: Lic. Vázquez Reyes Ana Gloria

Grado:	Grupo:	Fecha: Duración:
Tema:	Número de clase: 1 (Apertura del aprendizaje)	Nivel de asimilación: Conocimiento

Objetivo de la estrategia

El alumno será capaz de comprender los textos de divulgación científica. Entendiendo por comprensión tener una idea clara de una obra escrita de divulgación científica en su estructura, significado y alcance.

Forma de evaluación

El alumno elaborará una obra donde expone la manera que identifica un texto de divulgación científica argumentando sus características de estructura, contextos, contenido, entre otras.

Método: Explicativo-ilustrativo Herramientas de aprendizaje: Cuadros de doble columna Discusión guiada	Recursos didácticos: Lápiz, hojas de trabajo y el texto: “Especies exóticas vs. nativas”. Hemerografía: Valero A., Macías García Constantino, “Especies exóticas vs. nativas”, en <i>¿Cómo ves?</i> , Año 10, Núm. 112, 2008, p. 6
--	---

Apertura del aprendizaje

Sondeo de reactivación de conocimientos previos

El docente le pregunta de manera abierta al grupo:

1. ¿Cuáles son los espacios de ciencia con los que han interactuado en periódico, programas de radio, televisión, libros, revistas, cine, páginas de internet, museos, centros de investigación?
2. De los mencionados, ¿cuáles son sus favoritos y por qué?
3. De los mencionados, ¿cuáles les desagradan y por qué?
4. ¿Conocen a científicos, divulgadores o periodistas de ciencia? ¿Quiénes?
5. ¿Cuáles temas de ciencia son de su interés?
6. ¿Cuáles temas de ciencia les desagradan?
7. ¿La ciencia sirve? ¿Por qué?

Desarrollo del aprendizaje

-En plenaria el profesor o los alumnos leen en voz alta el texto "Especies exóticas vs. nativas".

(Material para los alumnos)

Ráfagas

Especies exóticas vs. nativas

En los últimos 50 años, muchos ríos y lagunas de México han sido invadidos por un pez exótico que proviene de la isla de Trinidad, en el mar Caribe. Este invasor podría llevar a varias especies de peces endémicos del altiplano mexicano al borde de la extinción.

En la mayoría de los lagos de México se observa cierta diversidad de peces. Esto es una paradoja, porque en muchos lugares las especies nativas originales han desaparecido. Por desgracia, la diversidad que vemos hoy no se debe a que las condiciones ambientales sean propicias para el origen de nuevas especies, sino a que los humanos hemos introducido especies provenientes de otros ambientes. Las especies exóticas compiten con las nativas por espacio y alimento, y pueden llegar a desplazarlas. También pueden ser portadoras de enfermedades desconocidas localmente.

las algas, responsables de que muchos lagos y presas estén llenos de agua verde.

Este es un ejemplo de los efectos indirectos de especies exóticas. Cuando las especies exóticas y las nativas son físicamente parecidas y además comparten hábitos ecológicos, es posible que las interacciones entre ambas sean más directas y dañinas para una de ellas, por ejemplo, al interferir en su reproducción. Tal es el caso de las interacciones entre el guppy de Trinidad, especie que ha fincado residencia en México, y el tiro de dos líneas (*Skiffia bilineata*), tema de un estudio del Instituto de Ecología de la UNAM en colaboración con la Universidad de St. Andrews, en Escocia.

Ambos peces habitan ríos y lagunas tropicales, se alimentan de pequeños animales acuáticos (zooplankton), sedimentos y algas. Las dos especies son vivíparas (las

de *S. bilineata*. Las atenciones de los guppies podrían dañar a las hembras de la otra especie, por ejemplo, al obligarlas a dejar de comer para escapar del intento de cópula.

Siendo optimistas, pensamos que esto sólo es grave cuando hay pocos guppies, o sea, cuando acaban de llegar al río, lago o laguna. En nuestra opinión, al aumentar la población de guppies habría suficientes hembras como para mantener ocupados a sus machos y ya no se interesarían en las hembras de la especie nativa. Eso es lo que decidimos evaluar con experimentos controlados en el laboratorio.

Para averiguarlo, observamos la conducta de machos guppies en tres condiciones: con pocas hembras, con exceso de hembras y con igual cantidad de hembras que de machos. En las tres condiciones introdujimos únicamente dos hembras de *S. bilineata*. Los resultados fueron sorprendentes: los machos cortejaron e intentaron copular con las hembras de *S. bilineata* sin importar cuántas hembras guppies estuvieran presentes. En otras palabras, el exceso de hembras de guppy no protege a las *S. bilineata* del acoso de los machos guppies. En etología llamamos acoso a la persistencia de los machos en el cortejo pese a la renuencia de las hembras. Aunque el acoso es relativamente frecuente en especies animales, es poco común entre especies diferentes. Esto se debe, creemos, a que copular con una especie genéticamente incompatible sería un desperdicio de energía, y por lo tanto es una conducta que la evolución no propicia. Así pues, la conducta del guppy de Trinidad es un descubrimiento especial que nos motiva a replantearnos algunos aspectos sobre la evolución de la conducta sexual.

El estudio tiene implicaciones serias para la conservación de *S. bilineata* en México, y en general de los peces de la familia Goodeidae, grupo de 36 especies endémicas del altiplano central que evolucionaron en relativo aislamiento, y de las cuales la mitad están en peligro de extinción. Entender las interacciones con las especies exóticas nos puede ayudar a diseñar medidas preventivas para conservar a las que todavía sobreviven en el altiplano. Los resultados de este estudio se publicaron en la revista *Biology Letters* el 23 de enero de este año.

Alejandra Valero y
Constantino Macías García



En México se han introducido muchos peces exóticos por razones económicas (para cultivo y consumo), o supuestamente "sanitarias" (para controlar poblaciones de insectos dañinos) e incluso por razones estéticas (como adorno). Esto se ha hecho con poco conocimiento de los efectos que podrían tener en los ambientes acuáticos a largo plazo. Las carpas chinas, por ejemplo, fueron introducidas para servir como adorno y también como alimento a las poblaciones humanas, pero contribuyen a enturbiar el agua porque para alimentarse remueven los sedimentos del fondo. El enturbiamiento conlleva una disminución de la cantidad de luz disponible para las plantas acuáticas. Además devuelve al agua nutrientes que ya estaban capturados en el lodo. Ello facilita la reproducción explosiva de otros organismos que les roban a las plantas nutrientes y luz solar; por ejemplo,

crías se desarrollan dentro del cuerpo de la hembra) y su fertilización es interna. Una diferencia notable, sin embargo, es que los machos guppies poseen un órgano para transferir el esperma a la hembra (llamado gonopodio), mientras que los machos de la especie nativa no. En estos peces, el esperma se transfiere al unirse los orificios genitales del macho y la hembra durante el abrazo copulatorio, que ocurre normalmente después del cortejo. Otra diferencia es que, en los guppies, los machos pueden optar por robar cópulas a la hembra si ésta se niega a aceptarla. Además, el gonopodio de los machos guppies está armado con unos ganchos que pueden lastimar a las hembras durante la cópula. Las hembras de ambas especies son muy parecidas en tamaño, forma y color. En nuestro laboratorio observamos que los machos guppies cortejan e intentan copular con hembras

¿cómoves?
6

(Material para el profesor)

Especies exóticas vs. nativas

Alejandra Valero y Constantino Macías García

En los últimos 50 años, muchos ríos y lagunas de México han sido invadidos por un pez exótico que proviene de la isla de Trinidad, en el mar Caribe. Este invasor podría llevar a varias especies de peces **endémicos** del altiplano mexicano al borde de la extinción.

Comentario [A1]: Propio y exclusivo de determinadas localidades o regiones .

En la mayoría de los lagos de México se observa cierta diversidad de peces. Esto es una paradoja, porque en muchos lugares las especies nativas originales han desaparecido. Por desgracia, la diversidad que vemos hoy no se debe a que las condiciones ambientales sean propicias para el origen de nuevas especies, sino a que los humanos hemos introducido especies provenientes de otros ambientes. **Las especies exóticas compiten con las nativas por espacio y alimento, y pueden llegar a desplazarlas.** También pueden ser portadoras de enfermedades desconocidas localmente.

Comentario [A2]: Tesis

En México se han introducido muchos peces exóticos por razones económicas (para cultivo y consumo), o supuestamente “sanitarias” (para controlar poblaciones de insectos dañinos) e incluso por razones estéticas (como adorno). Esto se ha hecho con poco conocimiento de los efectos que podrían tener en los ambientes acuáticos a largo plazo. Las carpas chinas, por ejemplo, fueron introducidas para servir como adorno y también como alimento a las poblaciones humanas, pero contribuyen a enturbiar el agua porque para alimentarse remueven los sedimentos del fondo. El enturbiamiento conlleva una disminución de la cantidad de luz disponible para las plantas acuáticas. Además devuelve al agua nutrientes que ya estaban capturados en el lodo. Ello facilita la reproducción explosiva de otros organismos que les roban a las plantas nutrientes y luz solar; por ejemplo, las algas, responsables de que muchos lagos y presas estén llenos de agua verde.

Éste es un ejemplo de los efectos indirectos de especies exóticas. **Cuando** las especies exóticas y las nativas son físicamente parecidas y además comparten hábitos ecológicos, es posible que las interacciones entre ambas sean más directas y dañinas para una de ellas, por ejemplo, al interferir en su reproducción. Tal es el caso de las interacciones entre el guppy de Trinidad, especie que ha fincado residencia en México, y el tiro de dos líneas (*Skiffia bilineata*), tema de un estudio del Instituto de Ecología de la UNAM en colaboración con la Universidad de St. Andrews, en Escocia.

Comentario [A3]: Introducción / Desarrollo

Comentario [A4]: Ortografía

Ambos peces habitan ríos y lagunas tropicales, se alimentan de pequeños animales acuáticos (zooplankton), sedimentos y algas. Las dos especies son vivíparas (las crías se desarrollan dentro del cuerpo de la hembra) y su fertilización es interna. Una diferencia notable, sin embargo, es que los machos guppies poseen un órgano para transferir el esperma a la hembra (llamado gonopodio), mientras que los machos de la especie nativa no. En estos peces, el esperma se transfiere al unirse los orificios genitales del macho y la hembra durante el abrazo copulatorio, que ocurre normalmente después del cortejo. Otra diferencia es que, en los guppies, los machos pueden optar por robar cópulas a la hembra

Comentario [A5]: Descripción del problema

si ésta se niega a aceptarla. Además, el gonopodio de los machos guppies está armado con unos ganchos que pueden lastimar a las hembras durante la cópula. Las hembras de ambas especies son muy parecidas en tamaño, forma y color.

En nuestro laboratorio observamos que los machos guppies cortejan e intentan copular con hembras de *S. bilineata*. Las atenciones de los guppies podrían dañar a las hembras de la otra especie, por ejemplo, al obligarlas a dejar de comer para escapar del intento de cópula.

Comentario [A6]: ¿Por qué?

Comentario [A7]: Clave del problema

Siendo optimistas, pensamos que esto sólo es grave cuando hay pocos guppies, o sea, cuando acaban de llegar al río, lago o laguna. En nuestra opinión, al aumentar la población de guppies habría suficientes hembras como para mantener ocupados a sus machos y ya no se interesarían en las hembras de la especie nativa. Eso es lo que decidimos evaluar con experimentos controlados en el laboratorio.

Para averiguarlo, observamos la conducta de machos guppies en tres condiciones: con pocas hembras, con exceso de hembras y con igual cantidad de hembras que de machos. En las tres condiciones introdujimos únicamente dos hembras de *S. bilineata*.

Los resultados fueron sorprendentes: los machos cortejaron e intentaron copular con las hembras de *S. bilineata* sin importar cuántas hembras guppies estuvieran presentes. En otras palabras, el exceso de hembras de guppy no protege a las *S. bilineata* del acoso de los machos guppies. En **etología** llamamos acoso a la persistencia de los machos en el cortejo pese a la renuencia de las hembras. Aunque el acoso es relativamente frecuente en especies animales, es poco común entre especies diferentes. Esto se debe, creemos, a que copular con una especie genéticamente incompatible sería un desperdicio de energía, y por lo tanto es una conducta que la evolución no propicia. Así pues, la conducta del guppy de Trinidad es un descubrimiento especial que nos motiva a replantearnos algunos aspectos sobre la evolución de la conducta sexual.

Comentario [A8]: Inicia conclusión

Comentario [A9]: Parte de la biología que estudia el comportamiento de los animales

El estudio tiene implicaciones serias para la conservación de *S. bilineata* en México, y en general de los peces de la familia Goodeidae, grupo de 36 especies endémicas del altiplano central que evolucionaron en relativo aislamiento, y de las cuales la mitad están en peligro de extinción. Entender las interacciones con las especies exóticas nos puede ayudar a diseñar medidas preventivas para conservar a las que todavía sobreviven en el altiplano. Los resultados de este estudio se publicaron en la revista *Biology Letters* el 23 de enero de este año.

Comentario [A10]: Ortografía / Fuente

Hemerografía:

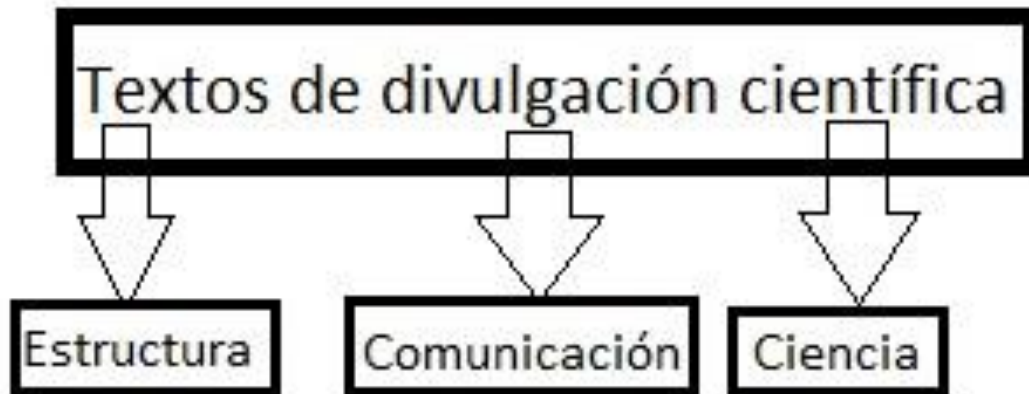
Valero A., Macías García Constantino, "Especies exóticas vs. nativas", en Año 10, Núm. 112, 2008, p. 6

¿Cómo ves?,

- El docente pregunta:
¿Existe algún otro término que desconozcan? ¿Cuál?
¿Qué tipo de texto científico es?
- Resuelve dudas

Construcción de significados:

- El maestro desglosa las partes que componen a los textos de divulgación científica.



- El maestro orienta la clase para que los alumnos descubran en plenaria las características de los textos de divulgación científica en el texto previamente leído: “Especies exóticas vs. nativas”.
- El profesor resuelve dudas en el proceso.

(Material para los alumnos)

Texto de divulgación científica		
Estructura		
Características	¿Cómo la encuentro?	Ejemplo
Su lenguaje es _____. Utiliza _____ propios de cada campo del saber.	¿Qué tipo de lenguaje utiliza?	
La lengua es _____, formal y recta.	¿La redacción toma un sentido ambiguo? ¿Es coloquial?	
El texto es _____ e impersonal.	¿Incluye opiniones del autor o los científicos?	
Sus modos discursivos son: 1.- (Predominante) _____ 2.- _____ 3.- _____ 4.- Diálogo También puede contener esquemas, dibujos, fotografías, u otras formas de representación gráfica.	¿Qué haces cuando: -desarrollas o explicas un tema? -describes una acción o suceso? -das los detalles una persona o cosa?	

Comunicación		
Características	¿Cómo la encuentro?	Ejemplo
Sus autores pueden ser _____, _____ de la ciencia o científicos .	¿Quién es el autor de la noticia? ¿A qué se dedican ellos?	
Está dirigido a un _____ _____. No requiere de conocimientos previos.	¿Qué tipo de conocimientos requiere el lector para la comprensión del texto?	
El texto es _____.	¿Cuándo sucedió lo que revela el texto? Si narra algo pasado, ¿tiene vigencia?	
El texto debe ser de _____ y general.	¿Es relevante el texto? ¿Por qué? ¿Cómo lo sabemos?	
El texto está situado en un contexto más amplio de _____.	¿El texto de divulgación es de utilidad? ¿Por qué? ¿Para quién? ¿Para qué sirve la investigación?	

Ciencia		
Características	¿Cómo la encuentro?	Ejemplo
_____ los fenómenos _____ y _____.	¿Qué hace la ciencia? ¿Qué fenómeno describe el artículo?	
Refiere al campo de las _____. _____ y _____.	¿De cuál disciplina científica habla?	
Su estructura puede corresponder a las fases del _____ _____: 1.- _____ 2.- _____ 3.- _____ 4.- _____ 5.- _____ 6.- _____	¿En dónde encontramos la ciencia en el texto? ¿Qué requiere una disciplina para considerarse ciencia? Ustedes hacen ciencia en los laboratorios de química y física. ¿Qué hacen ahí? ¿Experimentos o prácticas, estás requieren de...?	
Describe los fenómenos a través de argumentos demostrativos como: - _____ : Se publica en una revista arbitrada por pares. - _____ - _____	¿Qué utilizan para describir el fenómeno? ¿Si los autores no son científicos cómo sabemos que se hizo esta investigación y sus resultados son confiables? ¿Qué información se tiene	

<p>Todas estas características hacen que la información sea clara y precisa desarrollando el fenómeno a profundidad.</p>	<p>hasta el momento? ¿Cómo averiguaron lo que descubrieron?</p>	
<p>Encontramos información en forma de: 1.- Leyes 2.- _____ 3.- Clasificaciones 4.- _____ _____ (tesis) 5.- _____ 6.- _____</p>	<p>¿Qué tipo de información encontramos en los textos científicos? ¿Cómo se la llama a: -conjunto de ideas que buscan descifrar los fenómenos de la naturaleza? -enunciados de carácter afirmativo sustentados en argumentos demostrativos? -enunciados que explican el significado de conceptos especializados? -comparación entre objetos, conceptos y experiencias?</p>	

Propósitos de los textos de divulgación científica		
Intención comunicativa	Objetivo	Función de la lengua
¿Cuál es la intención comunicativa?	¿Qué comunican los textos de divulgación?, ¿a quién?	¿En qué se centra el proceso comunicativo?, ¿en el lector?, ¿en el autor?

(Material para el profesor)

Texto de divulgación científica		
Estructura		
Características	¿Cómo la encuentro?	Ejemplo
Su lenguaje es especializado . Utiliza tecnicismos propios de cada campo del saber.	¿Qué tipo de lenguaje utiliza?	-“Ambos peces habitan ríos y lagunas tropicales, se alimentan de pequeños animales acuáticos (zooplankton)” -“Los machos guppies poseen un órgano para transferir el esperma a la hembra (llamado gonopodio)”
La lengua es denotativa , formal y recta.	¿La redacción toma un sentido ambiguo? ¿Es coloquial?	-“Las atenciones de los guppies podrían dañar a las hembras de la otra especie, por ejemplo, al obligarlas a dejar de comer para escapar del intento de cópula.” <i>Se dan cuenta que utiliza términos propios de la biología como especie en vez de animal, macho por hombre, hembra por mujer, copula por sexo, cortejo en vez enamorar</i>
El texto es objetivo e impersonal.	¿Incluye opiniones del autor o los científicos?	“En nuestra opinión, al aumentar la población de guppies habría suficientes hembras como para mantener ocupados a sus machos y ya no se interesarían en las hembras de la especie nativa.” <i>La única opinión es la hipótesis que puede ser ratificada o refutada. En este caso es rechazada:</i> “Los resultados fueron sorprendentes: los machos cortejaron e intentaron copular con las hembras de <i>S. bilineata</i> sin importar cuántas hembras guppies estuvieran presentes.”
Sus modos discursivos son: 1.- (Predominante) Exposición 2.- Narración	¿Qué haces cuando: -desarrollas o explicas un	Exposición “El enturbiamiento conlleva una disminución de la cantidad de luz disponible para las plantas acuáticas. Además devuelve al

<p>3.- Descripción</p> <p>4.- Diálogo</p> <p>También puede contener esquemas, dibujos, fotografías, u otras formas de representación gráfica.</p>	<p>tema?</p> <p>-describes una acción o suceso?</p> <p>-das los detalles una persona o cosa?</p>	<p>agua nutrientes que ya estaban capturados en el lodo. Ello facilita la reproducción explosiva de otros organismos que les roban a las plantas nutrientes y luz solar; por ejemplo, las algas, responsables de que muchos lagos y presas estén llenos de agua verde.”</p> <p><i>Narración</i></p> <p>“Observamos la conducta de machos guppies en tres condiciones: con pocas hembras, con exceso de hembras y con igual cantidad de hembras que de machos. En las tres condiciones introdujimos únicamente dos hembras de <i>S. bilineata</i>.”</p> <p><i>Descripción</i></p> <p>“Además, el gonopodio de los machos guppies está armado con unos ganchos que pueden lastimar a las hembras durante la cópula. Las hembras de ambas especies son muy parecidas en tamaño, forma y color.”</p>
Comunicación		
Características	¿Cómo la encuentro?	Ejemplo
<p>Sus autores pueden ser periodistas, divulgadores de la ciencia o científicos.</p>	<p>¿Quién es el autor de la noticia? ¿A qué se dedican ellos?</p>	<p>Alejandra Valero y Constantino Macías García Son científicos divulgando ciencia.</p>
<p>Está dirigido a un público general. No requiere de conocimientos previos.</p>	<p>¿Qué tipo de conocimientos requiere el lector para la comprensión del texto?</p>	<p>–“Las dos especies son vivíparas (las crías se desarrollan dentro del cuerpo de la hembra) y su fertilización es interna.” <i>Explica los tecnicismos.</i></p>

El texto es actual .	¿Cuándo sucedió lo que revela el texto? Si narra algo pasado, ¿tiene vigencia?	“En los últimos 50 años, muchos ríos y lagunas de México han sido invadidos por un pez exótico que proviene de la isla de Trinidad, en el mar Caribe.”
El texto debe ser de interés social y general.	¿Es relevante el texto? ¿Por qué? ¿Cómo lo sabemos?	<i>Para el público en general mexicanos, especialmente biólogos</i> “El estudio tiene implicaciones serias para la conservación de <i>S. bilineata</i> en México, y en general de los peces de la familia Goodeidae, grupo de 36 especies endémicas del altiplano central que evolucionaron en relativo aislamiento, y de las cuales la mitad están en peligro de extinción.”
El texto está situado en un contexto más amplio de cultura general .	¿El texto de divulgación es de utilidad? ¿Por qué? ¿Para quién? ¿Para qué sirve la investigación?	“Entender las interacciones con las especies exóticas nos puede ayudar a diseñar medidas preventivas para conservar a las que todavía sobreviven en el altiplano.”
Ciencia		
Características	¿Cómo la encuentro?	Ejemplo
Explican los fenómenos naturales y sociales	¿Qué hace la ciencia? ¿Qué fenómeno describe el artículo?	Los machos de la especie exótica Guppy de Trinidad prefieren acosar a las hembras de la especie nativa mexicana <i>S. bilineta</i> que a sus propias hembras.
Refiere al campo de las ciencias naturales o sociales .	¿De cuál disciplina científica habla?	Biología, específicamente etología.
Su estructura puede corresponder a las fases del método científico : 1.- Planteamiento del	¿En dónde encontramos la ciencia en el texto? ¿Qué requiere una disciplina para considerarse ciencia?	<i>Planteamiento del problema</i> “Cuando las especies exóticas y las nativas son físicamente parecidas y además comparten hábitos ecológicos, es posible que las interacciones entre ambas sean más directas y dañinas

<p><u>problema 2.- Hipótesis</u> 3.- <u>Observación</u> 4.- <u>Experimentación</u> 5.- <u>Análisis de resultados</u> 6.- <u>Conclusiones</u></p>	<p>Ustedes hacen ciencia en los laboratorios de química y física. ¿Qué hacen ahí? ¿Experimentos o prácticas, estás requieren de...?</p>	<p>para una de ellas, por ejemplo, al interferir en su reproducción.”</p> <p><i>Hipótesis</i> “Al aumentar la población de guppies habría suficientes hembras como para mantener ocupados a sus machos y ya no se interesarían en las hembras de la especie nativa.”</p> <p><i>Observación y experimentación</i> “Para averiguarlo, observamos la conducta de machos guppies en tres condiciones: con pocas hembras, con exceso de hembras y con igual cantidad de hembras que de machos. En las tres condiciones introdujimos únicamente dos hembras de <i>S. bilineata</i>.”</p> <p><i>Análisis de resultados</i> “Los resultados fueron sorprendentes: los machos cortejaron e intentaron copular con las hembras de <i>S. bilineata</i> sin importar cuántas hembras guppies estuvieran presentes. En otras palabras, el exceso de hembras de guppy no protege a las <i>S. bilineta</i> del acoso de los machos guppies.”</p> <p><i>Conclusiones</i> “En etología llamamos acoso a la persistencia de los machos en el cortejo pese a la renuencia de las hembras. Aunque el acoso es relativamente frecuente en especies animales, es poco común entre especies diferentes. Esto se debe, creemos, a que copular con una especie genéticamente incompatible sería un desperdicio de energía, y por lo tanto es una conducta que la evolución no propicia. Así pues, la conducta del guppy de Trinidad es un descubrimiento especial que nos motiva a replantearnos algunos aspectos sobre la evolución de la conducta sexual.”</p>
---	--	---

<p>Describe los fenómenos a través de argumentos demostrativos como:</p> <p>-Respaldos de autoridad: Se publica en una revista arbitrada por pares.</p> <p>-Investigaciones previas</p> <p>-Experimentos</p> <p>Todas estas características hacen que la información sea clara y precisa desarrollando el fenómeno a profundidad.</p>	<p>¿Qué utilizan para describir el fenómeno?</p> <p>¿Si los autores no son científicos cómo sabemos que se hizo esta investigación y sus resultados son confiables?</p> <p>¿Qué información se tiene hasta el momento?</p> <p>¿Cómo averiguaron lo que descubrieron?</p>	<p><i>Respaldos de autoridad</i></p> <p>“Los resultados de este estudio se publicaron en la revista <i>Biology Letters</i> el 23 de enero de este año.”</p> <p>“Tema de un estudio del Instituto de Ecología de la UNAM en colaboración con la Universidad de St. Andrews, en Escocia.”</p> <p><i>Investigaciones previas</i></p> <p>“Las carpas chinas, por ejemplo, fueron introducidas para servir como adorno y también como alimento a las poblaciones humanas, pero contribuyen a enturbiar el agua porque para alimentarse remueven los sedimentos del fondo. El enturbiamiento conlleva una disminución de la cantidad de luz disponible para las plantas acuáticas. Además devuelve al agua nutrientes que ya estaban capturados en el lodo. Ello facilita la reproducción explosiva de otros organismos que les roban a las plantas nutrientes y luz solar; por ejemplo, las algas, responsables de que muchos lagos y presas estén llenos de agua verde.”</p>
<p>Encontramos información en forma de:</p> <p>1.- Leyes</p> <p>2.- Teorías</p> <p>3.- Clasificaciones</p> <p>4.- Aseveraciones fundamentadas (tesis)</p> <p>5.- Definiciones</p> <p>6.- Analogías</p>	<p>¿Qué tipo de información encontramos en los textos científicos?¿Cómo se la llama a:</p> <p>-conjunto de ideas que buscan descifrar los fenómenos de la naturaleza?</p> <p>-enunciados de carácter afirmativo sustentados en argumentos demostrativos?</p> <p>-enunciados que explican el significado de conceptos especializados?</p>	<p><i>Teorías</i></p> <p>“En etología llamamos acoso a la persistencia de los machos en el cortejo pese a la renuencia de las hembras. Aunque el acoso es relativamente frecuente en especies animales, es poco común entre especies diferentes. Esto se debe, creemos, a que copular con una especie genéticamente incompatible sería un desperdicio de energía, y por lo tanto es una conducta que la evolución no propicia.”</p> <p><i>Aseveraciones fundamentadas</i></p> <p>“Las carpas chinas, por ejemplo, fueron introducidas para servir como adorno y también como alimento a las poblaciones humanas, pero contribuyen a enturbiar el agua porque para alimentarse remueven los sedimentos del fondo.”</p>

	<p>-comparación entre objetos, conceptos y experiencias?</p>	<p><i>Definiciones</i> -“Los machos guppies poseen un órgano para transferir el esperma a la hembra (llamado gonopodio)...” -“Las dos especies son vivíparas (las crías se desarrollan dentro del cuerpo de la hembra)...”</p> <p><i>Analogías</i> “Además, el gonopodio de los machos guppies está armado con unos ganchos que pueden lastimar a las hembras durante la cópula.”</p>
--	--	--

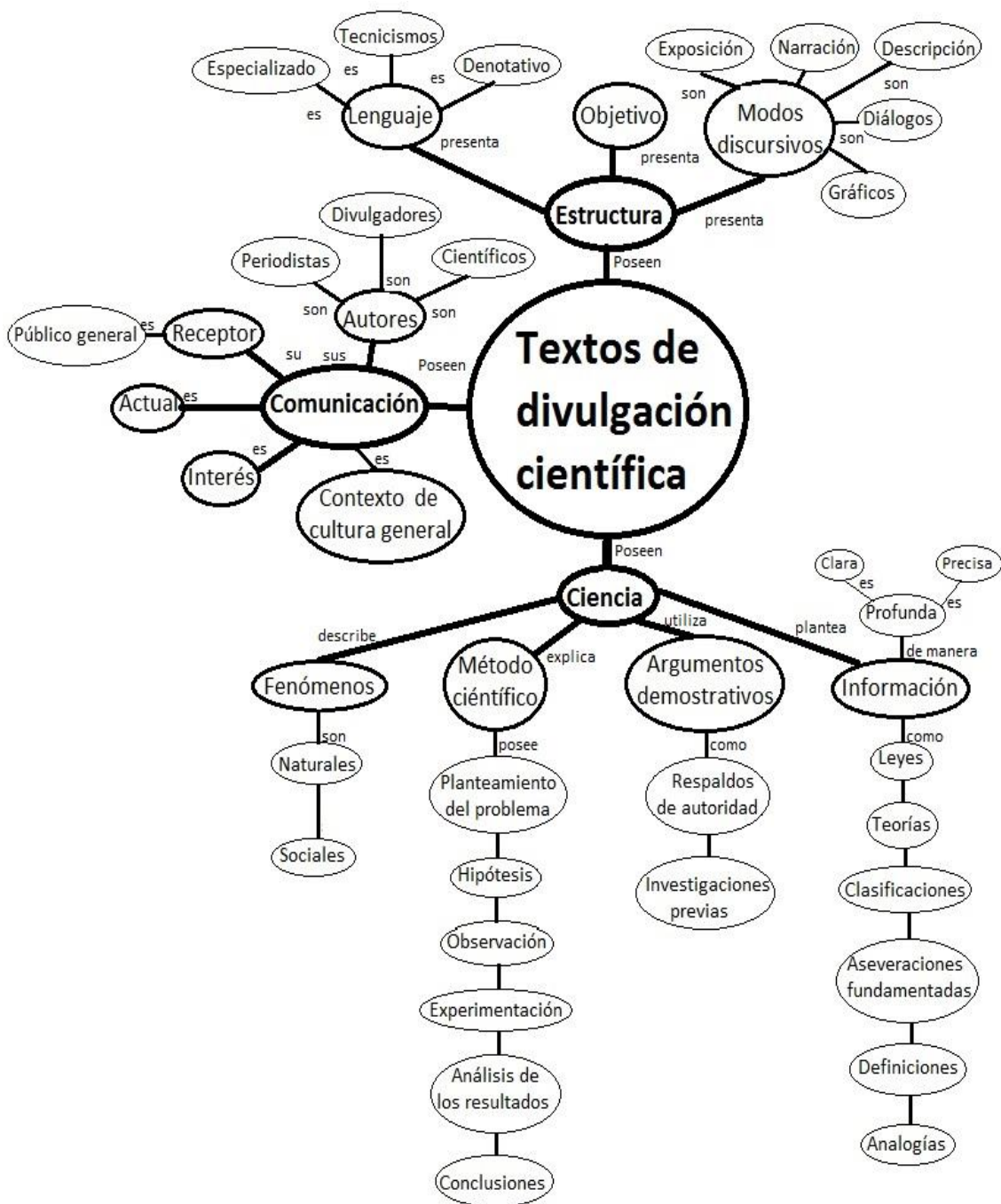
Propósitos de los textos de divulgación científica		
Intención comunicativa	Objetivo	Función de la lengua
¿Cuál es la intención comunicativa?	¿Qué comunican los textos de divulgación?, ¿a quién?	¿En qué se centra el proceso comunicativo?, ¿en el lector?, ¿en el autor?
<p><u>Difundir o producir conocimiento de carácter científico en el receptor</u></p>	<p><u>Difundir los procesos de los descubrimientos científicos e informar al público general, no especializado, sobre los avances de la ciencia. Crea vínculos entre la tarea de los científicos y la vida cotidiana para que el lector advierta que la ciencia forma parte importante de su existencia.</u></p>	<p><u>Referencial.- El proceso comunicativo centra su atención en el mensaje y su contenido.</u></p>

Retroalimentación del aprendizaje

Organización del conocimiento:

-El maestro retoma con ayuda de los alumnos los conceptos más importantes de las características de los textos de divulgación científica para la retroalimentación y organización del conocimiento a través de una red conceptual.

(Material para el profesor)



Anexo 22. Sesión de desarrollo

Nivel: Educación Media Superior

Institución:

Asignatura:

Profesor:

Propuesta realizada por: Lic. Vázquez Reyes Ana Gloria

Grado:	Grupo:	Fecha: Duración:
Tema:	Número de clase: 2 (Desarrollo del aprendizaje)	Nivel de asimilación: Saber

Objetivo de la estrategia

El alumno será capaz de comprender los textos de divulgación científica. Entendiendo por comprensión tener una idea clara de una obra escrita de divulgación científica en su estructura, significado y alcance.

Forma de evaluación

El alumno elaborará una obra donde expone la manera que identifica un texto de divulgación científica argumentando sus características de estructura, contextos, contenido, entre otras.

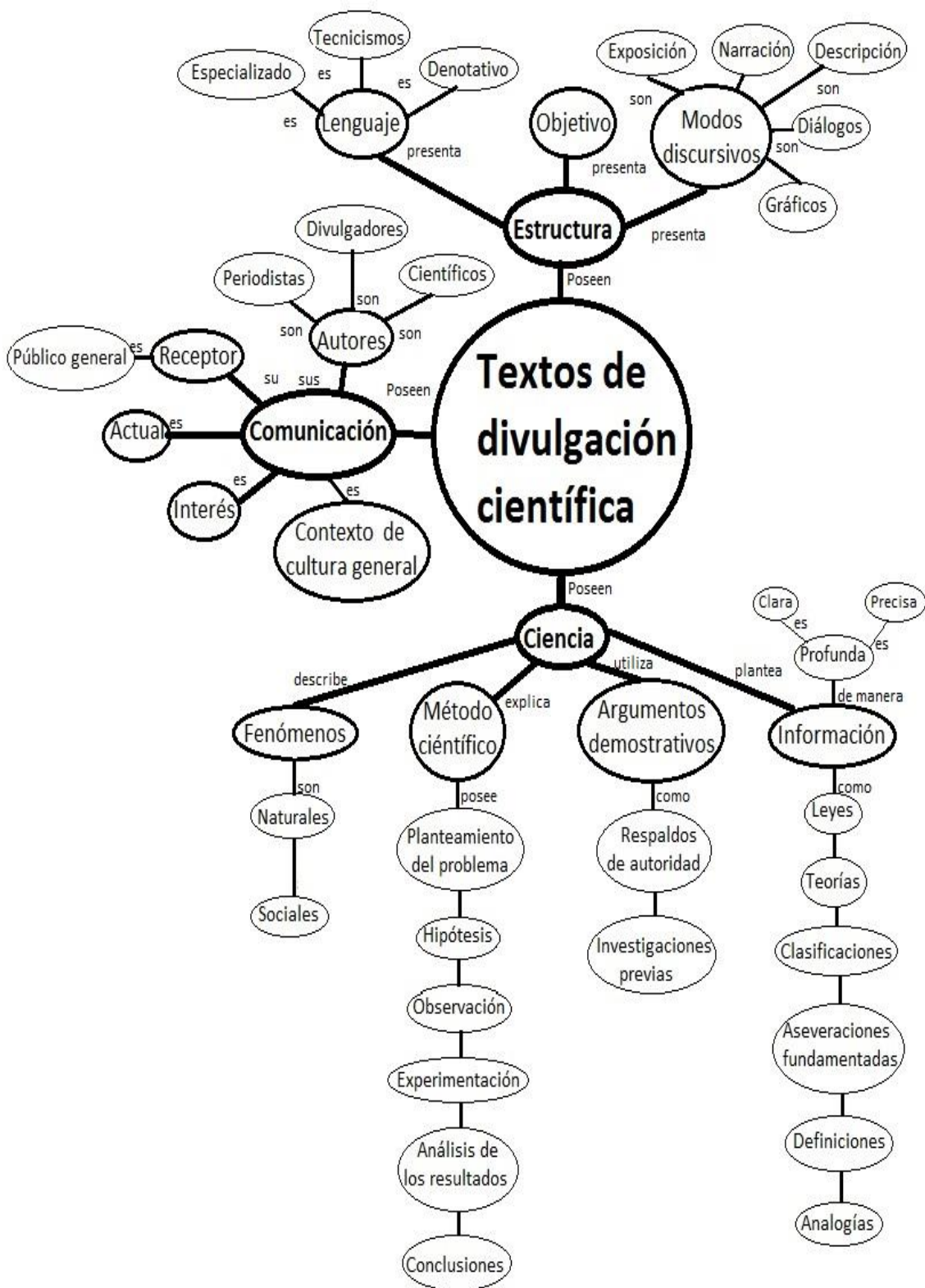
Método: Reproductivo	Recursos didácticos: Lápiz, plumas, colores, marcatextos, el texto “Darwin y el sexo violento”. el cuadro de textos de divulgación y la red conceptual de la clase anterior.
Herramientas de aprendizaje: Subrayado o toma de notas de las características de los textos de divulgación científica. Trabajo en grupo (2-3 personas) Discusión guiada	Hemerografía: Cordero Macedo, Carlos Rafael; García, Constantino, “Darwin y el sexo violento” en <i>Ciencias</i> Vol. 60 Num. 4, octubre-diciembre 2009, pp. 36, 38-43

Apertura del aprendizaje

Reactivación de los conocimientos previos:

- En seminario el profesor y los alumnos hacen una síntesis de las características aprendidas en la clase anterior repasando la red conceptual hecha previamente.
- El maestro resuelve dudas.

(Material para el profesor)



Desarrollo del aprendizaje

-El profesor lee en voz alta el título del texto "Darwin y el sexo violento" y explica el *abstract*. Señala los errores de acentuación en el texto.

(Material para el alumno)



Carlos Cordero y Constantino Macías García

Los miembros de un sexo pueden beneficiarse de imponer al otro sus decisiones reproductivas. Por ejemplo: si los genitales masculinos dañan a la pareja, ésta no se apareará de nuevo y toda la progenie será del primer macho. Estos procesos generan carreras co-evolutivas entre los sexos.

Introducción: coevolución entre machos y hembras

Charles Darwin (1871) planteó que muchas características llamativas, exageradamente desarrolladas y, por lo tanto, muy costosas de producir y portar, tales como el plumaje de las aves, las alas coloridas de las mariposas, los cantos de las ranas y las feromonas de muchos insectos, evolucionaron como herramientas para cortejar y seducir a los miembros del sexo opuesto. En éstos, a su vez, evolucionaron mecanismos que les permiten detectar, medir y comparar dichas características para, con base en dichas estimaciones, decidir con quién aparearse y tener hijos. A este proceso de coevolución entre hembras y machos le llamó "selección intersexual" o "elección de pareja". Darwin basó sus ideas en la observación de que dichas características llamativas y exageradas (a las cuales llamamos ornamentos) comparten dos propiedades: 1) generalmente sólo existen, o se encuentran mucho más desarrolladas, en uno de los sexos; y 2) dichos ornamentos se utilizan o despliegan durante las interacciones sexuales (cortejo, cópula, etcétera). Darwin propuso que los ornamentos se utilizan en la elección de pareja debido a que brindan atractivo sexual a los individuos que los portan y a que los individuos del sexo opuesto tienen la ventaja de que al seleccionar a los individuos con los mejores ornamentos, es decir, los que tienen más atractivo sexual, producirán hijos que van a heredar dicho atractivo. Muchos años después varios autores formalizaron matemáticamente esta idea, que en la

(Material para el profesor)

Darwin y el SEXO VIOLENTO

Carlos Cordero y Constantino Macías García

Comentario [A1]: Ortografía

Los miembros de un sexo pueden beneficiarse de imponer al otro sus decisiones reproductivas. Por ejemplo: si los genitales masculinos dañan a la pareja, ésta no se apareará de nuevo y toda la progenie será del primer macho. Estos procesos generan carreras co-evolutivas entre los sexos.

Introducción: coevolución entre machos y hembras

Comentario [A2]:
** Abstract, describe el contenido de la investigación. Incluye los objetivos, resultados específicos y conclusiones.
** ¿Qué animales conocen que tengan órganos sexuales masculinos que agreden a las hembras?

Charles Darwin (1871) planteó que muchas características llamativas, exageradamente desarrolladas y, por lo tanto, muy costosas de producir y portar, tales como el plumaje de las aves, las alas coloridas de las mariposas, los cantos de las ranas y las feromonas de muchos insectos, evolucionaron como herramientas para cortejar y seducir a los miembros del sexo opuesto. En éstos, a su vez, evolucionaron mecanismos que les permiten detectar, medir y comparar dichas características para, con base en dichas estimaciones, decidir con quién aparearse y tener hijos. A este proceso de coevolución entre hembras y machos le llamó “selección intersexual” o “elección de pareja”. Darwin basó sus ideas en la observación de que dichas características llamativas y exageradas (a las cuales llamamos ornamentos) comparten dos propiedades: 1) generalmente sólo existen, o se encuentran mucho más desarrolladas, en uno de los sexos; y 2) dichos ornamentos se utilizan o despliegan durante las interacciones sexuales (cortejo, cópula, etcétera). Darwin propuso que los ornamentos se utilizan en la elección de pareja debido a que brindan atractivo sexual a los individuos que los portan y a que los individuos del sexo opuesto tienen la ventaja de que al seleccionar a los individuos con los mejores ornamentos, es decir, los que tienen más atractivo sexual, producirán hijos que van a heredar dicho atractivo. Muchos años después varios autores formalizaron matemáticamente esta idea, que en la actualidad se conoce como la “hipótesis del hijo sexy”.

Comentario [A3]: Adaptación evolutiva mutua entre dos especies resultado de su relación recíproca.

Comentario [A4]: Sustancias químicas secretadas para provocar un comportamiento específico a individuos de la misma especie.

Comentario [A5]: Ortografía

Comentario [A6]: Adorno, atavio que hace vistosa una cosa.

Un aspecto fascinante de muchas de las ideas concebidas por Darwin es la capacidad que tienen para explicar fenómenos que le eran totalmente desconocidos e incluso, tal vez, inconcebibles en su época. Un ejemplo reciente lo brinda la selección intrasexual. En los últimos años se han acumulado estudios nuevos –y reinterpretado otros antiguos– que documentan la existencia de características masculinas y femeninas que, al igual que los ornamentos producidos por la selección intersexual, se emplean durante las interacciones sexuales y son sexualmente dimórficas (diferentes entre los sexos) y costosas, pero que, a diferencia de los ornamentos, no parecen servir para seducir o estimular al sexo opuesto. En cambio tienen el aspecto de estar diseñadas para imponer costos o, incluso, dañar a los

miembros del sexo opuesto (una amplia revisión de estos estudios se encuentra en Arnqvist y Rowe, 2005). Congruentemente, en muchos de estos estudios se ha encontrado que en el sexo que recibe el daño o es **coercionado** han evolucionado características con la función aparente de impedir o, al menos, disminuir la magnitud y/o la probabilidad de ser dañado o coercionado por los miembros del sexo opuesto (Arnqvist y Rowe, 2005). La idea es que el individuo que daña o impone costos a su pareja obtiene un beneficio de dicha acción. Por ejemplo, cuando un león usurpa el **harén** de otro –tras desbancarlo en un combate– mata a los cachorros de las hembras del mismo, lo que reduce el tiempo que tardan éstas en volver a aparearse y tener hijos (los hijos del león infanticida). En las moscas domésticas, componentes no identificados del semen provocan perforaciones en el tracto genital de las hembras que permiten que otros compuestos viajen directamente hasta los centros nerviosos y provoquen la **inhibición** de la receptividad sexual de las hembras a los machos que las cortejen posteriormente; esto reduce la competencia con los espermatozoides de otros machos. En muchas especies algunos machos parecen copular por la fuerza con las hembras renuentes; tal es el caso de **Panorpa latipennis** un insecto del **Orden Mecoptera** (Thornhill, 1980) y la mariposa monarca, *Danaus plexippus* (Frey, 1999).

Comentario [A7]: Presión ejercida sobre alguien para forzar su voluntad o su conducta.

Comentario [A8]: Grupo de hembras que conviven con un único macho en la época de la procreación.

Comentario [A9]: Suspender transitoriamente una función o actividad del organismo mediante la acción de un estímulo adecuado.

Comentario [A10]: Insectos con alas.

Comentario [A11]: También pertenecen los escorpiones.

Obviamente, la existencia de características masculinas perjudiciales para las hembras genera una presión de selección sobre éstas que favorece la evolución de contra adaptaciones femeninas, es decir, características para contrarrestar los efectos negativos de las características antagonistas masculinas. Estas contra-adaptaciones femeninas, a su vez, generan presiones de selección sobre los machos, que pueden dar lugar a un proceso de coevolución entre machos y hembras que se denomina **coevolución sexual antagonista** (Arnqvist y Rowe, 2005).

En la siguiente sección describimos tres tipos de estructuras genitales cuyas características indican que podrían ser adaptaciones y contra-adaptaciones producidas por la coevolución sexual antagonista.

Instrumentos de tortura genital

Nuestro primer ejemplo lo encontramos en las chinches de cama (Familia Cimicidae). Los machos de esta familia rompen la pared corporal del abdomen de la hembra con su puntiagudo órgano intromitente (su “pene”) y eyaculan a través de esta perforación fuera del tracto genital femenino, fenómeno que recibe el nombre de inseminación traumática (Reinhardt y Siva-Jothy, 2007). Existe evidencia de que esta conducta tiene un efecto negativo sobre las hembras. Por ejemplo, en *Cimex lectularius*, la especie que ataca a los humanos, el daño mecánico producido por los machos durante la inseminación reduce significativamente la longevidad de las hembras. En vista del efecto negativo que tiene la inseminación traumática, no es de extrañar que las hembras de Cimicidae hayan evolucionado contra-adaptaciones para contrarrestar los efectos negativos de la misma. La contra-adaptación más extraordinaria que presentan las hembras de la mayoría de las especies de este grupo es la presencia de un tracto genital “secundario” llamado sistema

paragenital, cuyo grado de desarrollo varía entre las distintas especies. Este sistema está constituido por una modificación de la superficie externa de la pared corporal en forma de surco localizada en la zona donde los machos perforan a las hembras, a la que se denomina ectoespermalege y un órgano en forma de bolsa que se localiza en la superficie interna de la pared corporal, debajo del ectoespermalege, llamado mesoespermalege. El mesoespermalege recibe el semen y contiene hemocitos, células que forman parte del sistema inmune de los insectos. El mesoespermalege varía en complejidad entre las diferentes especies, alcanzando, tal vez, su máximo grado de desarrollo en los géneros *Stricticimex* y *Crassicimex*, en los que el mesoespermalege está unido por un tubo al tracto genital de la hembra, lo que provoca que el semen nunca entre en contacto con la hemolinfa (el líquido contenido en la cavidad corporal de los artrópodos y que cumple funciones similares a la sangre) de las hembras. En el otro extremo se encuentra el grupo considerado más antiguo dentro de los Cimicidae, *Primicimex cavernis*, que no presenta ectoespermalege ni mesoespermalege y en el cual, por lo tanto, el semen es depositado directamente en la hemolinfa y el área abdominal donde los machos perforan es muy amplia.

Los dos ejemplos siguientes son estructuras de los genitales masculinos que pueden dañar el tracto genital de las hembras. De acuerdo con la hipótesis de la coevolución sexual antagonista, los machos obtienen beneficios al dañar a las hembras. Por ejemplo, al recibir un daño las hembras podrían retardar su siguiente cópula más de lo que sería conveniente para ellas, digamos, para dar tiempo a que las heridas cicatricen. Este retardo es ventajoso para el macho, ya que prolonga el tiempo que la hembra estará utilizando sus espermatozoides para fertilizar huevos, antes de copular con otro macho y poner el esperma de ambos a competir dentro de su tracto reproductor (en los protagonistas de nuestros ejemplos –peces y lepidópteros– y, probablemente, en la mayoría de los animales, las hembras copulan con más de un macho durante su vida). Otra posibilidad, que se aplica sobre todo al caso de los artrópodos, es que el daño infligido por los machos provoque perforaciones en el tracto genital de las hembras que permitan un transporte más rápido y directo de compuestos seminales, vía la hemolinfa, hacia los centros nerviosos donde podrían inducir la inhibición de la receptividad sexual de las hembras y acelerar las tasas de maduración y de puesta de huevos.

El siguiente ejemplo es una especie de pez muy común en acuarios. El guppy (*Poecilia reticulata*) pertenece a una familia de peces vivíparos. En esta familia los machos inseminan internamente a las hembras con una aleta modificada llamada gonopodio. En muchas especies como en *Poecilia reticulata*, estos gonopodios tienen pequeños ganchos a lo largo (Figura 1) que desgarran el tejido cloacal de las hembras (Greven, 2005), y por ello se sospecha que: 1) reducen su receptividad al evitar otras cópulas dolorosas en un corto plazo. Otra consecuencia de los ganchos sería: 2) limitar la fertilizabilidad de las hembras, ya que la inflamación resultante podría dificultar la cópula exitosa con otros machos. Una ventaja adicional para los machos que lo gran dañar a las hembras sería que: 3) la inflamación reduce el riesgo de que se pierda el esperma del macho que recientemente ha copulado, al menos en lo que logra movilizarse hacia el interior del

Comentario [A12]: Animales con esqueleto externo y apéndices articulados (insectos, arácnidos y crustáceos).

Comentario [A13]: Insectos voladores (mariposas).

Comentario [A14]: Animales dotados de esqueleto externo (insectos, arácnidos, crustáceos).

Comentario [A15]: Las crías se desarrollan en el vientre de la hembra.

Comentario [A16]: Parte final del tracto decisivo en la que confluyen los aparatos urinario y reproductor.

tracto reproductivo de la hembra. Esta presencia de ganchos daría ventajas en la competencia espermática entre machos y afectaría el éxito reproductivo de cada individuo.

Estas tres suposiciones se refieren a **poecílidos** en general. Nosotros las hemos evaluado experimentalmente usando al guppy; no existen estudios previos acerca de la participación de los ganchos de gonopodios en la reproducción de estos peces. Cuando quitamos experimentalmente los ganchos a una serie de machos y los apareamos con hembras vírgenes (usando controles apropiados) encontramos que una mayoría significativa (64.7 por ciento) de los críos fue engendrada por los machos con ganchos (controles) sin importar la secuencia (**Centeno Lara y Macías García; datos no publicados**), y el resto por machos sin ganchos. No encontramos diferencias significativas de la inflamación en las cloacas de las hembras después de haber copulado con machos con ganchos ni con machos sin ganchos. Estos resultados sugieren que los ganchos no son necesarios para la inseminación de las hembras y que probablemente no intervengan en la competencia espermática con futuros machos, sino que determinan la ventaja del último macho (que es bien sabido se presenta en esta especie), ya que los machos sin ganchos no procrearon críos cuando se aparearon en segundo lugar. Al parecer los ganchos no provocan inflamación en las cloacas femeninas, pero se ha reportado que generan lesiones, por lo que se trata de una estructura masculina que afecta a las hembras negativamente mientras que beneficia a los machos.

Nuestro último ejemplo lo encontramos en el **Orden Lepidoptera**. El órgano intromitente de los machos de Lepidoptera está compuesto de una estructura tubular **esclerosada** llamada falo o edeago, el cual contiene un tubo membranoso –que puede tener uno o más divertículos– al que se denomina endofalo o vesica. Durante la cópula, el endofalo es **evertido** dentro de la hembra hasta llegar a la estructura en forma de bolsa denominada corpus bursa, que es donde se deposita el eyaculado. En muchas especies, el endofalo evertido tiene sobre su superficie una o más estructuras esclerosadas llamadas cornuti (Figuras 2 y 3); en algunas especies, los cornuti se rompen durante la cópula y permanecen dentro del corpus bursa en cuyo caso se les denomina cornuti deciduos. Aunque los cornuti muestran mucha variación entre especies en número, posición, tamaño y forma, es muy común que tengan forma de espina (Figuras 2a-b y 3). Un análisis preliminar de la forma, tamaño y posición de los cornuti de muchas especies sugiere que podrían dañar el tracto genital de las hembras (Cordero, en prensa). Sin embargo, la única evidencia directa de este daño que conocemos es la encontrada por la doctora Aletta Bakker (comunicación personal) en dos especies del género **Yponomeuta** en las que los cornuti perforan el corpus bursa de la hembra.

Por otra parte, los estudios en curso de Lizeth Abundis y C. Cordero muestran que en al menos algunas especies con cornuti potencialmente dañinos han evolucionado estructuras femeninas que podrían servir para disminuir o evitar por completo que el tracto genital de las hembras sea rasgado o perforado. Por ejemplo, gran parte del endofalo de la mariposa nocturna *Ascalapha odorata* (Noctuidae) está cubierto de cornuti

Comentario [A17]: Familia de peces que retienen los huevos dentro del cuerpo.

Comentario [A18]: Falta decir si el trabajo está en proceso de publicación.

Comentario [A19]: Insectos alados (mariposas).

Comentario [A20]: Endurecimiento patológico de un tejido.

Comentario [A21]: Sacar algo volviéndolo del revés.

Comentario [A22]: Familia de mariposas.

en forma de espinas (Figura 3a), mientras que el corpus bursa de las hembras está revestido de una serie de “crestas” esclerosadas que podrían servir como un escudo de protección contra los cornuti (Figura 3b). Es fácil imaginar cómo podrían haber evolucionado estas estructuras mediante el proceso de coevolución sexual antagonista mencionado anteriormente (véase Figura 3c).

Finalmente, no quisiéramos dejar la impresión de que los machos siempre son los villanos de la historia. Al igual que sucede con la selección intersexual o elección de pareja, en la que tanto machos como hembras pueden ser el sexo que selecciona o el sexo seleccionado (de hecho, al menos en algunas especies, ambos sexos pueden jugar los dos papeles), en la coevolución sexual antagonista tanto machos como hembras pueden desempeñar los roles de “agresor” y “agredido”. De hecho, en algunas especies de Lepidoptera los cornuti podrían jugar un papel opuesto al planteado anteriormente, al proteger el endofalo del daño que le podrían causar las estructuras duras en forma de espinas o sierras que se encuentran presentes en el interior del corpus bursa de las hembras de muchas especies (Cordero, en prensa). Estas estructuras femeninas reciben el nombre de signa y su función más aceptada es la de romper la envoltura del espermatóforo, que es una especie de “paquete” que transfieren los machos durante la cópula, el cual contiene los espermatozoides y otras secreciones masculinas con funciones diversas (Galicia y colaboradores, 2008). La forma de placa que presentan los cornuti de algunas especies (Figura 2c) es congruente con esta función, aunque las espinas también podrían servir para proteger el endofalo.

Carlos Rafael Cordero Macedo es licenciado en biología por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y doctor en ecología también por la UNAM. Es investigador titular en el Instituto de Ecología de dicha universidad y miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Es profesor de licenciatura y posgrado de la UNAM con más de 20 años de antigüedad, y está interesado en la evolución de todo lo que tiene que ver con el sexo en todo tipo de organismos.
signa_cornuti@yahoo.com.mx

Constantino Macías García es biólogo y maestro en ciencias por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Se doctoró en la University of East Anglia (Inglaterra) y ha trabajado en temas relacionados con la evolución de ornamentos, la especiación y las muchas ligas entre el estudio del comportamiento animal y la conservación biológica.
maciasg@servidor.unam.mx

Bibliografía

- Arnqvist, G. y Rowe, L. (2005), *Sexual Conflict*, Princeton University Press.
- Cordero, C. (en prensa), “On the function of cornuti, sclerotized structures of the endophallus of Lepidoptera”, *Genetica*.
- Crabo, L. y Hammond, P. C. (1995/1997), “A revision of *Mesogona* Boisduval (Lepidoptera: Noctuidae) for North America with descriptions of two new species”, *Journal of Research on the Lepidoptera* 34, 83-98.

- Darwin, C. (1871), *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* John Murray.
- Frey, D. (1999), "Resistance to mating by female monarch butterflies", en Hoth, J., Merino, L., Oberhauser, K., Pisanty, I., Price, S. y Wilkinson, T. (comps.), 1997 North American Conference on the Monarch Butterfly, CCE/CCA/CEC.
- Galicía, I., V. Sánchez y C. Cordero (2008), "On the function of signa, a genital trait of female Lepidoptera", *Annals of the Entomological Society of America* 101, 786-793.
- Greven, H. (2005), "Structural and behavioral traits associated with sperm transfer in poeciliinae", en *Viviparous Fishes* (ed. M. C. Uribe y H. J. Grier), pp. 145-163. Homestead Florida: New Life Publications.
- Reinhardt, K. y Siva-Jothy, M. T. (2007), "Biology of the Bed Bugs (Cimicidae)", *Annual Review of Entomology* 52, 351-374.
- Thornhill, R. (1980), "Rape in *Panorpa* scorpionflies and a general rape hypothesis", *Animal Behaviour* 28, 52-59.
- Varga, Z. y Ronkay, L. (2007), "On the taxonomy of the genus *Diarsia* [Hübner], [1821] 1816 (Lepidoptera: Noctuidae): the Holarctic species group of the genus", *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungarica* 53 (suplemento 1), 141-209.

Hemerografía:

Cordero Macedo, Carlos Rafael; Macías García, Constantino, "Darwin y el sexo violento", en *Ciencias*, Vol. 60, Núm. 4, octubre-diciembre 2009, pp. 36, 38-43.

Aplicación del conocimiento:

1.-El profesor dividirá al grupo en grupos de dos a tres a personas. A cada uno de los integrantes del equipo se les asignará un bloque de características (ciencia, comunicación o estructura) que deberán identificar en el texto de “Darwin y el sexo violento” a través de la toma de notas o subrayado.

-El maestro resolverá dudas y supervisará el trabajo en el aula.

2.- A manera de discusión guiada se revisarán los tres bloques de características para trabajar en conjunto el texto completo. Los alumnos deberán señalar las características del bloque que no elaboraron. Además, enriquecerán las características que identificaron con las aportaciones de sus compañeros.

-El maestro resolverá dudas.

(Material para el profesor)

Texto de divulgación científica “Darwin y el sexo violento”	
Estructura	
Características	Ejemplo
<p>Su lenguaje es especializado. Utiliza tecnicismos propios de cada campo del saber.</p>	<p>¿Cómo la encuentro? ¿Qué tipo de lenguaje utiliza?</p> <p>Fermonas, <i>Danaus plexippus</i>, Orden Mecoptera, <i>Panorpa latipennis</i>, coevolución sexual antagonista, <i>Cimex lectularius</i>, ectoespermalege, mesoespermalege, hemocitos, hemolinfa, <i>Primicimex cavernis</i>, lepidópteros, <i>Poecilia reticulata</i> (¿El artículo pasado traía el nombre científico del Guppy de Trinidad?), <i>edeago</i>, <i>endofalo</i>, <i>vesica</i>, <i>corpus bursa</i>, <i>cornuti</i>, <i>Ascalapha odorata</i>, Noctuidae, <i>signa</i></p>
<p>La lengua es denotativa, formal y precisa.</p> <p>¿Cómo la encuentro? ¿La redacción toma un sentido ambiguo? ¿Es coloquial?</p>	<p>-“En las moscas domésticas, componentes no identificados del semen provocan perforaciones en el tracto genital de las hembras que permiten que otros compuestos viajen directamente hasta los centros nerviosos y provoquen la inhibición de la receptividad sexual de las hembras a los machos que las cortejen posteriormente; esto reduce la competencia con los espermatozoides de otros machos.”</p> <p>-“En muchas especies algunos machos parecen copular por la fuerza con las hembras renuentes; tal es el caso de <i>Panorpa latipennis</i>, un insecto del Orden Mecoptera (Thornhill, 1980) y la mariposa monarca, <i>Danaus plexippus</i> (Frey, 1999).”</p> <p>-“En <i>Cimex lectularius</i>, la especie que ataca a los humanos, el daño mecánico producido por los machos durante la inseminación reduce significativamente la longevidad de las hembras.”</p> <p>-“La inflamación reduce el riesgo de que se pierda el esperma del macho que recientemente ha copulado, al menos en lo que logra movilizarse hacia el interior del tracto reproductivo de la hembra”.</p>

<p>El texto es objetivo e impersonal.</p> <p><i>¿Cómo la encuentro?</i></p> <p>¿Incluye opiniones del autor o los científicos?</p>	<p>-“Finalmente, no quisiéramos dejar la impresión de que los machos siempre son los villanos de la historia. Al igual que sucede con la selección intersexual o elección de pareja, en la que tanto machos como hembras pueden ser el sexo que selecciona o el sexo seleccionado (de hecho, al menos en algunas especies, ambos sexos pueden jugar los dos papeles), en la coevolución sexual antagonista tanto machos como hembras pueden desempeñar los roles de ‘agresor’ y ‘agredido’.”</p> <p><i>Este párrafo es importante porque muestra la objetividad del artículo. Aunque en el texto se ilustran las agresiones de los machos a las hembras, este párrafo señala que también existen las agresiones de las hembras a los machos.</i></p> <p><i>Las teorías que presentan los autores no están redactadas en forma de opinión y buscan estar fundamentadas en evidencia, estudios, ejemplos o descripción y exposición de fenómenos.</i></p>
<p>Sus modos discursivos son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Exposición (Predominante) 2.- Narración 3.- Descripción 4.- Diálogo <p>También puede contener esquemas, dibujos, fotografías, u otras formas de representación gráfica.</p>	<p>Exposición ¿Cómo la encuentro? ¿Qué haces cuando desarrollas o explicas un tema?</p> <p>-“En las moscas domésticas, componentes no identificados del semen provocan perforaciones en el tracto genital de las hembras que permiten que otros compuestos viajen directamente hasta los centros nerviosos y provoquen la inhibición de la receptividad sexual de las hembras a los machos que las cortejen posteriormente; esto reduce la competencia con los espermatozoides de otros machos.”</p> <p>-“La existencia de características masculinas perjudiciales para las hembras genera una presión de selección sobre estas que favorece la evolución de contra adaptaciones femeninas, es decir, características para contrarrestar los efectos negativos de las características antagonistas masculinas. Estas contra-adaptaciones femeninas, a su vez, generan presiones de selección sobre los machos, que pueden dar lugar a un proceso de coevolución entre machos y hembras que se denomina <i>coevolución sexual antagonista</i>.”</p> <p>-“Tracto genital ‘secundario’ llamado sistema paragenital, cuyo grado de desarrollo varía entre las distintas especies. Este sistema está constituido por una modificación de la superficie externa de la pared corporal en forma de surco localizada en la zona donde los machos perforan a las hembras, a la que se denomina <i>ectoespermalege</i>, y un órgano en forma de bolsa que se localiza en la superficie interna de la pared corporal, debajo del ectoespermalege, llamado <i>mesoespermalege</i>.”</p>

Narración	Descripción	Fotografías
<p>¿Cómo la encuentras? ¿Qué haces cuando describes una acción o suceso?</p> <p>-“Los machos de esta familia rompen la pared corporal del abdomen de la hembra con su puntiagudo órgano intromitente (su “pene”) y eyaculan a través de esta perforación fuera del tracto genital femenino.”</p> <p>-“Durante la cópula, el endofalo es evertido dentro de la hembra hasta llegar a la estructura en forma de bolsa denominada <i>corpus bursa</i>, que es donde se deposita el eyaculado.”</p>	<p>¿Cómo la encuentras? ¿Qué haces cuando das los detalles de una persona o cosa?</p> <p>-“El órgano intromitente de los machos de Lepidoptera está compuesto de una estructura tubular esclerosada llamada falo o <i>edeago</i>, el cual contiene un tubo membranoso –que puede tener uno o más divertículos– al que se denomina <i>endofalo</i> o <i>vesica</i>.”</p> <p>Las descripciones disminuyen cuando aparecen elementos gráficos.</p>	 <p>Figura 1. El macho guppy (de unos 20 milímetros) posee un gonopodio que utiliza para fecundar a las hembras, pero que genera daños en sus cloacas y parece jugar un papel en la competencia entre machos por fecundar los óvulos de las hembras.</p>
<p style="text-align: center;">Dibujos</p>  <p>Figura 2. Algunos ejemplos de la diversidad de <i>cornuti</i> (señalados con flechas) presentes en el endofalo de muchas especies de Lepidoptera. Las especies ilustradas pertenecen a la familia Noctuidae (Crabo y Hammond, 1995-1997; Varga y Ronkay, 2007).</p>	<p style="text-align: center;">Esquema del ciclo de coevolución sexual antagonista con imágenes</p>  <p>Figura 3. Estructuras genitales potencialmente antagonistas de la mariposa nocturna <i>Ascalapha odorata</i> (Noctuidae): a) Endofalo con <i>cornuti</i> en forma de espinas, b) <i>Corpus bursa</i> abierto con en el fin de mostrar las “crestas” fuertemente esclerosadas que la revisten; c) Diagrama que describe el proceso de coevolución sexual antagonista mediante el cual pudieron haber evolucionado las estructuras mostradas en a y b. Las disecciones y fotos fueron realizadas por Lizeth Abundis (Universidad Nacional Autónoma de México).</p>	

Comunicación	
Características	Ejemplo
<p>Sus autores pueden ser periodistas, divulgadores de la ciencia o científicos.</p> <p><i>¿Cómo la encuentro? ¿Quién es el autor de la noticia? ¿A qué se dedican ellos?</i></p>	<p>“Carlos Rafael Cordero Macedo es licenciado en biología por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y doctor en ecología también por la UNAM. Es investigador titular en el Instituto de Ecología de dicha universidad y miembro del SNI. Es profesor de licenciatura y posgrado de la UNAM con más de 20 años de antigüedad, y está interesado en la evolución de todo lo que tiene que ver con el sexo en todo tipo de organismos.”</p> <p>“Constantino Macías Garcia (ortografía) es biólogo y maestro en ciencias por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Se doctoró en la University of East Anglia (Inglaterra) y ha trabajado en temas relacionados con la evolución de ornamentos, la especiación y las muchas ligas entre el estudio del comportamiento animal y la conservación biológica.”</p>
<p>Está dirigido a un público general.</p> <p>No requiere de conocimientos previos.</p> <p><i>¿Cómo la encuentro? ¿Qué tipo de conocimientos requiere el lector para la comprensión del texto? Además las explicaciones y</i></p>	<p>“Charles Darwin (1871) planteó que muchas características llamativas, exageradamente desarrolladas y, por lo tanto, muy costosas de producir y portar, tales como el plumaje de las aves, las alas coloridas de las mariposas, los cantos de las ranas y las feromonas de muchos insectos, evolucionaron como herramientas para cortejar y seducir a los miembros del sexo opuesto. En éstos, a su vez, evolucionaron mecanismos que les permiten detectar, medir y comparar dichas características para, con base en dichas estimaciones, decidir con quién aparearse y tener hijos. A este proceso de coevolución entre hembras y machos le llamó ‘selección intersexual’ o ‘elección de pareja’. Darwin basó sus ideas en la observación de que dichas características llamativas y exageradas (a las cuales llamamos ornamentos) comparten dos propiedades: 1) generalmente sólo existen, o se encuentran mucho más desarrolladas, en uno de los sexos; y 2) dichos ornamentos se utilizan o despliegan durante las interacciones sexuales (cortejo, cópula, etcétera). Darwin propuso que los ornamentos se utilizan en la elección de pareja debido a que brindan atractivo sexual a los individuos que los portan y a que los individuos del sexo opuesto tienen la ventaja de que al seleccionar a los individuos con los</p>

<p><i>definiciones de los tecnicismos nos indican que el lector es el público en general.</i></p>	<p>mejores ornamentos, es decir, los que tienen más atractivo sexual, producirán hijos que van a heredar dicho atractivo.”</p> <p><i>La introducción del texto brinda los antecedentes de la coevolución sexual antagonista que requiere el lector para comprender la totalidad del texto.</i></p>
<p>El texto es actual.</p> <p><i>¿Cómo la encuentro? ¿Cuándo sucedió lo que revela el texto? Si narra algo pasado, ¿tiene vigencia?</i></p>	<p>-“Un ejemplo reciente lo brinda la selección intrasexual. En los últimos años se han acumulado estudios nuevos –y reinterpretado otros antiguos– que documentan la existencia de características masculinas y femeninas que, al igual que los ornamentos producidos por la selección intersexual, se emplean durante las interacciones sexuales y son sexualmente dimórficas (diferentes entre los sexos) y costosas, pero que, a diferencia de los ornamentos, no parecen servir para seducir o estimular al sexo opuesto. En cambio tienen el aspecto de estar diseñadas para imponer costos o, incluso, dañar a los miembros del sexo opuesto (una amplia revisión de estos estudios se encuentra en Arnqvist y Rowe, 2005).”</p> <p>-“Por otra parte, los estudios en curso de Lizeth Abundis y C. Cordero muestran que en al menos algunas especies con <i>cornuti</i> potencialmente dañinos han evolucionado estructuras femeninas que podrían servir para disminuir o evitar por completo que el tracto genital de las hembras sea rasgado o perforado.”</p>
<p>El texto debe ser de interés social y general.</p> <p><i>¿Cómo la encuentro? ¿Es relevante el texto? ¿Por qué? ¿Cómo lo sabemos?</i></p>	<p>“Los miembros de un sexo pueden beneficiarse de imponer al otro sus decisiones reproductivas. Por ejemplo: si los genitales masculinos dañan a la pareja, ésta no se apareará de nuevo y toda la progenie será del primer macho. Estos procesos generan carreras co-evolutivas entre los sexos.”</p> <p><i>Todos los seres vivos (incluidos los humanos) compartimos el nacimiento, la alimentación, la reproducción y la muerte. La reproducción y la interacción sexual es un tema de interés para los seres humanos, aunque sea animal. Este conocimiento nos ayuda a conocernos mejor al compararnos o diferenciarnos con otros seres vivos.</i></p>
<p>El texto está situado en un contexto más amplio de cultura general.</p>	<p>-“En la siguiente sección describimos tres tipos de estructuras genitales cuyas características indican que podrían ser adaptaciones y contra-adaptaciones producidas por la coevolución sexual antagonista:</p> <p>‘Nuestro primer ejemplo lo encontramos en las chinches de cama (Familia Cimicidae). Cimex</p>

<p>¿Cómo la encuentro? ¿El texto de divulgación es de utilidad? ¿Por qué? ¿Para quién? ¿Para qué sirve la investigación?</p>	<p>lectularius, la especie que ataca a los humanos.</p> <p>‘El siguiente ejemplo es una especie de pez muy común en acuarios. El guppy (<i>Poecilia reticulata</i>) pertenece a una familia de peces vivíparos.</p> <p>‘Nuestro último ejemplo lo encontramos en el Orden Lepidoptera.”</p> <p>-“En las moscas domésticas, componentes no identificados del semen provocan perforaciones en el tracto genital de las hembras que permiten que otros compuestos viajen directamente hasta los centros nerviosos y provoquen la inhibición de la receptividad sexual de las hembras a los machos que las cortejen posteriormente; esto reduce la competencia con los espermatozoides de otros machos.”</p>	
Ciencia		
Características	Ejemplo	
<p>Explican los fenómenos naturales y sociales ¿Cómo la encuentro? ¿Qué fenómeno describe el artículo?</p>	La coevolución sexual antagonista.	
<p>Refiere al campo de las ciencias naturales o sociales. ¿Cómo la encuentro? ¿De cuál disciplina científica habla?</p>	Biología.	
Características	Ejemplo	
<p>Su estructura puede corresponder a las fases del método científico:</p> <p>1.- Planteamiento del problema 2.- Hipótesis</p>	<p>1.- <i>Planteamiento del problema</i></p> <p>“En muchas especies como en <i>Poecilia reticulata</i>, estos gonopodios tienen pequeños</p>	<p>2.- <i>Hipótesis</i></p> <p>“Se sospecha que: 1) reducen su receptividad al evitar otras cópulas dolorosas en un corto plazo. Otra consecuencia de los ganchos sería: 2) limitar la fertilizabilidad de las hembras, ya que la inflamación resultante podría dificultar la cópula exitosa con otros machos. Una ventaja adicional para los machos que lo</p>

<p>3.- Observación 4.- Experimentación 5.- Análisis de resultados 6.- Conclusiones</p>	<p>ganchos a lo largo (Figura 1) que desgarran el tejido cloacal de las hembras.”</p>	<p>gran dañar a las hembras sería que: 3) la inflamación reduce el riesgo de que se pierda el esperma del macho que recientemente ha copulado, al menos en lo que logra movilizarse hacia el interior del tracto reproductivo de la hembra.” / “Esta presencia de ganchos daría ventajas en la competencia espermática entre machos y afectaría el éxito reproductivo de cada individuo.”</p>
<p><i>*Hipótesis ajenas al experimento que se describe, pero aparecen en el desarrollo del artículo</i></p> <p>-“La coevolución sexual antagonista, los machos obtienen beneficios al dañar a las hembras. Por ejemplo, al recibir un daño las hembras podrían retardar su siguiente cópula más de lo que sería conveniente para ellas, digamos, para dar tiempo a que las heridas cicatricen. Este retardo es ventajoso para el macho, ya que prolonga el tiempo que la hembra estará utilizando sus espermatozoides para fertilizar huevos, antes de copular con otro macho y poner el esperma de ambos a competir dentro de su tracto reproductor (en los protagonistas de nuestros ejemplos –peces y lepidópteros– y, probablemente, en la mayoría de los animales, las hembras copulan con más de un macho durante su vida).”</p> <p>-“Otra posibilidad, que se aplica sobre todo al caso de los artrópodos, es que el daño infligido por los machos provoque perforaciones en el tracto genital de las hembras que permitan un transporte más rápido y directo de compuestos seminales, vía la hemolinfa, hacia los centros nerviosos donde podrían inducir la inhibición de la receptividad sexual de las hembras y acelerar las tasas de maduración y de puesta de huevos.”</p>		
<p><i>3.- Experimentación</i></p> <p>“Cuando quitamos experimentalmente los ganchos a una serie de machos y los apareamos con hembras vírgenes (usando controles apropiados).”</p>	<p><i>4.- Análisis de resultados</i></p> <p>“Encontramos que una mayoría significativa (64.7 por ciento) de los críos fue engendrada por los machos con ganchos (controles) sin importar la secuencia (Centeno Lara y Macías García; datos no publicados), y el resto por machos sin ganchos. No encontramos diferencias significativas de la inflamación en las cloacas de las hembras después de haber copulado con machos con ganchos ni con machos sin ganchos.”</p>	
<p><i>5.- Conclusiones</i></p> <p>“Estos resultados sugieren que los ganchos no son necesarios para la inseminación de las hembras y que probablemente no intervengan en la competencia espermática con futuros machos, sino que determinan la ventaja del último macho (que es bien sabido se presenta en esta especie), ya que los machos sin ganchos no procrearon críos cuando se aparearon en segundo lugar.</p>		

Al parecer los ganchos no provocan inflamación en las cloacas femeninas, pero se ha reportado que generan lesiones, por lo que se trata de una estructura masculina que afecta a las hembras negativamente mientras que beneficia a los machos.”	
Características	Ejemplo
<p>Describe los fenómenos a través de argumentos demostrativos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Respaldos de autoridad: Se publica en una revista arbitrada por pares. -Investigaciones previas -Experimentos <p>Todas estas características hacen que la información sea clara y precisa desarrollando el fenómeno a profundidad.</p>	<p>1.- <i>Respaldos de autoridad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -“Arnqvist, G. y Rowe, L. (2005), <i>Sexual Conflict</i>, Princeton University Press.” -“Cordero, C. (en prensa), “On the function of cornuti, sclerotized structures of the endophallus of Lepidoptera”, <i>Genetica</i>.” -“Crabo, L. y Hammond, P. C. (1995/1997), “Arevision of <i>Mesogona</i> Boisduval (Lepidoptera: Noctuidae) for North America with descriptions of two new species”, <i>Journal of Research on the Lepidoptera</i> 34, 83-98. -“Darwin, C. (1871), <i>The Descent of Man and Selection in Relation to Sex</i>, John Murray.” -“Frey, D. (1999), “Resistance to mating by female monarch butterflies”, en Hoth, J., Merino, L., Oberhauser, K., Pisanty, I., Price, S. y Wilkinson, T. (comps.), 1997 <i>North American Conference on the Monarch Butterfly</i>, CCE/CCA/CEC.” -“Galicia, I., V. Sánchez y C. Cordero (2008), “On the function of signa, a genital trait of female Lepidoptera”, <i>Annals of the Entomological Society of America</i> 101, 786-793.” -“Greven, H. (2005), “Structural and behavioral raits associated with sperm transfer in poeciliinae”, en <i>Viviparous Fishes</i> (ed. M. C. Uribe y H. J. Grier), pp. 145-163. Homestead Florida: New Life Publications.” -“Reinhardt, K. y Siva-Jothy, M. T. (2007), “Biology of the Bed Bugs (Cimicidae)”, <i>Annual Review of Entomology</i> 52, 351-374.” -“Thornhill, R. (1980), “Rape in <i>Panorpa</i> scorpionflies and a general rape hypothesis”, <i>Animal Behaviour</i> 28, 52-59.” -“Varga, Z. y Ronkay, L. (2007), “On the taxonomy of the genus <i>Diarsia</i> [Hübner], [1821] 1816 (Lepidoptera: Noctuidae): the Holarctic species group of the genus”, <i>Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae</i> 53 (suplemento 1), 141-209.” <p>“Sin embargo, la única evidencia directa de este daño que conocemos es la encontrada por la doctora Aletta Bakker (comunicación personal -sería una información más confiable si la información estuviera publicada o nos explicara quién es la doctora-) en dos especies del género <i>Yponomeuta</i> en las que los cornuti perforan el corpus bursa de la hembra.”</p>

<p>2.- <i>Investigaciones previas</i></p> <p>-“En muchos de estos estudios se ha encontrado que en el sexo que recibe el daño o es coercionado han evolucionado características con la función aparente de impedir o, al menos, disminuir la magnitud y/o la probabilidad de ser dañado o coercionado por los miembros del sexo opuesto.”</p> <p>-“Nosotros las hemos evaluado experimentalmente usando al guppy; no existen estudios previos acerca de la participación de los ganchos de gonopodios en la reproducción de estos peces.”</p> <p>3.- <i>Experimentos</i></p> <p>“Cuando quitamos experimentalmente los ganchos a una serie de machos y los apareamos con hembras vírgenes (usando controles apropiados).”</p>	
Características	Ejemplo
<p>Encontramos información en forma de:</p> <p>1.- Leyes</p> <p>2.- Teorías</p> <p>3.- Clasificaciones</p> <p>4.- Aseveraciones fundamentadas (tesis)</p> <p>5.- Definiciones</p> <p>6.- Analogías</p>	<p>1.- <i>Teoría</i></p> <p><i>¿Cómo la encuentro?</i></p> <p><i>¿Qué conjunto de ideas aparecen en el artículo buscando descifrar los fenómenos de la naturaleza?</i></p> <p>-“Selección intersexual’ o ‘elección de pareja’ de Darwin.- Las características llamativas y exageradas (ornamentos) comparten dos propiedades: 1) generalmente solo existen, o se encuentran mucho más desarrolladas, en uno de los sexos; y 2) dichos ornamentos se utilizan o despliegan durante las interacciones sexuales (cortejo, cópula, etcétera).”</p>
<p><i>Teoría</i></p> <p>-Hipótesis del hijo sexy.- Los ornamentos se utilizan en la elección de pareja debido a que brindan atractivo sexual a los individuos que los portan y a que los individuos del sexo opuesto tienen la ventaja de que al seleccionar a los individuos con los mejores ornamentos, es decir, los que tienen más atractivo sexual, producirán hijos que van a heredar dicho atractivo.</p> <p>-Selección intrasexual.- La existencia de características masculinas y femeninas empleadas durante las interacciones sexuales y son sexualmente dimórficas (diferentes entre los sexos) y costosas. Tienen el aspecto de estar diseñadas para imponer costos o, incluso, dañar a los miembros del sexo opuesto.</p> <p>-Coevolución sexual antagonista.- La existencia de características masculinas perjudiciales para las hembras genera una presión de</p>	

<p>selección sobre estas que favorece la evolución de contra adaptaciones femeninas, es decir, características para contrarrestar los efectos negativos de las características antagonistas masculinas. Estas contra-adaptaciones femeninas, a su vez, generan presiones de selección sobre los machos, que pueden dar lugar a un proceso de coevolución entre machos y hembras.</p>	
<p>2.- <i>Clasificaciones</i></p> <p><i>¿Cómo la encuentro?</i> <i>¿En el artículo aparecen la forma en la que se ordenan las especies animales?</i></p> <p>-“En muchas especies algunos machos parecen copular por la fuerza con las hembras renuentes; tal es el caso de <i>Panorpa latipennis</i>, un insecto del Orden Mecoptera (Thornhill, 1980) y la mariposa monarca, <i>Danaus plexippus</i> (Frey, 1999).”</p> <p>-“Nuestro primer ejemplo lo encontramos en las chinches de cama (Familia Cimicidae).”</p> <p>-“Nuestro último ejemplo lo encontramos en el Orden Lepidoptera.”</p>	<p>3.- <i>Aseveraciones fundamentadas</i></p> <p><i>¿Cómo la encuentro?</i> <i>¿Qué enunciados son carácter afirmativo y están sustentados en argumentos demostrativos?</i></p> <p>-“En los últimos años se han acumulado estudios nuevos –y reinterpretado otros antiguos– que documentan la existencia de características masculinas y femeninas que, al igual que los ornamentos producidos por la selección intersexual, se emplean durante las interacciones sexuales y son sexualmente dimórficas (diferentes entre los sexos) y costosas, pero que, a diferencia de los ornamentos, no parecen servir para seducir o estimular al sexo opuesto. En cambio tienen el aspecto de estar diseñadas para imponer costos o, incluso, dañar a los miembros del sexo opuesto (una amplia revisión de estos estudios se encuentra en Arnqvist y Rowe, 2005). Congruentemente, en muchos de estos estudios se ha encontrado que en el sexo que recibe el daño o es coercionado han evolucionado características con la función aparente de impedir o, al menos, disminuir la magnitud y/o la probabilidad de ser dañado o coercionado por los miembros del sexo opuesto (Arnqvist y Rowe, 2005). La idea es que el individuo que daña o impone costos a su pareja obtiene un beneficio de dicha acción.”</p> <p>-“Existe evidencia de (la inseminación traumática) que esta conducta tiene un efecto negativo sobre las hembras. Por ejemplo, en <i>Cimex lectularius</i>, la especie que ataca a los humanos, el daño mecánico producido por los machos durante la inseminación reduce significativamente la longevidad de las hembras. En vista del efecto negativo que tiene la inseminación traumática, no es de extrañar que las hembras de Cimicidae hayan evolucionado contra-adaptaciones para contrarrestar los efectos negativos de la misma.”</p>
<p><i>Aseveraciones fundamentadas</i></p> <p>-“Estos resultados sugieren que los ganchos no son necesarios para la inseminación de las hembras y que probablemente no intervengan en la competencia espermática con futuros machos, sino que determinan la ventaja del último macho (que es bien sabido se presenta en esta especie), ya que los machos sin ganchos no procrearon críos cuando se aparearon en segundo</p>	

lugar. Al parecer los ganchos no provocan inflamación en las cloacas femeninas, pero se ha reportado que generan lesiones, por lo que se trata de una estructura masculina que afecta a las hembras negativamente mientras que beneficia a los machos.”

-“Los estudios en curso de Lizeth Abundis y C. Cordero muestran que en al menos algunas especies con *cornuti* potencialmente dañinos han evolucionado estructuras femeninas que podrían servir para disminuir o evitar por completo que el tracto genital de las hembras sea rasgado o perforado. Por ejemplo, gran parte del endofalo de la mariposa nocturna *Ascalapha odorata* (Noctuidae) está cubierto de *cornuti* en forma de espinas (Figura 3a), mientras que el *corpus bursa* de las hembras está revestido de una serie de “crestas” esclerosadas que podrían servir como un escudo de protección contra los *cornuti* (Figura 3b). Es fácil imaginar cómo podrían haber evolucionado estas estructuras mediante el proceso de coevolución sexual antagonista mencionado anteriormente.”

-“En la coevolución sexual antagonista tanto machos como hembras pueden desempeñar los roles de ‘agresor’ y ‘agredido’. De hecho, en algunas especies de Lepidoptera los *cornuti* podrían jugar un papel opuesto al planteado anteriormente, al proteger el endofalo del daño que le podrían causar las estructuras duras en forma de espinas o sierras que se encuentran presentes en el interior del *corpus bursa* de las hembras de muchas especies (Cordero, en prensa). Estas estructuras femeninas reciben el nombre de *signa* y su función más aceptada es la de romper la envoltura del espermatóforo, que es una especie de ‘paquete’ que transfieren los machos durante la cópula, el cual contiene los espermatozoides y otras secreciones masculinas con funciones diversas (Galicia y colaboradores, 2008).”

4.- Definiciones

¿Cómo los encuentro?

¿Cuáles enunciados explican el significado de conceptos especializados?

Inseminación traumática.- Los machos de esta familia rompen la pared corporal del abdomen de la hembra con su puntiagudo órgano intromitente (su “pene”) y eyaculan a través de esta perforación fuera del tracto genital femenino.

Hemocitos.- Células que forman parte del sistema inmune de los insectos.

Hemolinfa.- El líquido contenido en la cavidad corporal de los artrópodos y que cumple funciones similares a la sangre.

En los textos de divulgación científica escrita por investigadores pueden incluirse tecnicismos que no son explicados. Los científicos están tan acostumbrados a su lenguaje especializado que muchas veces consideran que ciertos conceptos son del conocimiento del público general cuando no lo son.

5.- Analogías

¿Cómo los encuentro?

¿Qué enunciados hacen comparaciones entre objetos, conceptos y experiencias?

-Estos gonopodios tienen pequeños ganchos a lo largo.

Por lo regular los textos de divulgación científica escritos por investigadores carecen de analogías puesto que ellos prefieren la precisión de conceptos y descripciones.

Retroalimentación del aprendizaje

Conclusiones del aprendizaje

-El maestro pregunta:

Los textos “Especies exóticas vs. nativas” y “Darwin y el sexo violento” son de divulgación científica, ¿encontramos diferencias entre ellos?

¿Por qué?

¿Qué tipo de diferencias encontramos?

(Material para el profesor)

Diferencias en los textos de divulgación científica		
Rubros	“Especies exóticas vs. nativas”	“Darwin y el sexo violento”
Autor	Científicos	Científicos
Texto de divulgación	Noticia	Artículo
Redacción	Clara y fluída.	Redundante
Composición de los párrafos	Pequeños de oraciones simples.	Largos de oraciones compuestas.
Tecnicismos	Todos son explicados.	Constantes, algunos no son explicados. Trabaja con las clasificaciones propias de su área.
Desarrollo del método científico	Breve y claros.	A profundidad. Fundamenta sus aseveraciones y desarrolla las leyes y teorías implicadas al fenómeno.
Argumentos demostrativos	Solo los señala.	Desarrolla los respaldos de autoridad, las investigaciones previas y los experimentos.

Anexo 23. Sesión de culminación

Nivel: Educación Media Superior

Institución:

Asignatura:

Profesor:

Propuesta realizada por: Lic. Vázquez Reyes Ana Gloria

Grado:	Grupo:	Fecha: Duración:
Tema:	Número de clase: 3 (Evaluación del aprendizaje)	Nivel de asimilación: Aplicación

Objetivo de la estrategia

El alumno será capaz de comprender los textos de divulgación científica. Entendiendo por comprensión tener una idea clara de una obra escrita de divulgación científica en su estructura, significado y alcance.

Forma de evaluación

El alumno elaborará una obra donde expone la manera que identifica un texto de divulgación científica argumentando sus características de estructura, contextos, contenido, entre otras.

Método: Reproductivo	Recursos didácticos: Pluma, hojas blancas y la hoja de trabajo: “Evaluación de identificación de textos de divulgación científica”.
Instrumento de evaluación: Composición libre	Hemerografía: - <i>El Mercurio</i> , “Bebidas light hacen consumir más calorías”, en <i>El Universal</i> , en red: [http://www.eluniversal.com.mx/ciencia/2014/bebidas-light-consumir-calorias-82823.html], consultado el 15 de julio de 2014. -Abrahams, Marc, “¡No me apresures!” en <i>¿Cómo ves?</i> , Año 15, Num. 171, febrero 2013, p.8

Evaluación del aprendizaje

-El profesor lee en voz alta las instrucciones del ejercicio “Evaluación de identificación de textos de divulgación” que los alumnos realizarán de forma individual.

-El profesor resuelve dudas durante la actividad

(Material para el alumno)

Evaluación de identificación de textos de divulgación científica

- I. **Lee atentamente** las dos noticias que se presentan a continuación. Ambas se publicaron en medios impresos nacionales en su sección de “Ciencia”.
- II. Identifica las características de los textos de divulgación que posee cada una de las noticias.
- III. Elabora una composición donde analices y justifiques cuál de las dos notas corresponde más a un texto de divulgación científico. Para realizarla **guíate con la rúbrica** siguiente. Puedes apoyarte en tus apuntes y cuadros de las últimas dos clases.
- IV. La composición debe ser escrita con **letra legible para su evaluación**.

Rúbrica de evaluación

- 1.- Explica para qué sirve un texto de divulgación científica. **5%**
 - 2.- Redacta una breve presentación de las noticias señalando de que fenómeno hablan y la disciplina científica a la que pertenecen. **10%**
 - 3.- Señala que características del texto de divulgación científica son iguales en ambas noticias a nivel estructura y comunicación. Justifica cada una de las características. **20%**
 - 4.- Selecciona la noticia que reúna la mayor cantidad y de mejor manera las características de un texto de divulgación científica. Justifica tu elección explicando y desarrollando las características encontradas (guíate con la tabla anexo), puedes copiar fragmentos o resumirlos dependiendo del tipo de característica. No repitas las características desarrolladas previamente en los puntos 2 y 3. **30%**
- | Comunicación 9% | Estructura 5% | Ciencia 16% |
|---------------------------|----------------------|------------------------------------|
| Todas las características | Modos discursivos | Método científico 10% |
| | | Argumentos demostrativos 5% |
- 5.- Retoma la noticia que no seleccionaste y desarrolla las características que posee de los rubros de comunicación y ciencia (método científico) que posee. No repitas las características previamente desarrolladas en los puntos 2 y 3. **10%**
 - 6.- Explica qué tipo de información investigarías para mejorar el texto y así convertirlo en uno de divulgación científica. Describe y desarrolla qué características del rubro de ciencia (método científico y argumentos demostrativos) y estructura faltan en el texto. **20%**
 - 7.- La composición debe estar bien escrita (ortografía) y poseer coherencia entre las ideas (buena redacción). **5%**

Bebidas *light* hacen consumir más calorías

GDA / *El Mercurio* / Chile

20 de enero de 2014

Investigadores de la Universidad Johns Hopkins en EU concluyeron que las personas con **obesidad** que ingerían **bebidas dietéticas**, consumían más calorías que las que bebían con azúcar.

Los científicos utilizaron datos de la Encuesta Nacional sobre Salud y Nutrición para examinar el comportamiento alimentario de 24 mil personas a lo largo de 10 años.

Los investigadores creen que, al tomar **bebidas *light***, las personas se sienten con mayor libertad para ingerir alimentos calóricos.

¡No me apresures!

Marc Abrahams
Annals of Improbable Research

Con la inexorable desaparición de los teléfonos públicos en nuestras ciudades, se esfuman también las oportunidades de observar un comportamiento peculiar y exasperante. Este comportamiento se documentó en un estudio titulado “Esperar tu turno para usar el teléfono: reacciones de defensa territorial en usuarios importunados”. El estudio se publicó en 1989, antes de que el teléfono celular desplazara al teléfono público.

El profesor R. Barry Rubak y algunos de sus alumnos de la Universidad Estatal de Georgia hicieron un experimento. Primero les preguntaron a varias personas qué harían sí, usando el teléfono público, se dieran cuenta que hay otra persona esperando. La mayoría de los participantes contestaron que tratarían de terminar su llamada lo más pronto posible. Pero los investigadores pusieron a prueba esta buena intención.

Para eso, se apostaron discretamente cerca de varias cabinas telefónicas de la ciudad de Atlanta. Cuando alguien estaba usando el teléfono uno de los investigadores se acercaba a la cabina y hacía como si estuviera esperando su turno. El actor “simplemente se ponía detrás del usuario y de tanto en tanto miraba su reloj y se metía las manos en los bolsillos”. A veces eran dos actores. Todos tenían instrucciones de “no mirar al sujeto de estudio”.

Sin gente esperando, las llamadas duraban en promedio 80 segundos. Con una persona, los usuarios hacían llamadas más largas de unos 110 segundos. Cuando había dos personas esperando con claros signos de impaciencia, los usuarios se quedaban al teléfono mucho más tiempo: en promedio cuatro minutos.

Luego de probar pequeñas variaciones del experimento para tratar de entender el mecanismo, los mecanismos dieron con una posible causa: “Los usuarios prologan la llamada principalmente porque hay personas esperando”.

Hoy, aún sin teléfonos públicos, se pueden observar ejemplos de este comportamiento de defensa territorial. Ocurren en las calles y en los estacionamientos; en general, dondequiera que haya más coches que lugares para estacionarse.

El profesor Rubak reanudó sus andanzas en el estacionamiento de un centro comercial de Atlanta. En 1997, Rubak y su colega Daniel Julieg redactaron un informe titulado “Defensa territorial en un estacionamiento: represalia contra el que espera”. Los investigadores midieron el tiempo que tardaban las personas en subirse en su auto e irse. Observaron que, consistentemente, tardaban más en partir cuando había otro coche esperando para ocupar el lugar.

Rubak y sus secuaces luego reforzaron el experimento enviando conductores en coches de distintos tipos para probar varias cosas más. Descubrieron que las personas tardan mucho más en irse cuando el intruso toca el claxon. También observaron que los varones tienden a irse más rápido si ven que la persona que está esperando va en un coche notablemente más caro que el suyo; pero que a las mujeres esas cosas las tienen sin cuidado.

Retroalimentación del aprendizaje

- El maestro recoge los trabajos.
- Retroalimentación en discusión guiada.
- El docente pregunta:
 - ¿Cuál de los dos textos es de divulgación científica?
 - ¿Cómo lo saben?
 - ¿Qué características encontraron?
 - ¿Cómo mejorarían la nota de “Bebidas *light* hacen consumir más calorías”?

(Material para evaluar del profesor)

Rúbrica de evaluación contestada para identificar textos de divulgación científica

1.- Explica para qué sirve un texto de divulgación científica. **5%**

Difundir los descubrimientos científicos e informar al público general, no especializado, sobre los avances de la ciencia.
--

2.- Redacta una breve presentación de las noticias señalando de que fenómeno hablan y la disciplina científica a la que pertenecen. **10%**

Bebidas <i>light</i> hacen consumir más calorías	Mala alimentación	Medicina	5%
¡No me apresures!	Defensa territorial	Psicología	5%

3.- Señala que características del texto de divulgación científica son iguales en ambas noticias a nivel estructura y comunicación. Justifica cada una de las características. **20%**

Características de “Estructura”	Justificación
Lenguaje denotativo 5%	La redacción es formal y recta no hay espacio para la ambigüedad.
Objetivo 5%	No incluye opiniones del autor.

Características de “Comunicación”	Justificación
Autor 5%	Están escritas por periodistas.
Público General 5%	Es de fácil acceso porque no posee tecnicismos.

4.- Selecciona la noticia que reúna la mayor cantidad y de mejor manera las características de un texto de divulgación científica. Justifica tu elección explicando y desarrollando las características encontradas (guíate con la tabla anexo), puedes copiar fragmentos o resumirlos dependiendo del tipo de característica. No repitas las características desarrolladas previamente en los puntos 2 y 3. **30%**

¡No me apresures!	
Características	Justificación
Comunicación 9%	
Actual 3%	“Hoy, aún sin teléfonos públicos, se pueden observar ejemplos de este comportamiento de defensa territorial. Ocurren en las calles y en los estacionamientos; en general, dondequiera que haya más coches que lugares para estacionarse” (situación actual).
Interés social 3%	La defensa territorial es una conducta humana.
Contexto cultural 3%	Hablar por teléfono y estacionarse son actividades comunes.
Estructura 5%	
Modo discursivo -Narración -Descripción	<i>Narración</i> 2.5% “Cuando alguien estaba usando el teléfono uno de los investigadores se acercaba a la cabina y hacía como si estuviera esperando su turno. El actor ‘simplemente se ponía detrás del usuario y de tanto en tanto miraba su reloj y se metía las manos en los bolsillos’. A veces eran dos actores. Todos tenían instrucciones de ‘no mirar al sujeto de estudio’”. <i>Descripción del experimento de la defensa territorial en la cabina telefónica</i> 2.5%
Ciencia 16%	
Método científico -Observación -Experimentación -Análisis de resultados -Conclusiones 10 % <i>Estos rubros pueden resumirse o sintetizarse</i>	<i>Observación</i> 2.5% “Los investigadores midieron el tiempo que tardaban las personas en subirse en su auto e irse. Observaron que, consistentemente, tardaban más en partir cuando había otro coche esperando para ocupar el lugar.” <i>Experimentación</i> 3% “Primero les preguntaron a varias personas qué harían sí, usando el teléfono público, se dieran cuenta que hay de otra persona esperando. La mayoría de los participantes contestaron que tratarían de terminar su llamada lo más pronto posible. Pero los investigadores pusieron a prueba esta buena intención. “Para eso, se apostaron discretamente cerca de varias cabinas telefónicas de la ciudad de Atlanta. Cuando alguien estaba usando el teléfono uno de los investigadores se acercaba a la cabina y hacía como si estuviera esperando su turno. El actor ‘simplemente se ponía detrás del usuario y de tanto en tanto miraba su reloj y se metía las manos en los bolsillos’. A veces eran dos actores. Todos tenían instrucciones de ‘no mirar al sujeto de estudio’”.

	<p><i>Análisis de los resultados 2.5%</i> “Sin gente esperando, las llamadas duraban en promedio 80 segundos. Con una persona, los usuarios hacían llamadas más largas de unos 110 segundos. Cuando había dos personas esperando con claros signos de impaciencia, los usuarios se quedaban al teléfono mucho más tiempo: en promedio cuatro minutos.”</p> <p><i>Conclusiones 3%</i> -“Los usuarios prologan la llamada principalmente porque hay personas esperando”. -“Las personas tardan mucho más en irse cuando el intruso toca el claxon. También observaron que los varones tienden a irse más rápido si ven que la persona que está esperando va en un coche notablemente más caro que el suyo; pero que a las mujeres esas cosas las tienen sin cuidado.”</p>
Argumentos demostrativos -Respaldos de autoridad -Investigaciones previas 5 %	<p><i>Respaldos de autoridad 2.5%</i> “Este comportamiento se documentó en un estudio titulado ‘Esperar tu turno para usar el teléfono: reacciones de defensa territorial en usuarios importunados’. (1989)”.</p> <p><i>Investigación previa 2.5%</i> “En 1997, Rubak y su colega Daniel Julieg redactaron un informe titulado ‘Defensa territorial en un estacionamiento: represalia contra el que espera’”.</p>

5. Retoma la noticia que no seleccionaste y desarrolla las características que posee de los rubros de comunicación y ciencia (método científico) que posee. No repitas las características previamente desarrolladas en los puntos 2 y 3. **10%**

Bebidas <i>light</i> hacen consumir más calorías		
Características	Justificación	
Comunicación 5%		
Actual	1%	20 de enero de 2014.
Interés social	2%	México es un país con problemas de obesidad.
Contexto cultural	2%	Bebidas light

Ciencia 5%	
Método científico: -Experimentación -Conclusiones	<p><i>Experimentación 2.5%</i> “Los científicos utilizaron datos de la Encuesta Nacional sobre Salud y Nutrición para examinar el comportamiento alimentario de 24 mil personas a lo largo de 10 años.”</p> <p><i>Conclusiones 2.5%</i> “Los investigadores creen que, al tomar bebidas light, las personas se sienten con mayor libertad para ingerir alimentos calóricos.”</p>

6.- Explica qué tipo de información investigarías para mejorar el texto y así convertirlo en uno de divulgación científica. Describe y desarrolla qué características del rubro de ciencia (método científico y argumentos demostrativos) y estructura faltan en el texto. **20%**

Bebidas <i>light</i> hacen consumir más calorías	
Características	Justificación
Ciencia 15%	
Método científico -Planteamiento del problema -Experimentación -Análisis de los resultados 9%	<p><i>Planteamiento del problema 3%</i> Cuáles son los datos de obesidad en México o Estados Unidos</p> <p><i>Experimentación 3%</i> Desarrollo de los criterios utilizados para analizar los datos de la Encuesta Nacional sobre Salud y Nutrición.</p> <p><i>Análisis de los resultados 3%</i> Desarrollar cómo se llegó a la conclusión de que tomar bebidas light, las personas se sienten con mayor libertad para ingerir elementos calóricos.</p>
Argumentos demostrativos -Respaldos de autoridad -Investigaciones previas 6%	<p><i>Respaldos de autoridad 3%</i> Señalar en qué revista arbitrada se publicó este estudio.</p> <p><i>Investigaciones previas 3%</i> Informar si existen investigaciones previas publicadas que hablen del consumo de las bebidas dietéticas.</p>
Estructura 5%	
Modos discursivos	Desarrollar el método científico utilizado a través los modos discursivos de exposición, narración y descripción.

7.- La composición debe estar bien escrita (ortografía) y poseer coherencia entre las ideas (buena redacción). **5%**

FUENTES DOCUMENTALES

- (Coord.) Díaz-Barriga, Á. (2011). *La prueba PISA 2006*. México: Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación UNAM.
- (Coord.) Negrete Yankelevich, A. (2014). *Narrar la ciencia*. México: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades UNAM.
- (Coord.) Tonda, J., Sánchez, A. M., & Chávez, N. (2002). *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.
- ¿Cómo ves? (Consultado 2015, septiembre 09). *¿Quiénes somos?* Retrieved from Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM: <http://www.comoves.unam.mx/somos>
- Abrahams, M. (febrero 2013). ¡No me apresures! *¿Cómo ves?*, 8.
- Abusamra, V., Ferreres, A., Raiter, A., De Beni, R., & Cornoldi, C. (2010). *Test leer para comprender TLC*. Buenos Aires: Paidós.
- AMC. (Consultado, 2015, septiembre 09). *Acerca de la Academia Mexicana de Ciencias*. Retrieved from Academia Mexicana de Ciencias: http://www.amc.edu.mx/amc/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=79
- Archivo General de la Nación. (Consultado en 2015, septiembre 08). *Registro Trimestre o Colección de Memorias de Historia, Literatura, Ciencias y Artes por una Sociedad de Literatos*. Retrieved from Reminiscencias de la historia: <http://www.agn.gob.mx/menuprincipal/difusion/textos/reminiscencias/Rm003.html>
- Arredondo, M. (1989). Notas para un modelo de docencia. In M. Arredondo, & Á. Díaz Barriga, *Formación pedagógica de profesores universitarios. Textos y experiencias en México* (pp. 13-42). México: CESU/UNAM.
- Bates College. (2011, agosto 03). *How to write a paper in scientific journal style and format*. Retrieved from Bates College: http://abacus.bates.edu/~ganderso/biology/resources/writing/HTW_Guide_Sections_3-7-2011.pdf
- Beuchot Puente, M. (2006). Hermenéutica, analogicidad y educación. In L. E. Primero Rivas, & M. Beuchot Puente, *Hacia una pedagogía análogica de lo cotidiano* (pp. 13-24). México: Primero editores.
- Beuchot, M., & Arenas-Dolz, F. (2008). *Hermenéutica de la encrucijada. Analogía, retórica y filosofía*. España: Anthropos.

- Biro Mc Nichol, S. (2007). *Miradas desde afuera: investigación sobre divulgación*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Bleger, J. (1976). *Psicología de la conducta*. Buenos Aires: Paidós.
- Bonfil Olivera, M. (2004). *La ciencia por gusto*. México : Paidós.
- Bonfil Olivera, M. (2015, julio 08). *200 meses de ciencia*. Retrieved from La ciencia por gusto: <http://lacienciaporgusto.blogspot.mx/2015/07/200-meses-de-ciencia.html>
- Bourgues Rodríguez, H. (2002). Algunas reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. In J. (Coord.) Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 45-55). México : Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Brownlee, S. (1997). El Sputnik, 40 años después. Las ciencias, los medios de comunicación y el futuro. *Mundos separados* (pp. 245-303). Arlington, Virginal: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.
- Calvo Hernando, M. (1997). *Manual de Periodismo Científico*. Barcelona: Bosch Casa.
- Calvo Hernando, M. (2003). *Divulgación y periodismo científico: entre la claridad y la exactitud*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia (UNAM).
- Candela, A. (2010). Mitos del cientificismo y la ciencia en el aula. In M. A. (Coord.) Sánchez Vázquez, & S. Biro, *Ciencia pública* (pp. 76-99). México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Castillo Ledón, L. (1924). *El Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía 1825-1925. Reseña histórica escrita para la celebración de su Primer Centenario*. México: Talleres Gráficos del Museo de Arqueología, Historia y Etnografía.
- Cereijido Mattioli, M. (2002). El vulgo para el que se divulga. In J. (Coord.) Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 75-82). México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Cereijido, M. (1994). *Ciencia sin seso, locura doble*. México: Siglo XXI.
- Chamizo Guerrero, J. A. (2002). ¿Yo... divulgador? In J. (Coord.)Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 83-89). México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.

- Chamizo Guerrero, J. A. (2013). *La ciencia*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Chehaybar, E. (1982). *Técnicas para el aprendizaje grupal (grupos numerosos)*. México: CISE-UNAM.
- Ciencia y Desarrollo. (2015). Ciencia y Desarrollo en números. *Ciencia y Desarrollo*, 50-51.
- Colegio de Bachilleres. (2012). *Taller de Lectura y Redacción I, intención comunicativa de los textos*. México: Colegio de Bachilleres.
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (n.d.). *Programas de estudio de Taller de Lectura, Redacción e Iniciación a la Investigación Documental I al IV*. México: UNAM.
- Coll Salvador, C. (1991). *Constructivismo e intervención educativa: ¿Cómo enseñar lo que se ha de construir?* Madrid: Intervención educativa.
- Coll Salvador, C., Marchesi Ullastres, Á., & Palacios, J. (1990). *Desarrollo psicológico y educación II*. Madrid: Alianza.
- Conacyt. (2015, marzo). *Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica*. Retrieved from Comunicación: <http://www.conacyt.mx/index.php/comunicacion/indice-de-revistas-mexicanas-de-investigacion>
- Conacyt. (Consultado 2015, septiembre 08). *El Conacyt*. Retrieved from <http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt>
- Conacyt. (Consultado 2015, septiembre 09). *Sistema Nacional de Investigadores*. Retrieved from Conacyt: <http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores>
- Conacyt. (Consultado, 2015, octubre 14). *Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica*. Retrieved from Comunicación: <http://www.conacyt.mx/index.php/comunicacion/indice-de-revistas-mexicanas-de-divulgacion-cientifica-y-tecnologica>
- Cordero Macedo, C. R., & García, C. (2009). "Darwin y el sexo violento". *Ciencia*, 36, 38-43.
- Crúz Mena, J. (2002). La ciencia del periodismo de ciencia. In J. (Coord.) Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 103-120). México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Damián Casas, L. (2009). *Evaluación de capacidades y valores en la sociedad del conocimiento*. Santiago de Chile: Arrayán editores.

- De la Herrán Villagómez, J. (2002). Reflexiones sobre la divulgación en México. In J. (Coord.) Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 199-204). México: Dirección General de la Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Del Valle de Montejano, M., & Pérez Gutiérrez, L. (1983). *Metodología de la lectura*. México: SEP.
- Díaz Barriga, Á. (1980). *El problema de la teoría de la evaluación y de la certificación del aprendizaje*. México: CISE UNAM.
- Díaz Barriga, Á. (2012). *El docente y los programas escolares*. México: UNAM-ISSUE.
- Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2005). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGraw Gill.
- Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGraw Gill.
- Díez López, E. (2006). *La inteligencia escolar aplicaciones al aula, Una nueva teoría para una nueva sociedad*. Santiago de Chile: Arrayán Editores.
- Drucker Colín, R. (enero-marzo 2001). Datos destacados de la historia de la Academia Mexicana de Ciencias. *Ciencia UANL*, 20-22.
- EFEfuturo. (2014, julio 2). *La revista Nature retira un estudio japonés sobre célula madre por errores*. Retrieved from EFEfuturo: <http://www.efefuturo.com/noticia/la-revista-nature-retira-un-estudio-japones-sobre-celulas-madre-por-errores/>
- El Colegio Nacional. (Consultado 2015, septiembre 10). *Decreto*. Retrieved from El Colegio Nacional: <http://www.colegionacional.org.mx/sacscms/xstatic/colegionacional/template/content.aspx?se=historia&id=61&ev=64>
- Estrada Martínez, L. (2002). La divulgación de la ciencia. In J. (Coord.) Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 138-151). México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Estupinyá, P. (2014, octubre 31). *El periodismo científico en América Latina ha mejorado en los últimos 5 años*. Retrieved from Knight Science Journalism at MIT: <https://ksj.mit.edu/tracker/2014/08/el-periodismo-cientifico-en-america-latina-ha-mejorado-bastante-en-los-ultimos-5-anos/>

- Facultad de Ciencias UNAM. (09 de Septiembre de Consultado 2015). *Revista Ciencias*. Obtenido de Facultad de Ciencias UNAM: <http://www.fciencias.unam.mx/extension/divulgacion/revistaCiencias/Index>
- Fayard, P. (2004). *La comunicación pública de la ciencia. Hacia la sociedad del conocimiento*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Fernández Polo, F. J. (1999). *Traducción y retórica contrastiva, A propósito de la traducción de textos de divulgación científica del inglés al español*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- Feuerstein, R. (1990). *La teoría de modificabilidad estructural cognitiva*. Washington DC: Learning and Thinking Styles: Classroom Interaction.
- Flórez Ochoa, R. (1994). *Hacia una pedagogía del conocimiento*. Bogota: Mac Graw Hill.
- Freire, P. (1973). *¿Extensión o comunicación? La concientización en el medio rural*. México: Siglo XXI.
- Freire, P. (1996). *Pedagogía de la autonomía. Saberes necesarios para la práctica educativa*. México: Siglo XXI.
- Freud, S. (1905). *Una teoría sexual y otros ensayos*. México: Iztaccihuatl.
- Gánem Corvera, E. (2002). Cuatro ofertas. In J. (Coord.) Tonda, A. M. Sánchez, & C. Nemesio, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 174-178). México: Dirección General de la Divulgación de la Ciencia en México.
- García Molina, J. (2003). *Dar (la) palabra. Deseo, don y ética en la educación social*. Barcelona: Gedisa.
- Gutiérrez Mardones, C., & Yávar Undurraga, P. (2007). *Tragaluz, aprendo a pensar. Guía didáctica para el profesor*. Santiago de Chile: Arrayán Editores.
- Hanson, N. (1958). *Patterns of discovery, an inquiry into the conceptual foundations of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hartz, J., & Chappell, R. (2001). *Mundos separados*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Hirsch Adler, A. (1981). *Concepción del hombre, realidad y conocimiento en la corriente marxistas con base en Adam Schaff y algunas implicaciones educativas generales derivadas de estas concepciones*. México: CISE-UNAM, Mecanograma.
- Horrocks, J. E. (1984). *Psicología de la adolescencia*. México: Trillas.

- Horrocks, J. E., & Phelps, H. R. (1958). Factors influencing informal groups of adolescents. *Child Development*, 69-86.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2013). *México en PISA 2012*. México: INEE.
- Instituto Politécnico Nacional. (2008). *Programa de estudios de la Unidad de aprendizaje: Comunicación Científica*. México: IPN.
- Instituto Politécnico Nacional. (2011). *Sistema Nacional de Investigadores*. Obtenido de Secretaría de Educación Pública: <http://www.investigacion.ipn.mx/SNI/Paginas/sistema-nacional.aspx>
- Jara Guerrero, S. (2002). Los nuevos retos de la divulgación científica. In J. (Coord.) Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 222-226). México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Khun, T. S. (2015). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kurtz, P. (1978). Is parapsychology a science? *The Skeptical Inquirer*, 3(2), 14-23.
- Lafourcade, P. D. (1979). *Evaluación de los aprendizajes*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Lahore, H., Pastore, P., & Rudyard, P. (2009). Sentidos para los recuerdos olvidados. In P. Fryd Schapira, & D. Silva Balerio, *Responsabilidad, pensamiento y acción: ejercer educación social en una sociedad fragmentada* (pp. 85-129). Barcelona: Gedisa Editorial.
- Latapí Sarré, P. (2008). Recuerdos de Juan Manuel Gutiérrez Vázquez. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 1295-1313.
- Lee, G. (1997). El Sputnik, 40 años después. Las ciencias, los medios de comunicación y el futuro. *Mundos separados* (pp. 245-303). Arlington, Virginia: Dirección General de Divulgación de la UNAM.
- Magaña Rueda, P. (2002). La evaluación de las revistas de divulgación. In (. T. Juan, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 238-244). México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Maldonado Portillo, K., & Morelos Cabrera, M. (17 de julio de 2014). #Beakman en México: un análisis del fenómeno en redes sociales. Obtenido de Revista Digital Universitaria: <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num7/art57/>
- Marín, C. (2003). *Manual del periodismo*. México: Debolsillo.

- Márquez Nerey, E., & Tirado Segura, F. (julio 2009). Percepción social de la ciencia y la tecnología de adolescentes mexicanos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 16-34.
- Martínez Mendoza, F. J. (17 de julio de 2014). *Beakman y los retos tecnológicos: boletaje y transmisión online*. Obtenido de Revista Digital Universitaria: <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num7/art54/>
- Mercurio, E. (2014, julio 15). *Bebidas light hacen consumir más calorías*. Retrieved from El Universal: <http://www.eluniversal.com.mx/ciencia/2014/bebidas-light-consumir-calorias-82823.html>
- Montañés, C. A. (2006). *Análisis de lectura y escritos*. Colombia: Ediciones Culturales Internacionales.
- Morelos, M., & Rueda, A. (junio 2014). Físicos en déficit. *¿Cómo ves?*, 30-33.
- Mundo, B. (19 de diciembre de 2014). *Renuncia investigadora que falsificó estudio sobre células madres*. Obtenido de BBC: http://www.bbc.com/mundo/ultimas_noticias/2014/12/141219_ultnot_japon_cientifico_fraude
- Musacchio, H. (2007). *Historia del periodismo cultural en México*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Muuss, R. E. (1991). *Teorías de la adolescencia*. México: Paidós.
- Nature Publishing Group. (Consultado 2015, octubre 05). *Company Information*. Retrieved from Nature Publishing Group: http://www.nature.com/npg_/company_info/index.html
- Nature Publishing Group. (Consultado 2015, octubre 05). *For Authors*. Retrieved from Nature Publishing Group: <http://www.nature.com/nature/authors/gta/index.html>
- Negrete Yankelevich, A. (2008). *La divulgación de la ciencia a través de formas narrativas*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Not, L. (1979). *Las pedagogías del conocimiento*. México: Fondo de Cultura Económica.
- OCDE. (2000). *Aptitudes básicas para el mundo de mañana*. PISA.
- OCDE. (Consultado en 2014a, enero 25). *El programa PISA de la OCDE*. Retrieved from Qué es y para qué sirve: <http://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- OCDE. (Consultado en 2014b, enero 25). *PISA 2012-Resultados*. Retrieved from Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA): <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-mexico-ESP.pdf>

- Osorio González, B. V. (2008). *Comunicación científica*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Pansza G., M., Pérez J., E. C., & Morán O., P. (1986a). *Fundamentación de la didáctica*. México: Gernika.
- Pansza G., M., Pérez J., E. C., & Morán O., P. (1986b). *Operatividad de la didáctica*. México: Gernika.
- Patiño, D. (18 de febrero de 2014). *¡Bada bing, bada bang! Los datos curiosos de 'El mundo de Beakman'*. Obtenido de CNN México: <http://mexico.cnn.com/entretenimiento/2014/02/18/bada-bing-bada-bang-los-datos-curiosos-de-el-mundo-de-beakman>
- Pérez Tamayo, R. (1990). *¿Existe el método científico?* México: Fondo de Cultura Económica.
- Piaget, J. (1964). *Seis estudios de psicología*. Colombia: Labor.
- Piaget, J. (1967). *La psicología de la inteligencia*. Barcelona: Crítica.
- Piaget, J. (1969). *Psicología del niño*. Madrid: Morata.
- Piaget, J. (1976). *La construcción de lo real en lo niño*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Ponce, A. (1976). *Adolescencia, educación y sociedad*. México: Ediciones de Cultura Popular.
- Pozo, J. I. (1994). *La solución de problemas*. Madrid: Santillana.
- Quiminet. (2011, octubre 02). *Forjadores de la ciencia en México Ignacio Bolívar y Urrutia*. Retrieved from Quiminet.com: <http://www.quiminet.com/articulos/forjadores-de-la-ciencia-en-mexico-ignacio-bolivar-y-urrutia-2584845.htm>
- Regalado, M. E. (2006). *Lectura de imágenes. Elementos para la alfabetización visual. Curso básico*. México: Plaza y Valdés.
- Remedi, V. E. (1979). "Planeación en curso". In A. Furlán, *Aportaciones a la didáctica de la educación superior*. México: UNAM ENEP-Iztacala.
- Renkema, J. (1999). *Introducción a los estudios sobre el discurso*. España: Gedisa.
- Reuters. (6 de agosto de 2014). *Se suicidó japonés desacreditado por estudio sobre células madres*. Obtenido de La Jornada : <http://www.jornada.unam.mx/2014/08/06/ciencias/a02n1cie>
- Rice University. (Consultado 2015, octubre 02). *Writing Research Papers*. Retrieved from Experimental Biosciences, resources for introductory &

intermediate laboratory courses:
<http://www.ruf.rice.edu/~bioslabs/tools/report/reportform.html>

Robles García, M. (31 de julio de 2013). *Diccionario esencial de Biología*. Obtenido de Google Books:
https://books.google.com.mx/books?id=P78uBgAAQBAJ&pg=PT13&dq=ma+mifero+diccionario+biolog%C3%ADa+lrousse&hl=es-419&sa=X&ved=0CBsQ6AEwAGoVChMI58mVp_ONyAlVxfl-Ch0ZiQW4#v=onepage&q&f=false

Rodríguez, A. (julio-diciembre 1976). El proceso de aprendizaje en el nivel superior y universitario. *Colección Pedagógica Universitaria 2*, 8-9.

Rodríguez, A., & Eldestein, G. (septiembre 1974). El método: factor definitorio y unificador de la instrumentación didáctica. *Ciencias de la Educación*.

Román Pérez, M. (2005a). *Capacidades y valores como objetivos en la Sociedad del Conocimiento*. Santiago de Chile: Arrayán Editores.

Román Pérez, M. (2005b). *Aprender a aprender en la Sociedad del Conocimiento*. Santiago de Chile: Arrayán Editores.

Romano, A. (2015, agosto 21). *Academic journals are facing a battle to weed out fake peer reviews*. Retrieved from The Daily Dot:
<http://www.dailydot.com/geek/academic-journals-retraction-peer-review-scam/>

Rosenblueth, A. (1971). *El método científico*. México: Cinvestav.

Rufinelli, J. (1989). *Comprensión lectora*. México: Trillas.

Salinas, P. J. (2005). Reflexiones sobre el fraude científico en el ambiente universitario. *Médula*, 42-47.

Sánchez Ibarra, A. (2002). Abrir espacios para divulgación. In J. (Coord.) Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación en México* (pp. 309-319). México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.

Sánchez Mora, A. M. (1998). *La divulgación de la ciencia como literatura*. México : Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.

Sánchez Mora, A. M. (2009, octubre). *Manual de antdivulgación y sus tragicómicos efectos*. Retrieved from Ciencia y Desarrollo:
<http://www.cyd.conacyt.gob.mx/236/Articulos/ManualdeAntidivulgacion/ManualdeAntidivulgacion1.html>

Sánchez Mora, A. M. (2014). Algunas consideraciones histórico-críticas sobre la narrativa en la divulgación de la ciencia. In A. (Coord.) Negrete Yankelevich,

- Narrar la ciencia* (pp. 85-107). México : Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades UNAM.
- Sánchez Vázquez, A. (1973). *La filosofía de la praxis*. México: Grijalbo.
- Sanjurjo, L. (2002). *La formación práctica de los docentes. Reflexión y acción en la aula*. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.
- Savater, F. (1997). *El valor de educar*. Barcelona: Ariel.
- Sayavedra Soto, R. (2002). ¿Cómo hacer divulgación de la ciencia? In J. (Coord.) Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 313-319). México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Schaff, A. (1974). *Historia y verdad*. México: Grijalbo.
- Schunk, D. H. (1997). *Teorías del aprendizaje*. México: Pearson Educación.
- Science. (Consultado 2015, octubre 05). *About Science & AAAS*. Obtenido de Science: <http://www.sciencemag.org/site/help/about/about.xhtml>
- Science. (Consultado 2015, octubre 06). *General Information for Authors*. Retrieved from Science: http://www.sciencemag.org/site/feature/contribinfo/prep/gen_info.xhtml
- Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, e. C. (2010, agosto 04). *Ciencia*. Retrieved from Latindex: <http://www.latindex.org/buscador/ficRev.html?opcion=1&folio=419>
- Slater, W., & Graves, M. (1990). "Investigaciones sobre el texto expositivo: aportes para los docentes". In K. D. (Comp.) Muth, *El texto expositivo: estrategias para su comprensión* (p. Buenos Aires). Aique.
- Swales, J. (2006). *Genre Analysis: English in Academic and Research Settings* . Cambridge: University Press.
- Taba, H. (1976). *Elaboración del currículo*. Buenos Aires: Troquel.
- Tagueña Parga, J. (2002). La divulgación de la ciencia como profesión. In J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 320-324). México : Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Tonda Mazón, J. (2014). Motivar a los lectores. In A. (Coord.) Negrete Yankelevich, *Narrar la ciencia* (pp. 109-121). México: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades UNAM.
- Tonda, J., & Burgos, E. (2007). Análisis y evaluación de las revistas de divulgación. *X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la*

Tecnología en América Latina y el Caribe (pp. 1-9). San José, Costa Rica: RED-POP UNESCO.

Torres Cruz, I. (2015, marzo 20). México activa hoy el HAWC, observatorio de clase mundial. *La Crónica de Hoy*, pp. 1, 22.

Torres Hernández, F. (2005). *Aportaciones educativas de José Antonio de Alzate y Ramírez en su Diario Literario de México*. Obtenido de Instituto de Investigaciones Filológicas UNAM: http://www.iifilologicas.unam.mx/pnovohispano/uploads/memoxviii/05_art_60.pdf

UNESCO. (1983). *Guía para la redacción de artículos científicos destinados a la publicación*. París: UNESCO.

Valero, A., & Macías García, C. (2008). "Especies exóticas vs. nativas". *¿Cómo ves?*, 6.

Van Dijk, T. A. (1980). *Estructuras y funciones del discurso*. México: Siglo XXI.

Van Dijk, T. A. (1983). *La ciencia del texto*. España: Paidós.

Van Dijk, T. A. (2000a). *El discurso como estructura y proceso*. España: Gedisa.

Van Dijk, T. A. (2000b). *El discurso como interacción social*. España: Gedisa.

Van Dijk, T. A. (2000c). *Ideología. Una aproximación multidisciplinaria*. España: Gedisa.

Van Dijk, T., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. Nueva York: Academic Press.

Vega, R. (2010, enero 15). *La divulgación del conocimiento geográfico en cinco revistas mexicanas para mujeres 1840-1855*. Retrieved from Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-855.htm>

Vigotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.

Zamarrón Garza, M. G. (2002). Divulgación de la ciencia. Un acercamiento. In J. (Coord.) Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 343-352). México : Dirección General de la Divulgación de la Ciencia UNAM.