



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DOCTORADO EN EDUCACIÓN

El potencial didáctico de la infografía:

un estudio desde la EMS

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN EDUCACIÓN

PRESENTA:

Julio César García Rabadán

Directora

Dra. Mabel Osnaya Moreno

Comité Tutoral

Dra. María Luisa Zorrilla Abascal

Dr. César Barona Ríos

Dra. Laura Silvia Iñigo Dehud

Dr. Rolando Díaz Loving

Dr. Eliseo Guajardo Ramos

Dr. Alejandro Daniel Spiegel



ACTA DE DICTAMEN DE TRABAJO DE TESIS

Los integrantes de la Comisión Revisora del Trabajo de Tesis Doctoral titulado: **El potencial didáctico de la infografía: un estudio desde la EMS** que presenta el candidato a Doctor en Educación: Julio César García Rabadán, quien realizó su investigación bajo la Dirección de Dra. Mabel Osnaya Moreno después de haber revisado la tesis, otorgan el dictamen siguiente: APROBADO.

Observaciones: Deberá trabajar el análisis de resultados, integrar la discusión con resultados y marco teórico, para que indique sus aportaciones y hacia dónde se debe ir en el campo estudiado.

Cuernavaca, Morelos, a 23 del mes de junio de 2020.

DIRECTOR(A) DE TESIS	Dra. Mabel Osnaya Moreno
LECTOR(A)	Dra. María Luisa Zorrilla Abascal
LECTOR(A)	Dr. César Barona Ríos
LECTOR(A)	Dra. Laura Íñigo Dehud
LECTOR(A)	Dr. Rolando Díaz Loving
LECTOR(A)	Dr. Eliseo Guajardo Ramos
LECTOR(A)	Dr. Alejandro Daniel Spiegel

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MOREL DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril de 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ROLANDO DÍAZ LOVING | Fecha: 2020-06-26 13:44:09 | Firmante

nymYdWdiSMOujFLrlgXhxzY2wR+xW2gAx7qZf1scJF/BCvfwv5nzDKeLsOK5nrWYpzUqARo53BTnSKBJZQYeCFWdw1A+WFFUaOHZws52ADK9+FwuslViWpcF1m4A4h0UJZmePxd3yBmGdFb1pPKXsk7DtGOonc7VtFUoQAZjY6cpue+Qz//BOYK+CaQmu5r0FUZ3sWYTGAIH3EnwPW0PKP0GOivVSNvu5xfCoglYsueDDz8YGomKTQ/R6Uj/W9G5hGR TI/3vved/+deFsrDhWbLXLmbuZNP3Y5fUdO0wP8YZf5LkQLNLGN5Mo464nNGzpkn/FjYvmwMqQZsQ==

LAURA SILVIA NIÑO DEHUD | Fecha: 2020-06-26 13:57:16 | Firmante

MMNPLN9lus9x4HWW4nDqcy/VplUQsN2IG8D7t4EdR+wgoFykmenof6Rv+qojLix7i4g9ei2HxrF//aDEVxyCn91Lbtkrp1AZLWaBfT9V2GyRza8pH8H7EM5b0g+vrcc5bYZnqtUuLTnLrAXpUMHi4t8rpKW+dzxJDD325KzxYiAvh/fiodd7Ys8rocWpmJiBBE+ASBrgCbk+GXNWu7GLU9cGYqftoK9fLlix4pSAuQ6zB7MR+gEWioLghtCldv1laks8yAlvyKraO3+MvaolINK3jNo9/3NkrlrFAX1S40QaRaWjckOe5CRhkBDe/uoBqGgw8ZsekSc6GLXLBsUQ==

ELISEO GUAJARDO RAMOS | Fecha: 2020-06-26 14:03:16 | Firmante

aP96E/szTqhpC1i+SiPnFT745WozODefnyC2gOFxVIZ5xjHn8+IPfw8Tp/dgKDVfUrvZC8axrv6v2FcPk7OKxOMIRwBpJ7wiz0cXTpfQq71w5pO6vflxI5O0JY2e6MP+psfEELk6/HbgV+4smbE4CZt6qLUoohXM3kvHldvyqYrr35/xshE24mXUFZ0dHsG7jayokw1aB/OECZ+OtrhrVRjHqe9EzVc7dO5xfXCJdva4/FX7jNEdvwlSuu2TrCGyejMedWlqaW+qraZCQxP X+6Y11n1O/o4d4fm4IHxKlZvnxrvfij2G4v0uACJFLp7woQKQZS+AcZn2pQLAEa==

CESAR BARONA RIOS | Fecha: 2020-06-26 14:10:56 | Firmante

VYroNMIogv1HHS+pQKASmQHzzr7u+Om291Tp6G/y66PE8z+FCy7LqHNvqZwDrt+I5RgEk/iffPMSbMB043gSEJRQSK8OpYTMzC5W1TZFywZg4E4PJsIbRRqCuXs5H1r4g7GLR4YT4/CeE4mwrwbf+JeY6/Osa7wLIAOI83NjirtQG2Wbybn7yax5QjEFyxd7TYjnbTZ+9Wz43a3QIXWdqsX+JYHWAu15W5pgrKmtuevsvvaayFkrRlSk8ZKHjVlqVMnYh7hFMX5Bx3zker3zqad5TF6Z6XwjmTiol49T0nTxbIvMwyUEuP1Bcx0ok5hGF8NsQ4IBMWdoGG+a30wA==

MARIA LUISA ZORRILLA ABASCAL | Fecha: 2020-06-26 17:32:58 | Firmante

P1piLRh3jdU/nL47Htc8xSY3a2Mb4cv1d5cPk9IXQ80l+DaAOtoCvgO/mQnpLq3t2Zbns5AbjRGVff3N3yYOIPIQPDa/+uRhxHzb2cagQA9Hhr7S1tydACa0gGAWquJT8IYp7ooOI4pLPITtluwN6tKhzrVB7YjUg4Vdaj0aJ14evMnccfgO3qy9DD3T/kZAp3YdTQ2r8PAHTx7U5DdbgUOpFVcv17krC9cy/u2aa2yxnaNwSRrws5AOXsxuqDnZbOkiPaNgQKQt4JdRgkiAv5WRUx2TqavTfVcpWD3fhSSmYmk6Y5M7/kd8AcE4SRJwLLEM/8wSiPOz2Up64IQ==

ALEJANDRO DANIEL SPIEGEL SPIEGEL | Fecha: 2020-06-26 18:24:10 | Firmante

QYkpK+RDmCjnIPZ5FALBaLUggF/Sur1BXRpqu70OYn3vzhdRkkteDLk7YKN5PekkghRiZ3cybwmer46706fXHOqn23tD9MqMFeBkvYxIfTmKWSv/4Cn+F6kjpFqjp/EQdSOG2yfh7vGUJkyxB6prVO9goei3EmM22o/Jm8LgDd6CQEuyjtuxLoJHsTSAJHJEmG/yn06gwL3cffi8Ww/+34RvMkQihpxKk/C2XdykKFyZLDfb4kM8ULsr7esjDwOhKSGAjuQvg9hbCTNm9liMOFBHxht7HQK+G9q40ww4FLZEve6oE4ozrCzn7J8W34PGVXFGr0WJRMJmKh537YaSwQ==

MABEL OSNAYA MORENO | Fecha: 2020-06-26 18:56:36 | Firmante

ikiSnh9qN8IBBT6OgYKOlV7fJRp6rz5mcszoHxw2gcrgr9FaELYWCH1b0wkY9pZ7b0l2HqRdVTEV2bhGFPLkGADIAfMDONguPMBg420PVjk70qg14weCUwbewfzYQ3GHfnN7IYmhbDFfhTERHUOrizLW2WjVhUwYkwWyyvrfdf8wDCQVsd/1Oic0NK0V5dU6ZyovhT2VfWcAMP3zRdNptlxy7JjesXmXoivyE+T9y/KXmBLIK4zTgoFFlqpytI6xHW82vOHus1F6tqsVsqMEOsDqhghewbOpzQ1Y/iGjvSn4faUyPivTzvnvxBQ1feeBlf8uSdSrHKfGBIxA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



HtmTr

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/TnMSelp2o6Ei26MRJtYr0Qer8pa3oXsf>

Agradecimientos

A mis padres, a quienes debo mi vida y la oportunidad de estar. Por cuidarme y creer en mí a pesar de todo lo que fallé.

A mis hermanos, mis mejores amigos de la infancia. Por compartir tantos recuerdos.

A Chris, por tanto cariño, por tanto camino y un apoyo incondicional. Siempre gracias por mis dos regalos más grandes.

A Diego y Emilio, las dos mitades de mi corazón. Mi amor siempre para ustedes.

A mis amigos, los que están, los que se fueron.

A la Doctora Osnaya. Gracias por su apoyo y por empujarme cuando el paso se hizo lento.

Al Doctor Barona por todo lo que aprendí en sus seminarios.

A todo mi comité y a todos los integrantes del Doctorado en Educación. Los voy a extrañar.

Fue un buen viaje.

Salam

Contenido

1. Contenido.....	5
1.1. Aspectos generales del proyecto	8
1.1.1. Título de la tesis	8
1.1.2. Premisa de la tesis	8
1.1.3. ¿Cómo se estructura este documento?	8
2. Primera parte.....	10
2.1. Pregunta General	10
2.2. Objetivo General	10
2.3. Introducción.....	11
2.4. Problema y contexto.....	16
2.4.1. Breve reporte de PISA 2018. Bajo rendimiento en la Educación Media Superior (EMS).	16
2.5. Descripción de los adolescentes en Educación Media Superior (EMS)	20
2.6. El reporte TALIS.....	26
2.7. Justificación.....	29
2.7.1. Por qué esta investigación se enfoca en Ciencias	29
2.7.2. Por qué esta investigación está enfocada en los adolescentes de Educación Media Superior (EMS).....	30
2.7.3. Por qué es importante el docente en la presente investigación	32
2.8. Qué significa <i>ventaja diferencial</i> en el material del docente	36
2.9. El <i>Lenguaje Visual</i> . Un elemento presente en la vida cotidiana del alumno	38
2.9.1. La importancia que asignan los alumnos a la iconicidad y los elementos visuales.....	38
2.10. Una revisión general acerca de la educación.....	44
2.10.1. Qué podemos entender por Educación.....	44
2.10.2. Qué relación y diferencias guarda la educación con el aprendizaje.....	47
2.11. Teorías del aprendizaje relacionadas con la investigación.....	51
2.11.1. Teoría Gestalt.....	51
2.11.2. Teoría genético-cognitiva.....	53
2.11.3. Teoría de la Carga Cognitiva	55

2.11.4. Teoría del código dual.....	57
2.12. Imagen e infografía	60
2.12.1. La imagen en relación con la educación y el aprendizaje	60
2.12.2. La infografía en la educación.....	67
2.13. ¿Qué es una infografía? En búsqueda de una definición.....	70
2.14. Breve marco literario.....	77
2.14.1. Revisión de la literatura sobre la infografía	77
2.14.2. Qué se ha escrito sobre la infografía en la educación	85
2.15. La comprensión	100
2.15.1. Una breve definición	100
2.16. Convergencias	105
2.16.1. Cómo es que la infografía se relaciona con la comprensión	105
2.17. La Atención	109
2.18. Cómo llegan las imágenes a nuestro cerebro	111
2.19. ¿Por qué son tan importante las imágenes?.....	114
2.20. Conclusión de la primera parte.....	118
3. Segunda parte.....	121
3.1. La investigación e intervención en el escenario.....	121
3.1.1. Pregunta General	121
3.1.2. Objetivo General	122
3.1.3. Muestra.....	123
3.1.4. El Diseño de la Investigación.....	125
3.1.5. Alcance de la Investigación	126
3.2. Metodología.....	127
3.2.1. Fase 1. Planteamientos generales	127
3.2.2. Fase 2. Observaciones en el aula.....	140
3.2.3. Periodo agosto-diciembre 2018.....	140
3.2.4. Fase 3. Colecta de información sobre preferencias lectoras	144
3.2.5. Fase 4. Elaboración de la infografía didáctica. La etapa de la multidisciplinaria	164
3.2.6. Fase 5. Pre test, intervención, post test	171
3.2.7. Pre test.....	175
3.2.8. Intervención en grupos	179

3.2.9. Post test	181
3.3. Conclusión de la investigación a partir de los resultados.....	195
3.4. Algunas recomendaciones a partir de los resultados.....	196
3.4.1. Las infografías didácticas deben ser el resultado de una creación multidisciplinar.	197
3.4.2. El docente es fundamental en el proceso creativo de material infográfico didáctico	197
3.4.3. Infografía impresa o digital.....	198
3.4.4. La distribución	199
3.4.5. Repositorio	200
3.4.6. Cursos de actualización docente sobre creación de material didáctico.....	200
3.5. Otras conclusiones.....	201
3.5.1. Los alumnos se sienten atraídos por publicaciones que utilizan ilustraciones	202
3.5.2. Los alumnos parecen tener mayor aprovechamiento al utilizar la infografía didáctica con el apoyo docente como parte de la clase.....	205
3.5.3. El docente parece motivado por el material que se le facilita.....	206
3.5.4. Existe interés sobre el material didáctico por parte de la institución.....	208
3.5.5. La infografía se relaciona con las teorías planteadas	209
3.6. Glosario de términos	212
3.7. Referencias	219
3.8. Anexos.....	225
3.8.1. Anexo	225
3.8.2. Anexo	227
3.8.3. Anexo	235

Aspectos generales del proyecto

Título de la tesis

El potencial didáctico de la infografía: un estudio desde la Educación Media Superior

Premisa de la tesis

Uno de los problemas a los que se enfrenta el docente de Educación Media Superior es la carencia de material didáctico¹, lo que dificulta la práctica pedagógica en términos del *aprendizaje activo*. En cierta medida, la infografía didáctica puede ayudar a subsanar esta carencia, porque se adecua a las necesidades actuales del aprendizaje.

¿Cómo se estructura este documento?

Para entender esta tesis es necesario hacer algunas precisiones.

Este documento de tesis está dividido en dos partes, cada una con sus respectivos capítulos y apartados.

En la primera parte se observa el panorama en términos generales del problema; el marco referencial, el histórico, el conceptual, el estado del conocimiento y el sustento para entender la posterior intervención, que conforma la segunda parte de este documento.

Lo anterior, como en casi todos los documentos de investigación, se ha realizado al tomar como base muchas más fuentes de información y referencias que, una vez revisadas,

¹ De acuerdo con datos de la prueba TALIS 2013, en promedio, 7 de cada 10 profesores carecen de material didáctico. Esto, de acuerdo con el estudio realizado, dificulta impartir una buena enseñanza (Backoff, 2015, p. 43).

En opinión de los docentes, los resultados nacionales muestran que: 1) la estrategia de enseñanza más utilizada por los profesores es la *Activación cognoscitiva*, seguida de la *Instrucción dirigida* y del *Aprendizaje activo*, 2) el uso de las estrategias de enseñanza por parte de los docentes mexicanos depende en gran medida de la escuela donde trabajan (lo que no sucede en otros países), 3) existe una relación muy débil entre la frecuencia de uso de las estrategias de enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes... (Backhoff, 2017, p. 98).

se eligen o se descartan para dejar sólo aquellas que son relevantes para la investigación o que representan una muestra sustancial relacionada con el trabajo.

Como se ha señalado, la primera parte de este documento permite al lector observar un panorama general de la problemática actual en ciertas áreas de la educación en nuestro país, así como una propuesta desde lo icónico-didáctico para contribuir a subsanar esta problemática a través de una estrategia pedagógica.

En la segunda parte de este mismo documento se encuentra la bitácora de la intervención; se describen el escenario, los actores, los objetivos, las características de cada uno de ellos, la metodología; así como la concepción y la creación del material didáctico (empleado en uno de los grupos experimentales); las pruebas, los resultados, los análisis, las conclusiones.

Como consecuencia, la segunda parte de este documento se presenta como evidencia, o *puesta en práctica*, de lo que pretende fundamentarse desde la teoría en la primera parte.

Primera parte

En esta primera parte se observa el panorama en términos generales, acerca de la problemática y lo que da sustento a esta investigación, lo cual permite tener una base en función lo que se pretende abordar en la segunda parte de este documento.

Se presenta de manera inicial la pregunta y el objetivo generales que se intentan clarificar durante esta primera mitad:

Pregunta General

¿De qué manera la infografía como herramienta didáctica podría favorecer la *comprensión* de un tema curricular en Educación Media Superior?

Objetivo General

Analizar la forma en que la infografía como herramienta didáctica podría favorecer la *comprensión* de un tema curricular en Educación Media Superior.

Ahora vivimos en un mundo donde la información es potencialmente ilimitada.
La información es barata, pero el significado es caro.
¿Dónde está el significado? Sólo los seres humanos pueden decirte dónde está.
Estamos extrayendo el significado de nuestras mentes y nuestras propias vidas.

George Dyson

Introducción

La historia del ser humano se ha contado a través de imágenes, sonidos, texto. Cada expresión o manifestación de la comunicación se ha decantado, modificado o adecuado a lo largo de nuestro paso por la tierra. Desde las pinturas rupestres de Lascaux y Altamira, hasta los amanuenses y los tlahcuilos, las imágenes tanto como el texto poco a poco aparecieron e incidieron en lo social, en lo civil, en lo religioso. Civilizaciones importantes recurrieron al uso del texto, los sonidos y los íconos como herramientas de comunicación, de transmisión de la cultura e incluso de dominio o de enseñanza.

Muchos siglos han transcurrido desde que caminamos de la mano de diversas representaciones gráficas; de distintas formas de comunicación: simples o intrincadas; convencionales o gregarias; transformadas del todo o casi nada, e incluso, de las que ya se han ido, que han desaparecido y de las cuales tenemos registro historiográfico. Los siglos se sucedieron, las formas se decantaron. La historia del arte gráfico, así como la del conocimiento escrito coincidieron y se separaron en un sinfín de movimientos culturales, sociales y artísticos. El texto hablaba sin imágenes, la imagen hablaba sin texto; pero en gratas coincidencias de la historia, se enriquecían ambos lenguajes en su complemento. Texto e imagen, juntos o separados, en mayor o menor escala, tuvieron siempre la capacidad de comunicar, la capacidad de enseñar. Podían educar.

Mucho tiempo después de aquellas primeras representaciones, los sistemas educativos -al evolucionar e institucionalizarse-, desplazaron paulatinamente su atención hacia el lenguaje oral como al escrito, poco a poco dejaron el recurso iconográfico a un

lado del camino: sin estudiar ni ser explotado; sin analizar las ventajas de comunicación o el impacto que tienen sobre la percepción. Ventajas e impacto que a partir del siglo pasado fueron aprovechadas por la publicidad, el comercio o la mercadotecnia. El capital de la imagen cobraría fuerza con el impulso de las empresas y marcas que buscaron ser diferenciadas; que buscaron aumentar el número de ventas o receptores de sus productos o servicios.

Actualmente la importancia del estudio de la imagen y de la percepción es contemplada con interés, debido al creciente uso en los diferentes medios impresos y electrónicos de los recursos visuales, ya sea para difundir una idea, para vender un producto, para transmitir conocimiento, para crear canales de comunicaciones eficientes, para las redes sociales, para el entretenimiento.

La tecnología en nuestra era ha requerido de atención para poder aprovechar su potencial en los diferentes ámbitos, y como en ningún otro siglo el uso de las imágenes está presente en casi todos los soportes digitales o impresos otorgándoles un *status* primordial, como antes el texto. Al tener herramientas audiovisuales para nuestra información y entretenimiento, los dispositivos tecnológicos requieren de ambientes agradables como fondos de pantalla o iconos que faciliten el manejo de sus herramientas: mientras mejor se vea el ambiente en el soporte de pantalla o en la presentación de un libro o de una revista impresa o digital más nos llama la atención y nos invita a observar.

El uso de la imagen se hace presente y juega un papel determinante para la adquisición de un producto, de una marca, una idea, de formas de pensamiento. Hoy el empleo de las imágenes es casi imprescindible para reforzar los mensajes, para ofrecer descansos visuales o hacer una información más ágil y entretenida. La imagen vende productos e ideas, pero también puede educar.

Con esta posibilidad se abren oportunidades para optimizar los procesos de enseñanza a través de nuevos instrumentos didácticos que tienen relación con el uso combinado de texto e imágenes y que han sido probados, desde hace algunos años, en otros países, por ejemplo, en las investigaciones de Mariana Minervini (2005) en Argentina, con el uso de infografías para el aprendizaje o en Estados Unidos en las investigaciones de Polman (2015), en cuanto a la creación de infografías por parte de alumnos y profesores.

Con base en los estudios mencionados (entre otros), parecería difícil imaginar que el sistema educativo en nuestro país (a cargo de la Secretaría de Educación Pública. SEP) no contemple regulaciones para la creación e implementación de imágenes que acompañen al texto en sus diferentes niveles educativos (básico, medio superior y superior). La creación e implementación de estas imágenes quedan por lo regular a criterio de la casa editorial que será encargada de diseñar la publicación. La cual generalmente resulta en una edición impresa.

En nuestro país, particularmente en el ramo de la educación, los contenidos ilustrados para los materiales didácticos son encargados a un taller de ilustración o a un ilustrador *freelance*, quien se encarga de llevar a cabo la tarea de realizar las viñetas requeridas sin más recurso que: su experiencia, la investigación que pueda realizar y un guion técnico que le es proporcionado por el editor de contenidos. Para el sistema pre escolar quizá esto resulte pertinente, pero a medida que el estudiante avanza se encuentra con la necesidad de un trabajo icónico sólido, confiable y veraz que le ofrezca un conocimiento funcional, un *plus* en el contenido de la imagen, un diálogo diferente que la simple representación ornamental.

El uso de imágenes cargadas de significados y de información es reducido a viñetas ornamentales o representacionales con un peso diferente al del texto, convirtiéndolas en un lenguaje poco relevante para el conocimiento. Las imágenes -en el ámbito educativo- son supeditadas al lenguaje escrito y sin embargo forman parte de un lenguaje basto en contenido significativo que no termina de aprovecharse.

En la actualidad, con referencia a un panorama mucho más específico, podemos enunciar que las ventajas de la imagen son muy grandes y poco estudiadas por quienes realizan los programas educativos en Educación Media Superior en la República Mexicana. Sin embargo, nuestro campo de estudio se enfocará por ahora en el Estado de Morelos, entendiendo que la situación planteada podría replicarse en otras latitudes de nuestro país y quizá más allá de este.

Puede entonces plantearse hasta esta instancia una cuestión ineludible en la investigación: ¿por qué en nuestro país, si se conocen las ventajas del lenguaje visual, no son utilizadas con fines didácticos o educativos como lo hacen de manera recurrente la

publicidad y el diseño para alcanzar niveles memorísticos o de penetración en el receptor? ¿Cómo poder aprovechar estas ventajas en el rubro de la educación, donde se presenta la posibilidad de explorar a través de nuevos soportes, tecnologías y teorías del aprendizaje para reforzar el conocimiento?

La imagen desde tiempos remotos ha servido de guía y de vínculo; como sistema organizador, a través de signos y símbolos; de representaciones figurativas y abstractas. Ha servido al ser humano como herramienta de comunicación, de transmisión de conocimientos, de representación de la realidad en niveles realistas y abstractos; le ha servido para entender los sucesos naturales y religiosos, para entender su entorno. A fin de cuentas, para fortalecer los vínculos que como sociedad y como individuo ha creado desde su paso por la tierra.

La imagen es una herramienta de enseñanza y un lenguaje que convive desde siempre con el texto escrito, con la enseñanza oral. El lenguaje de las imágenes subyace en la educación religiosa y académica, aunque no de manera estructurada o no del todo -al menos en la educación-, y se ha vuelto parte importante de la visualización y la cultura que permea de manera diferente y en distintos niveles en las culturas de casi todo el mundo. La imagen ha *acompañado* a casi todas las formas de educación, de enseñanza y de aprendizaje a lo largo de la historia del ser humano, y podemos encontrar tantos ejemplos que sería difícil abarcar todos ellos.

Sin embargo, como un ejemplo más *reciente*, podemos mencionar que: los medios impresos – diarios y revistas- de la segunda mitad del siglo pasado obtuvieron un impulso considerable en ventas cuando incorporaron en sus publicaciones apoyos gráficos e infografías que ayudaban a los lectores en los procesos de comprensión de una información compleja a través de la combinación de texto e imagen, lo que dio un vuelco a la visión que se tenía hasta ese momento del texto como elemento primordial en el proceso de comunicación impresa. La población volvía a los periódicos y revistas como soportes de lectura, pero al mismo tiempo también los gráficos eran incorporados a una sociedad de consumo de la información desde la perspectiva iconográfica lo que ofrecían un fuerte factor de atención, así como de anclaje.

En el presente siglo, como quizás en ningún otro, se ha hecho uso de las imágenes para acompañar los libros de texto que se utilizan en casi todos los niveles y en todas las áreas, desde preescolar hasta la educación superior. Hasta mitad del siglo pasado el uso de las imágenes comenzó a considerarse como un objeto de estudio desde diferentes ángulos, desde diferentes vertientes, que van desde el diseño o desde el tratamiento tipográfico hasta la semiótica y los niveles en los que la imagen debe presentarse o representarse. Las imágenes sin embargo en el ámbito educativo son empleadas, en su mayoría como elementos secundarios, de ornato, sin un lenguaje estructurado; en la mayoría de los casos, son imágenes decorativas, representacionales u organizativas, que dejan poco espacio para un nivel de comprensión más profundo y relacional.

Quizá sea un buen momento para profundizar con mayor detenimiento en el estudio de los recursos iconográficos como insumos y herramientas de apoyo pedagógico en todos los niveles y desde sus particularidades. Tiempo de analizar las aplicaciones y material didáctico que surgen del lenguaje visual e icónico y que involucran actividades como la psicología, el arte, la semiótica, las teorías del aprendizaje, la pedagogía, el diseño, etcétera. Como afirman Barlow, Blakemore y Weston-Smith (1990): “es hora de examinar nuevamente las imágenes a través de los ojos de la ciencia y de las artes, porque la tecnología moderna está expandiendo las posibilidades de desarrollar comunicar e interpretar imágenes, al tiempo que la fisiología y la psicología van ampliando nuestro conocimiento de los mecanismos internos de codificación, percepción e interpretación de los mensajes sensoriales” (p.9).

Quizá sea este un documento que pueda servir de apoyo o referencia para futuras investigaciones que se realicen en este mismo sentido.

Problema y contexto

Lo que se desglosa a continuación es útil para poder caracterizar en cierta medida a la Educación Media Superior en México y a uno de sus principales actores: el estudiante y su desempeño académico.

Breve reporte de PISA 2018. Bajo rendimiento en la Educación Media Superior (EMS).

En 2018, los estudiantes en México obtuvieron puntajes más bajos que el promedio de la OCDE en lectura, matemáticas y ciencias (OCDE, 2020).

PISA es una encuesta trienal de alumnos de 15 años que evalúa hasta qué punto han adquirido los conocimientos y habilidades esenciales para la participación plena en la sociedad. La evaluación PISA (*Programme for International Student Assessment*) se enfoca en las áreas escolares centrales de lectura, matemáticas y ciencias. Las competencias de los alumnos en un dominio innovador (en el 2018, este dominio fue competencia global) y el bienestar de los estudiantes también son evaluados (OCDE, 2019, p.1).

PISA, como otras evaluaciones de gran escala, persigue objetivos similares a los establecidos por la OCDE y se enfoca en tres grandes propósitos:

1. Conocer los niveles de aprendizaje que logran adquirir los estudiantes en asignaturas básicas.
2. Indagar cuáles variables escolares y extraescolares se asocian con el aprendizaje de los alumnos, y...

3. Identificar las mejores prácticas y políticas educativas que sean susceptibles de adaptarse e implementarse en los países con niveles de aprendizaje insatisfactorios. (Backhoff, 2017, p. 13)

Cerca de 600 000 estudiantes de 15 años realizaron la evaluación PISA en el año 2018, lo cual representa alrededor de 32 millones de jóvenes en los 79 países participantes. En nuestro país, 7 299 estudiantes completaron la evaluación, lo que representa a 1 480 904 estudiantes de 15 años (OCDE, 2020, p. 11).

El reporte de la OCDE (2020) enmarca que México presenta bajo índice de rendimiento en las pruebas que realiza el Programa Internacional para la Evaluación de los Estudiantes (PISA), en los tres rubros: Lectura, Matemáticas y Ciencias, en Educación Media Superior (EMS).

Los referentes presentados se emplean aquí para contextualizar el problema desde su detección a través de organismos internacionales, y para otorgar el sustento básico a la presente investigación en el área de incidencia. Se presenta un panorama general que sirve para justificar la toma de decisiones acerca del área que servirá como base a la infografía didáctica.

Desde el año 2000 el *Programa Internacional para la Evaluación de los Estudiantes*, PISA, ha realizado estudios comparativos en evaluación de los resultados de los sistemas educativos coordinados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Uno de los objetivos es conocer a través de dichas evaluaciones el nivel de conocimientos y habilidades adquiridas por los estudiantes que les permita participar en su sociedad.

Según datos de la OCDE (2020), en la prueba PISA 2018, los estudiantes mexicanos obtuvieron un puntaje bajo en lectura, matemáticas y ciencias. En México, solo el 1% de los estudiantes obtuvo un desempeño en los niveles de competencia más altos (nivel 5 o 6) en al menos un área (El promedio mínimo de la OCDE es de: 16%), y el 35% de los estudiantes no obtuvo un nivel mínimo de competencia (Nivel 2) en las 3 áreas.

El desempeño promedio de los estudiantes mexicanos se ha mantenido estable en lectura, matemáticas y ciencias, a lo largo de la participación de México en PISA, durante casi todos los reportes de resultados. Solo el desempeño en PISA 2003 (en lectura y matemática) fue significativamente inferior al desempeño de PISA 2018, y solo en PISA 2009 (en matemáticas) fue significativamente superior al desempeño en PISA 2018. En todos los otros años y todas las otras áreas el desempeño promedio de México no fue distinto al observado en PISA 2018 (OCDE, 2020).

Esta estabilidad general en el desempeño, sin embargo, oculta tendencias positivas entre los estudiantes de rendimiento más bajo. El puntaje alcanzado por al menos el 90% de los estudiantes en México mejoró en aproximadamente 5 puntos por cada período de 3 años, en promedio, en cada una de las tres áreas principales (lectura, matemáticas y ciencias). Como resultado, las brechas en el rendimiento entre los estudiantes con mayor y menor rendimiento en matemáticas y ciencias disminuyeron con el tiempo en México.

Aún con esto, seguimos ocupando los últimos lugares en las tres áreas de evaluación PISA (OCDE, 2020).

Según el reporte de la OCDE (2020), en México, el 55% de los estudiantes alcanzó al menos un nivel 2 de competencia en lectura. Estos estudiantes pueden identificar la idea principal en un texto de longitud moderada, encontrar información basada en criterios explícitos, aunque a veces complejos, y pueden reflexionar sobre el propósito y la forma de los textos cuando se les indica explícitamente que lo hagan. Sólo alrededor del 1% de los estudiantes en México mostró un rendimiento superior en lectura, lo que significa que alcanzaron el nivel 5 o 6 en la prueba. En estos niveles, los estudiantes pueden comprender textos largos, tratar conceptos que son abstractos o contra intuitivos, y establecer distinciones entre hechos y opiniones, basadas en claves implícitas relacionadas con el contenido o la fuente de la información.

Según el mismo reporte, cerca del 44% de los estudiantes en México alcanzó el nivel 2 o superior en matemáticas. Presumiblemente, estos estudiantes pueden interpretar y reconocer, sin instrucciones directas, cómo se puede representar matemáticamente una situación (simple) (por ejemplo, comparar la distancia total de dos rutas alternativas o convertir los precios en una moneda diferente).

Por último, en lo referente al área de ciencias, la OCDE (2020), reporta que: alrededor del 53% de los estudiantes en México alcanzó el nivel 2 o superior en ciencias. Casi ningún estudiante demostró alta competencia en ciencias, es decir, un nivel de competencia 5 o 6. Según la OCDE, los estudiantes que alcanzan estos niveles, pueden aplicar de manera creativa y autónoma su conocimiento de la ciencia en una amplia variedad de situaciones, incluidas situaciones desconocidas (OCDE, 2020).

Para entender los bajos o altos rendimientos, la OCDE observa otros aspectos ligados a los resultados obtenidos en las pruebas, entre otros, el nivel socioeconómico del alumno o el ambiente escolar. Algunos de estos datos resultan interesantes para el presente documento. Por ejemplo: en los planteles o escuelas desfavorecidas los directores enuncian falta de material y recursos. En ciertos planteles, los recursos didácticos de apoyo pedagógico son una carencia que parece evidente según se observa más adelante en este mismo documento y que, no obstante, sólo enmarca una pequeña muestra, podría replicarse en un área mayor, si se toman como base los datos a este respecto del reporte de la OCDE (2020).

La presente investigación está enfocada básicamente en la propuesta de material de apoyo pedagógico desde el recurso gráfico/didáctico (infografía) que presumiblemente pudiese ayudar a detonar la atención en las materias sobre las cuales se tiene reporte de déficit de rendimiento escolar. No se pretende, sin embargo, enunciar que sea esta la única solución para subsanar los bajos índices de rendimiento, sino más bien plantear una posibilidad para incidir positivamente en dicha cuestión.

Como observamos al inicio del apartado, PISA es una encuesta trienal dirigida mayoritariamente a alumnos de 15 años, y que evalúa hasta qué punto han adquirido los conocimientos y habilidades esenciales desde la perspectiva escolar, propias para la incorporación al ámbito social. En el mismo sentido indaga sobre las variables escolares y extraescolares que se asocian con el aprendizaje de los alumnos. Pero ¿Quiénes son estos alumnos? ¿Cuáles son sus características?

Para analizar brevemente las características de estos adolescentes, destinatarios de la presente investigación, consideremos lo siguiente:

Descripción de los adolescentes en Educación Media Superior (EMS)

Según datos del INEE, la Educación Media Superior:

1. Es un sector sobre el que se tiene poca información acerca de qué publicaciones, recurso visual o material didáctico requiere o le es conveniente (INEE, 2018, p. 98-99).
2. Es un sector considerado de relevancia. La Ley General de Educación en México, en el artículo 37, establece que la educación media superior:

Es posterior a la secundaria y se orienta hacia la formación integral de la población escolar compuesta, mayoritariamente, por jóvenes de entre quince y dieciocho años de edad, quienes reciben el servicio en instituciones federales, estatales, autónomas y privadas. A este tipo educativo se le otorga un papel importante en el desarrollo de nuestro país, en virtud de que debe promover la participación creativa de las nuevas generaciones en la economía, el trabajo y la sociedad, reforzar el proceso de formación de la personalidad en los jóvenes y constituir un espacio valioso para la adopción de valores y el desarrollo de actitudes para la vida. (SEP, 2014, p. 2)

El tipo medio-superior comprende el nivel de bachillerato, los demás niveles equivalentes a éste, así como la educación profesional que no requiere bachillerato o sus equivalentes. Se organizará, bajo el principio de respeto a la diversidad, a través de un sistema que establezca un marco curricular común a nivel nacional y la revalidación y reconocimiento de estudios entre las opciones que ofrece este tipo educativo. (Educación, pp. 45-46)

3. Es un sector que vive en una era plagada de imágenes complejas que puede resolver y comprender con base en el conocimiento previo. Así también, cuenta con la posibilidad de habituarse rápidamente a nuevos lenguajes visuales que forman parte de su vida cotidiana. Las imágenes no sólo son comunes para el adolescente sino atractivas, y por medio de ellas se puede acceder a sus filias, su parte afectiva. (Minnervini, 2005, p. 170)

Aunado a lo anterior, citamos la teoría de Victoria Lerner (1998), catedrática de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México), acerca de una característica particular detectada en los jóvenes de bachillerato: estos son capaces de relacionar conocimientos aislados e integrarlos para dar pie a conocimientos más estructurados, lo que les permite otras acciones mentales, por ejemplo, la inferencia y la crítica. La teoría de Lerner no es del todo original, podemos encontrar estudios previos con los mismos razonamientos, por ejemplo, en teorías como las de Piaget, Inhelder o Elkin. Veamos a algunos de estos autores de manera breve.

En sus investigaciones Jean Piaget e Inhelder (1958), probaron que ciertas capacidades mentales de los seres humanos parecen depender de cambios en el desarrollo propio de la edad. Estas capacidades pueden clasificarse de manera general en lo que llamaron *estadios de conocimiento*. Algunos resultados de las investigaciones llevadas a cabo por Piaget e Inhelder dejaron registro de que a partir de la adolescencia es cuando el ser humano desarrolla ciertas capacidades mentales que le permiten realizar operaciones formales, esto es, que pueden integrar conocimientos aislados aprendidos con anterioridad, y los pueden relacionar para formar un pensamiento más complejo creando redes mentales más sofisticadas.

Coleman (2003) señala:

Con la aparición de las operaciones formales, el joven pasa a tener a su disposición varias capacidades importantes. Quizá la más importante sea la capacidad para construir proposiciones “contrarias a los hechos”. Este cambio se ha descrito como un desplazamiento de énfasis en el pensamiento adolescente de lo “real” a lo “posible”, y facilita el enfoque hipotético-deductivo para la resolución de problemas y para la comprensión de la lógica proposicional. También permite al individuo pensar en los constructos mentales como objetos que se pueden manipular, y aceptar las nociones de probabilidad y creencia. (p. 45)

Autores como Murray (Coleman, 2003, p. 47), han propuesto clasificaciones de criterios para el razonamiento operacional formal. Algunos puntos que su clasificación identifica son:

1. *Duración.* El *pensamiento operacional* continuará en el tiempo, de manera que se obtendrá el mismo resultado no importa cuánto tiempo haya transcurrido desde que el problema se presentó por primera vez.
2. *Necesidad.* Esta noción se refiere a la idea de continuidad en los objetos y los materiales físicos. Así, no importa la forma en que algo se presente, se mantiene igual necesariamente a pesar de su apariencia.

Así pues, las operaciones formales o el pensamiento formal han sido explorados en diferentes poblaciones y con diferentes experimentos. En los últimos años, según Coleman (2003) han aparecido diversas teorías que critican los postulados de Piaget, porque según estas críticas, y de acuerdo con múltiples investigaciones, los estadios del conocimiento que Piaget definía no son fáciles de diferenciar ni están probados en otros campos como el arte o la literatura.

Según Coleman en gran Bretaña se han sucedido diversos estudios: Shayer y Wylan, 1978; Keating, 1990; Muuss, 1996 (Coleman, 2003, p. 47) realizados a jóvenes adolescentes y se ha detectado que aproximadamente el 30% de los individuos de 16 años alcanza el estadio de pensamiento temprano y sólo el 10% logra el nivel de pensamiento formal avanzado. Esta edad es representativa porque, siguiendo al mismo autor, es en esta edad (16 años) cuando solo una minoría alcanza el nivel más elevado de pensamiento formal. Otros, como Ward y Overton (Coleman, 2003), han distinguido entre competencia y ejecución, manteniendo que muchos pueden ser competentes en razonamiento formal, pero no rendir en este nivel de competencia si los materiales no son interesantes. (p. 47).

Algunos autores han tomado como base las aportaciones de Piaget; sin embargo, otros señalan que no podemos considerar al pensamiento lógico como una rama general e indivisible y proponen clasificaciones un tanto más elaboradas. Entre estos autores se

encuentra Robert Sternberg (2003), quien propone una clasificación de cinco elementos en lo que denomina *Enfoque componencial en el desarrollo intelectual* (p. 49):

El *primer componente* según Sternberg (2009), es la *atención* (atención selectiva y atención dividida). El *segundo componente* tiene que ver con la *memoria* y su evolución en el proceso de la adolescencia, tanto de corto como de largo plazo. El *tercero* es el interés en la *velocidad o la inmediatez* en el procesamiento de la información. El *cuarto componente* tiene relación con la *estrategia y la planificación*: “Los jóvenes tienen mayor capacidad para tomar distancias y preguntarse qué estrategia podría ser más efectiva en una situación particular” (Siegler, 1988. En Coleman 2003, p.49). Y el *quinto componente* está asociado con la *maduración* y el proceso de en la mecánica del pensamiento propio (Sternberg, 2009, p. 25-30).

Los componentes, según Sternberg (2009), realizan también al menos cinco tipos de funciones. De acuerdo con estas funciones los componentes pueden agruparse en:

1. *Componentes de rendimiento* son procesos ejecución de una estrategia de resolución de problemas.
2. *Los componentes de adquisición* son procesos utilizados para aprender nueva información.
3. *Los componentes de retención* son procesos para recuperar conocimientos previamente almacenados.
4. *Los componentes de transferencia* son procesos utilizado en la generalización, es decir, en llevar el conocimiento de una tarea o contexto de la tarea a otro.
5. Y por último están los *metacomponentes*, que son procesos de control de orden superior utilizados para la planificación ejecutiva y la toma de decisiones en la resolución de problemas (Sternberg, 2009, p. 25-30).

Por otra parte, como un elemento catalizador, se encuentran las investigaciones de Elkind (Quenta, 2014, pp.1-8), quien sostiene que en el desarrollo del joven aparece el *ego adolescente* que sustituye al *ego infantil* -hasta ese momento casi extinto en el sujeto-. Este ego permite tener en consideración el pensamiento y la capacidad del *otro*; así también,

permite comprender que sus preocupaciones y aficiones pueden encontrarse también en ese otro. Aunque busca diferenciarse del resto, también busca pertenencia en grupos sociales, propios de su edad. Este razonamiento acerca del otro y su aceptación en cuanto individuo equiparable a su persona le obligan a competir consigo mismo para entablar diálogos, no solo con individuos o grupos semejantes, sino que busca aceptación social en otros círculos, busca dialogar con mayores para tratar de insertarse de manera temprana hacia la etapa adulta. Esta búsqueda de inserción le encamina a construir de manera imaginaria públicos de manera constante. La consideración de dialogar con estos públicos le permite la diferenciación del diálogo grupal y personal, al conversar consigo mismo puede crear conceptos propios y exclusivos.

Así entonces, puede no solo desarrollar operaciones formales sino crear conceptos, hacer lecturas diferentes, propias, percepciones construidas con base en su experiencia, en sus conocimientos previos, adquirir nuevos conocimientos y relacionarlos con archivos mentales preexistentes.

Robert Selman (En Coleman 2003, p.51), quien realizó diversos trabajos con jóvenes durante varios años concluyó que pueden identificarse en ellos cuatro niveles básicos evolutivos de adopción de perspectivas sociales. Igual que Piaget, los dividió en estadios. Con relación al estadio cuatro dice que las perspectivas sociales profundas se presentan a partir de los quince años, edad en la cual pueden avanzar a niveles más altos de abstracción, de relación interpersonal, lo que permite desarrollar lenguajes más estructurados y trabajar con grupos.

A manera de resumen sobre este apartado, se puede enunciar que los autores coinciden en que: en el proceso de la adolescencia y después de ella, el joven parece desarrollar habilidades integradoras de una serie de conocimientos que hasta ese momento parecían aislados. Esto le permite hacer análisis y críticas más elaboradas que en otro *estadio* o nivel de conocimientos previos. Así mismo, le ayuda a realizar operaciones formales; como también a construir proposiciones y razonamientos, que ponen en duda lo aprendido, así como lo que ha de aprender. Razonamientos que facilitan enfoques hipotéticos y deductivos esenciales para la resolución de problemas, lo que finalmente lo conduce a *generar* su propio criterio.

En este mismo sentido Victoria Lerner (1998) sostiene que: “a partir de los 16 años el adolescente empieza a tener mayor capacidad para la abstracción y para ejecutar diferentes operaciones mentales...” (s/p).

Los jóvenes de este rango de edad están familiarizados con los lenguajes iconográficos y los utilizan de forma ágil para comunicarse. Sin analizarlos demasiado, están inmersos en lenguajes múltiples que les requieren cierto grado de decodificación y lo hacen con relativa facilidad (Pro, 2003).

Lo que se presenta hasta aquí y que refiere a los adolescentes (en edades que podrían ubicarlos en la Educación Media Superior) no es sino lo que la literatura enmarca. Sin embargo, más adelante se caracterizará a un público específico que servirá para enmarcar la muestra, de la cual se nutre la presente investigación, bajo la premisa que: cada público en cada escenario presentará características muy particulares, derivadas de múltiples factores, por ejemplo, del entorno social, el económico, el familiar o el escolar. Más adelante sobre ello.

El reporte TALIS

A manera de un breve contexto para enfocarnos en el recurso didáctico o la carencia de este en EMS se presenta un panorama general del reporte TALIS.

Desde el año 2008 se lleva a cabo en la República Mexicana y en otros países un estudio llamado TALIS² (*Teaching and Learning International Survey*), que centra su investigación tanto en los directivos como en los docentes, para conocer y reportar diversos aspectos que atañen a estos dos principales actores dentro del quehacer educativo. A través de este estudio la OCDE (organización para la Cooperación y el Desarrollo), busca proporcionar información válida y confiable que ayude a considerar o reformar políticas educativas que deriven en sistemas de enseñanza de alta calidad (Backhoff, 2015, p. 10). Este estudio es de suma importancia porque reporta entre otras cosas aspectos que pueden ayudar a la observación de las prácticas administrativas (que no se analizarán en este documento) en una institución educativa, pero también a revisar las **estrategias pedagógicas de los docentes**, sus logros profesionales, su preparación en el ámbito educativo, etcétera.

Según Darling-Hammond (2000): “En la actualidad es ampliamente aceptado por los especialistas en el campo de la educación que los factores relacionados con los docentes, en especial sus prácticas de enseñanza, son los que más influyen en el aprendizaje de los estudiantes” (Backhoff, 2015, p.18).

Por tanto, es preciso señalar, que *la presente investigación no está enfocada en todas las prácticas de enseñanza, pero sí en términos de la didáctica como parte de las estrategias de enseñanza, específicamente en el material infográfico como texto mixto, y como herramienta didáctica*. Por consiguiente, debe enmarcarse desde la generalidad del quehacer docente.

² TALIS recopila datos internacionalmente comparables sobre el entorno de aprendizaje y las condiciones de trabajo de los docentes en las escuelas de todo el mundo con el objetivo de proporcionar información válida, oportuna y comparable desde la perspectiva de los profesionales en las escuelas para ayudar a los países a revisar y definir políticas para desarrollar profesión docente El análisis entre países de TALIS permite a los países identificar a otros países que enfrentan desafíos similares y aprender de otros enfoques de políticas. (OCDE, 2019).

Lo anterior no se refiere a que la infografía únicamente puede ser empleada por el docente, pero sí a que éste puede implementarla como un recurso didáctico y parte de su práctica pedagógica si así lo considera necesario y encuentra en ella una *ventaja diferencial*.

Un dato interesante que la prueba TALIS proporciona es que:

En general, la gran mayoría de los docentes y líderes escolares consideran que sus colegas están abiertos al cambio y que sus centros educativos son lugares que tienen la capacidad de adoptar prácticas innovadoras. En México, 71% de los docentes también reportan que ellos y sus colegas se apoyan mutuamente en la implementación de nuevas ideas. Esto es más bajo que el promedio observado en los países y economías de la OCDE que participan en TALIS (78%). (OCDE, 2019, p.2).

A pesar de que (como se señala al final del párrafo anterior) el promedio reportado por estos docentes es menor al promedio observado por los países y economías de la OCDE participantes en la prueba, el porcentaje de docentes que reportan el apoyo a la implementación de nuevas ideas es alentador porque podría representar un campo fértil para las diferentes herramientas de apoyo educativo.

No obstante, según los docentes, todavía falta desarrollar algunas áreas de la formación continua. En promedio en la OCDE, el desarrollo de habilidades avanzadas en el manejo de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) es un área en la que los docentes dicen que necesitan más capacitación, junto con la enseñanza en entornos multiculturales / multilingües y la enseñanza para estudiantes con necesidades educativas especiales. Entre estas tres áreas, los docentes en México expresaron una mayor necesidad de capacitación en la enseñanza para estudiantes con necesidades educativas especiales (OCDE, 2019, p.4).

Con relación a lo anterior, uno de los datos más significativos que arroja el informe TALIS 2013 para la presente investigación es que: en promedio 7 de cada 10 profesores carecen de material didáctico, materiales para la biblioteca, equipo de cómputo, programas

informáticos para la enseñanza y acceso a Internet. Esto, de acuerdo con el estudio realizado por TALIS 2013, dificulta impartir una buena enseñanza (Backoff, 2015, p. 43).

Según el informe 2013 en educación media superior solo el 26% de los profesores asignados a alguna materia tiene formación docente, en contraste con los niveles Primaria que cuenta con el 82% y Secundaria con 64% de profesores con formación docente.

Probablemente este último indicador sea uno que explique el porqué de esta carencia en el material autogenerado por los docentes de EMS. Este es un indicador altamente significativo porque, como veremos más tarde, influye en la dinámica de la clase y en la comprensión de los temas observados. Los propios profesores de EMS reportan que al inicio de su trayectoria docente se sienten poco preparados para impartir su materia. (Backoff, 2015, p.22).

Con base en los reportes PISA y TALIS podemos enunciar tres conclusiones generales:

1. Existe un rezago en la Educación Media Superior, en tres áreas básicas (Comprensión lectora, Matemáticas y Ciencias).
2. La mayor parte de los profesores de Educación Media Superior no cuentan con material didáctico para sus clases.
3. Y que, en términos generales, el docente de Educación Media Superior no tiene formación pedagógica. Lo que podría suponer ciertas carencias en la creación o implementación de material didáctico adecuado a sus prácticas pedagógicas.

Ambos reportes sirven como insumos para la presente investigación en virtud que plantean una problemática interesante para atender y ofrecen la oportunidad de implementar nuevas estrategias de aprendizaje a través de las prácticas pedagógicas, específicamente en términos didácticos.

Justificación

Por qué esta investigación se enfoca en Ciencias

Quizá lo primero que debe acentuarse es que esta investigación se enfoca únicamente en la Educación Media Superior. Un sector que no recibe atención suficiente con relación a otros niveles educativos. Esto queda de manifiesto en un ejemplo enmarcado en capítulos anteriores donde se hace la observación que: sobre este sector “se tiene poca información acerca de qué publicaciones, recurso visual o material didáctico requiere o le es conveniente” (INEE, 2018, p. 98-99). Es necesario enmarcar lo anterior, también desde esta instancia, para poder contextualizar la problemática planteada.

Es evidente que en EMS las tres áreas (Matemáticas, Ciencias y Comprensión Lectora) merecen atención debido a la deficiencia en los resultados, y sin embargo, parece por demás imposible en una sola investigación abarcar a todas ellas para bosquejar alguna posible estrategia que pudiese subsanar el bajo índice de aprovechamiento en los tres rubros.

Al inicio de la presente investigación y **con relación a los resultados de la prueba PISA**, se pensó en incidir en áreas que pudiesen relacionarse entre sí, es decir, cuáles de las áreas evaluadas por PISA pudiesen presentar relaciones que favorecieran recíprocamente el funcionamiento de los contenidos y la adquisición del conocimiento.

Se analizaron Lectura, Matemáticas, y Ciencias. De ellas y sus combinaciones se concluyó que *Lectura* incide de manera directa en todas las materias referidas, y por esta razón se consideró desde el inicio como un elemento esencial. Por ejemplo: en un libro de Matemáticas o de Ciencias, encontraremos con seguridad lenguaje escrito (encontraremos párrafos o líneas que nos indican las instrucciones, la introducción, el glosario, las nomenclaturas, etcétera) que nos facilita entender el mensaje, pero en un libro de texto no hallaremos algo de matemáticas o de Ciencias necesariamente, es decir que el lenguaje textual es un elemento necesario y prácticamente ineludible en los medios educativos impresos o digitales. El lenguaje escrito es por sí mismo el medio de comunicación más utilizado por casi todo el mundo, por tanto, se toma en la presente investigación como un

elemento esencial que, en combinación con el código visual, está presente en las más diversas áreas de transmisión de conocimientos. En consecuencia, se decidió trabajar con un área de Ciencias apoyada en texto.

Matemáticas fue puesta como segunda opción toda vez que ofrece menor posibilidad que Ciencias de representaciones iconográficas *libres* para poder explicarse: maneja un lenguaje particular, que en la mayor parte de los casos (explicativos y de problematización) utiliza iconos representacionales u operativos (no transformacionales, interpretativos o conceptuales), establecidos de manera convencional y sobre los que no se tiene margen para la modificación o transformación, toda vez que haría confusa su *lectura*. Aunado a esto, se encontró en los resultados de la prueba PISA (2015 y 2018), que el área de Matemáticas ha tenido un avance con respecto a las primeras evaluaciones (OCDE, 2020). Y aunque no deja de estar por debajo del promedio que enmarca PISA es un avance que no se encuentra en los resultados para el área de Ciencias.

Así pues, desde una primera instancia se decidió incidir en el área de Ciencias.

El área de Ciencias se compone básicamente de tres sub áreas: Biología, Física y Química. Junto con la Física, la Química -a decir de profesores y alumnos encuestados (ver anexo)- representa el mayor reto en cuanto a que no resulta atractiva para los estudiantes de bachillerato. Por tanto, se buscó la manera de incidir en cualquiera de estas materias: Física o Química.

Se decidió finalmente, por razones de practicidad y de tiempos en la trayectoria estudiantil, que *Química Orgánica* fuese la materia que junto con Lectura o Comprensión Lectora pudiera formar parte de un proyecto de investigación acerca de los métodos y alternativas en la didáctica para la enseñanza.

Por qué esta investigación está enfocada en los adolescentes de Educación Media Superior (EMS)

En capítulos anteriores se han mencionado algunas cuestiones que justifican al público muestra, llamado también público meta. Sin duda, una de las que tiene mayor peso

es el hecho de saber que este público ofrece enormes posibilidades de estudio, toda vez que según datos del INEE (2018), es un sector sobre el que se tiene poca información acerca de las publicaciones, recursos visuales o material didáctico que requiere o le es conveniente (pp. 98-99).

Así mismo se debe enmarcar que una de las premisas de la presente investigación se basa en la integración del conocimiento por parte de los adolescentes que están en grados similares a los que se registran en la EMS. Como vimos, en este estadio de conocimiento, de acuerdo con Piaget (1996), los jóvenes presumiblemente pueden establecer relaciones entre áreas comunes de estudio o conocimiento y generar conclusiones más elaboradas que en edades anteriores.

El objetivo específico en esta investigación que tiene como base el trabajo con jóvenes de preparatoria, que cursan los primeros semestres, es analizar si la infografía como soporte didáctico favorece la comprensión y reportar los hallazgos. Bajo esta premisa, los jóvenes mexicanos de EMS ofrecen un campo de estudio favorable para el trabajo de campo, como más adelante se podrá observar. La OCDE caracteriza a estos jóvenes mexicanos como sujetos con interés y autoeficacia en las Ciencias, incluso superior a los demás países. Menciona en su reporte 2015 una mejoría con respecto al año 2006. Dicha autoeficacia es determinada por la claridad en los objetivos perseguidos por el sujeto y la confianza en sus habilidades, alimentada por sus pares, profesores y padres (estos últimos como factores familiares o sociales y que no inciden directamente en el escenario escolar no serán analizados en el presente documento). PISA distingue entre dos tipos de motivaciones para aprender ciencias; los estudiantes pueden aprender ciencias porque la disfrutan (motivación intrínseca) y/o porque perciben que aprender ciencias es útil para sus planes futuros (motivación instrumental). (OCDE, 2017, p.5).

En el mismo sentido menciona la OCDE (2020): La mayoría de los estudiantes de los países OCDE tiene una mentalidad de crecimiento (estuvieron en desacuerdo o muy en desacuerdo con la afirmación "Tu inteligencia es algo sobre ti que no puedes cambiar mucho"). En México, el 45% de los estudiantes tiene una mentalidad de crecimiento (OCDE, 2020, p.10).

¿Cómo entonces y a pesar de los resultados de PISA acerca de la autoeficacia y autopercepción seguimos obteniendo bajos resultados en la prueba? Probablemente la respuesta no cabe de manera satisfactoria en esta investigación, pero a través de la misma se busca una alternativa de apoyo educativo que, aún en pequeña proporción, pueda coadyuvar a la adquisición del conocimiento a través de elementos detonantes de atención.

Por qué es importante el docente en la presente investigación

El laboratorio es la escuela y no el grupo.

El universo es toda la institución.

(Barona, 24 de marzo del 2018).

Estudiar al docente es fundamental por muchas razones. El docente es el encargado de conducir a un alumno -o a un grupo- hacia el aprendizaje y el desarrollo, porque el alumno no construye el conocimiento en solitario. Más allá de lo que pueda adquirir de sus pares o su entorno social, está la mediación del docente en el proceso de adquisición del conocimiento dentro del salón de clases o la institución. Según Díaz Barriga: “Finalmente, la meta de la actividad docente es incrementar la competencia, la comprensión y la actuación autónoma de los alumnos” (Díaz Barriga y Hernández, 2010, p.5).

Según el informe de la OCDE (2017), en México, [...], los estudiantes cuyos profesores explican y demuestran ideas científicas en varias o en todas las clases obtienen 26 y 21 puntos más, respectivamente, que estudiantes cuyos docentes incurren menos frecuentemente en estas prácticas. (p.8).

Con relación a lo anterior podemos citar los trabajos en Bachillerato de Treagus y Mimiala (2014), en el que analizan, con ejemplos, los cinco tipos de explicaciones que emplean los profesores durante sus clases de fisicoquímica y química orgánica, acerca de los tres niveles de representación usados en la química: el macroscópico, el microscópico y el simbólico:

1. *Analógicas* (un fenómeno o experiencia familiar se emplea para explicar algo familiar).
2. *Antropomórficas* (a un fenómeno se le dan características humanas para hacerlo más familiar).
3. *Relacionales* (una explicación que es relevante dada las experiencias personales de los aprendices).
4. *Basadas en problemas* (una explicación demostrada a través de la resolución de un problema).
5. *Basadas en modelos* (utilizar un modelo científico para explicar otro modelo). (Treagus, 2014, p.1354)

El listado de Treagus y Mimiala (2014) servirá dentro de este documento como uno de los referentes para la observación del docente en el aula, durante al menos cuatro sesiones. Así mismo y derivado de los planteamientos anteriores, y para la presente investigación, se propuso detectar a profesores con características similares a las mencionadas por Treagus y Mimiala para el trabajo de campo.

El docente no sólo es facilitador de conocimiento que conduce al aprendizaje o un actor que represente la autoridad escolar sino, además, es una figura esencial para que los alumnos se enganchen con la cátedra o la rechacen. El docente es en cierta medida el detonador de *la motivación* por adquirir conocimiento, a través de diversos aspectos, como los patrones de interacción, las actividades académicas, las tareas, los recursos didácticos y los sistemas de evaluación. Motivación entendida en términos de estimular la voluntad o el deseo por aprender.

Menciona Díaz Barriga y Hernández (2010), que son tres los propósitos perseguidos mediante el manejo de la motivación escolar:

1. Despertar el interés del alumno y dirigir su atención.
2. Estimular el deseo de aprender que conduce al esfuerzo y la constancia.
3. Dirigir estos intereses y esfuerzos hacia el logro de fines apropiados y a la realización de propósitos definidos (p.57).

En esta investigación nos enfocamos solamente al primer punto de los mencionados por Díaz Barriga en el listado anterior, con la convicción de que esto detona ciertas dimensiones de la comprensión según Ausubel, quien sostiene que para que el aprendizaje sea significativo el material o la actividad misma deben motivar; y asevera que el docente debe despertar la curiosidad intelectual del alumnos al desarrollar materiales y planear actividades que atraigan la atención y aseguren una experiencia de aprendizaje exitosa (Díaz Barriga y Hernández, 2010, p.59).

Como parte de la presente investigación, observar y analizar el material didáctico utilizado por el docente, así como su práctica pedagógica dio pauta e indicadores para caracterizar a este mismo docente, y conocer acerca del uso que hace de la imagen como herramienta en el proceso enseñanza aprendizaje. Es conveniente conocer cómo es que el empleo del material didáctico, así como la práctica pedagógica inciden en un nivel como el de la EMS, y cómo reaccionan los alumnos ante ambos rubros. Algunos autores plantean el panorama actual del docente y cómo éste debe adaptarse a las nuevas prácticas y tecnologías que ayudan a su labor cotidiana. Dicho lo anterior es necesaria la observación docente previo a la implementación de la dinámica, porque permitirá visualizar una posible alteración en la dinámica que plantea este documento o, por el contrario, dará certeza de que la misma se llevará a cabo sin alteraciones que puedan afectar el resultado.

Díaz Barriga y Hernández (2010) señalan:

“Es un clamor social que la tarea docente no se puede restringir a dicha labor transmisiva, y que para ser profesor no es suficiente con dominar una materia o disciplina. El acto de educar implica interacciones muy complejas, que involucran cuestiones simbólicas, afectivas, comunicativas, sociales y axiológico-valorales. Así, un profesor requiere ser un profesional capaz de ayudar propositivamente a otros a aprender, pensar, sentir, actuar y desarrollarse como personas y como miembros de una sociedad...Antes bien, el docente cumple con una función de organizador y mediador en el encuentro del alumno con el conocimiento”. (p.2)

Los instrumentos que en esta instancia se proponen buscan registrar el proceder del docente y del alumno como los actores principales de esta investigación. Este último ya ha sido caracterizado en este documento y, sin embargo, se considera aquí su observación para robustecer la caracterización del alumno en términos los aspectos *actitudinal* y *motivacional*. Lo anterior se basa en la *Teoría social del aprendizaje* (Díaz Barriga y Hernández, 2010, p. 3). Este autor señala que el alumno es un receptor del conocimiento que depende de tres factores fundamentales: a) las influencias sociales b) el periodo de desarrollo y c) el dominio del conocimiento.

El aspecto *actitudinal* es fundamental porque incide en los otros dos aspectos considerados como parte de la currícula escolar en todos los niveles: el declarativo y el procedimental.

Para que el aprendizaje sea realmente significativo, se deben reunir las siguientes condiciones: que la nueva información se relacione de modo no arbitrario y sustancial, con lo que el alumno ya sabe, en función de su *disposición* (motivación y *actitud*), por aprender, y de la *naturaleza* de los materiales contenidos de aprendizaje (Díaz Barriga y Hernández, 2010, pp. 31-32).

Dos de los principios psicológicos del aprendiz: *Influencias motivacionales y emocionales del aprendizaje* (Principio 7) y *Motivación intrínseca por aprender* (principio 9), según la Asociación Psicológica Americana, según McCombs y Vakili señalan: (principio 7) La motivación del aprendiz determina qué y qué tanto aprende. La motivación por aprender, a su vez, está influida por los estados emocionales, creencias, intereses y metas, hábitos de pensamiento, de la persona que aprende. (Principio 9): Si no hay motivación intrínseca en el estudiante, es poco probable que surja el deseo de realizar tal esfuerzo por aprender, a menos que sea bajo coerción (Díaz Barriga y Hernández, 2010, pp. 40-41).

Los resultados de esta investigación permiten contemplar a la infografía didáctica como uno de los medios que el docente podría considerar para emplear en su clase, sólo si éste considera que ofrece para él una *ventaja diferencial*. Ventaja que ayudaría en un proceso de corte constructivista, con la finalidad de promover los procesos de crecimiento personal y grupal dentro de un entorno social y participativo.

Qué significa *ventaja diferencial* en el material del docente

Según Alejandro Spiegel (2006) *ventaja diferencial* es la ventaja que ofrece el recurso didáctico en sí mismo con respecto a otros recursos que el docente tiene en su horizonte y que contempla. El docente debe evaluar qué aporta ese material a su clase o qué ventaja tiene con respecto a otros materiales o estrategias posibles. Es entonces cuando toma decisiones de aplicación o uso de ese material con respecto al contexto escolar, las características del grupo o del tema. Dice Spiegel: “En definitiva, se trata de elegir o elaborar recurso sólo cuando identificamos su ventaja diferencial; o sea, aquellos que - como mínimo- no impliquen sobrecargas al esfuerzo de aprender lo que queremos que se aprenda” (Spiegel, p. 21).

Dentro de sus prácticas pedagógicas, el docente contempla el material didáctico (también llamados *recursos* o *auxiliares didácticos*) como recursos que facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje. Los recursos didácticos son dispositivos o herramientas que apoyan al docente para conducir y transmitir un saber. Estos pueden ser impresos o digitales, maquetas, juegos, mapas, fotos, diapositivas, videos, etcétera. A veces, estos recursos son creados por el docente, a veces son adquiridos y adaptados al contenido de las clases. Y todos ellos son (o deberían ser) objetos que estimulan y apoyan el proceso estratégico comunicacional dentro de la enseñanza y el aprendizaje. En su creación y estrategia de aplicación debe intervenir desde luego el docente, desde su experiencia y formación en el campo de la enseñanza, pero también el alumno, quien puede convertirse, a veces sin querer, en un informante activo de sus propias necesidades y preferencias como menciona Spiegel (2006).

Según Alejandro Spiegel, el docente puede entenderse como un *compositor* permanentemente comprometido y dispuesto a crear y rastrear oportunidades con el objetivo de crear y hacer clases más interesantes, y poder enseñar con múltiples recursos elegidos esencialmente para favorecer la diversidad, porque cada escenario y cada público es diferente (Spiegel, 2006, p. 9-18). A estos recursos o herramientas se puede llamar *material didáctico* sólo si el docente ha evaluado y decidido que es útil para una actividad

o clase específica; sólo si reconocen en estos recursos o herramientas una *ventaja diferencial* que aportará a su clase una ventaja significativa para el aprendizaje. La ventaja diferencial se reconocerá a partir de:

- a) Los contenidos y actividades que incluye cada material y de cómo éstos están presentados.
- b) Cómo los autores y diseñadores aprovecharon las características propias del formato del material.
- c) Las necesidades que le presenta la composición al docente o las nuevas oportunidades que descubre al conocerlo (Spiegel, p. 127).

Por lo anterior Spiegel (2006) considera que el docente puede *entenderse* como un compositor, quien planifica, combina técnicas, prepara estrategias, etcétera, con el fin de hacer clases más interesantes y motivar al alumno; con la finalidad de que éste se interese en la asignatura, ya que, si no se genera dicho interés, entonces la escuela se transforma en una sucesión de obstáculos difíciles de salvar.

El *Lenguaje Visual*. Un elemento presente en la vida cotidiana del alumno

La importancia que asignan los alumnos a la iconicidad y los elementos visuales³

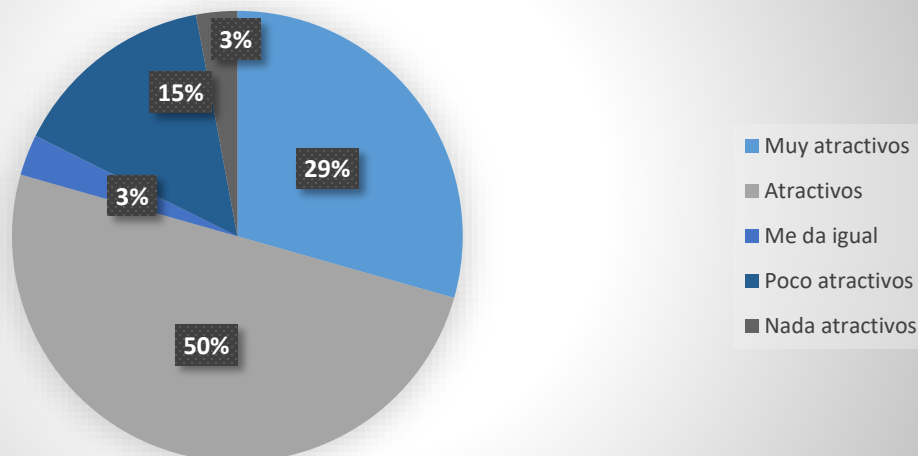
¿Acaso las ganas de divertirnos se acaban en la primera infancia? Pareciera que, transcurridos los primeros años, los chicos “ya pueden comprender mejor sin tanto dibujo, música, colores, juegos, etc.” Y, por lo tanto, “alcanza con lo hablado, lo leído, lo escrito” (Spiegel, p. 33).

De acuerdo con las teorías del aprendizaje significativo⁴ (Díaz, 2016) y con relación a las herramientas pedagógicas, se tomaron en cuenta algunos elementos que son afines a los estudiantes de Educación Media Superior, y se detectó una marcada preferencia (en soportes de lectura) hacia las ediciones con elementos icónicos acompañados de elementos textuales. Un estudio exploratorio realizado durante el semestre agosto-diciembre del año 2017 demuestra que lo anterior. En dicho estudio, realizado a 35 jóvenes muestra (71% hombres y 29% mujeres); con edades de entre 14 y 18 años, de primer semestre de bachillerato, del estado de Morelos, se encontró que: el 79% de ellos encuentran atractivos o muy atractivos los textos con imágenes. Sólo el 9% de los adolescentes participantes encuentra muy atractivos los textos carentes de imágenes (más adelante se profundizará sobre esto).

³ No hablamos aquí de todos los alumnos. Sólo una muestra en el escenario. Sin embargo, es un indicador que puede replicarse para una muestra más robusta dentro del mismo escenario o alguno con características similares.

⁴ Para saber más sobre aprendizaje significativo ver glosario de términos, al final de este documento.

Cuando los textos llevan imágenes me resultan:



Los jóvenes declaran de manera explícita su afinidad por los elementos de apoyo visual, y esto parece ser una constante dentro de su contexto social (Pro, 2003; Minervini, 2005). Con esta última consideración se ha decidido integrar estos cuatro elementos (*1. enseñanza de la ciencia, 2. adolescentes, 3. docente y 4. recursos visuales*) como complementos para una estrategia y diseño de material didáctico de apoyo en la estrategia pedagógica. Lo que se busca con ello es analizar una ruta para la adquisición del conocimiento desde una estrategia constructivista.

Que la imagen se justifique como vehículo de lectura y de comunicación se sustenta en la teoría del *interaccionismo simbólico* que, como se ha mencionado, se trata de una corriente de pensamiento micro sociológico. Esta corriente se fundamenta sobre tres ejes:

1. Los seres humanos actúan respecto de las cosas basándose en los significados que estas tienen para ellos. Pueden ser objetos físicos, personas, valores, ideales normativos, etcétera.
2. Los significados de tales cosas derivan de la interacción que la persona tiene con otros seres humanos.

3. Los significados son modificados o manejados por medio de un proceso interpretativo que la persona pone en juego cuando establece contacto con las cosas.

Meade y Blume, representantes de esta corriente de pensamiento, identifican -entre otras- dos formas de interacción humana esenciales: *Interacciones simbólicas y no simbólicas*. De estas se enfatiza las *simbólicas* que, según los autores, predominan de manera dual para indicar cómo actuar e interpretar las emisiones e indicaciones. Un proceso activo, dinámico y constante. Según Blume, el *significado* de los objetos tiene que ver con el *significado que le dan los otros*, pero también el que el mismo sujeto les atribuye a las cosas. (Álvarez-Gayou, 2016, pp. 65-70).

De lo anterior podemos concluir que el joven (como todos los seres humanos) maneja lenguajes simbólicos comunes a otros actores similares a su propia persona, y que deja abierta la posibilidad a otro tipo de códigos, (que pueden hacer complemento con el textual) basados en la comprensión intrínseca de los objetos por reconocimiento, experiencia y razonamiento. A uno de estos lenguajes en particular se alude en la presente investigación: el lenguaje de la imagen.

Los jóvenes declaran de manera explícita su afinidad por los elementos de apoyo visual (Minervini, 2005; Reinhardt, 2011), y esto parece ser una constante dentro de su contexto social. Con esta última consideración se ha decidido integrar los tres elementos como complementos para una estrategia y diseño de textos académicos. Lo que se busca con ello es analizar una ruta para la adquisición del conocimiento desde una estrategia constructivista.

En el mismo sentido Maité Pro apunta: “La imagen ha desbordado los límites de la palabra escrita y se ha convertido en una forma específica de comunicación. Actualmente la imagen domina la cultura hoy en día. Las nuevas generaciones están acostumbradas a contemplar muchas imágenes, pero no la asimilan”. (Pro 2003, P. 27). A fin de cuentas ¿qué herramienta más poderosa que la imagen puede servir para enganchar al espectador?

Como parte de la estrategia de apoyo pedagógico, se decidió crear e implementar un soporte basado en elementos paratextuales e icónicos (concretamente la infografía) que

representan nuestra forma de comunicación dentro de una sociedad visual y que son propias y afines al sujeto receptor (jóvenes de entre 15 y 18 años). Se tomó la decisión referida apoyados en la teoría del Conocimiento Pedagógico del Contenido (entre otras), de Schulman (1987), que propone: “las formas más útiles de representación de estas ideas son las analogías, **ilustraciones**, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosos; en pocas palabras, las formas de representación y formulación del tema que lo hace comprensible a otros” (Garritz, 2004, p. 3).

Es precisamente la importancia de esta búsqueda de alternativas de representación que favorezcan al aprendizaje lo que da base a esta investigación. El lenguaje común que tenemos desde que apareció sobre la tierra la raza humana: *la imagen*, es un elemento que se considera en este documento desde su punto de partida, porque tiene, y ha tenido a lo largo de los siglos, relación directa con las formas humanas de comunicación, a través de los diferentes medios, en nuestra vida cotidiana. Sin embargo, su importancia léxica o sintáctica se reduce a un plano menor nublado por la poderosa sombra del lenguaje oral, del *logocentrismo* (Boehm, 2017). Se plantea desde este documento que esto puede cambiar en favor del conocimiento a medida que se estudie y apliquen textos discontinuos de apoyo al contenido pedagógico, que puedan favorecer la adquisición o el refuerzo de conocimiento en los diferentes niveles o estadios del conocimiento.

La idea de analizar la sintaxis de la imagen en la educación como apoyo al contenido pedagógico no es nueva. Anteriormente y en su libro *Aprender con imágenes* Maité Pro (2003) había esbozado ya esta propuesta que si bien estaba enfocada en los medios visuales electrónicos no demeritaba el uso de los medios impresos, los cuales frente a los primeros ofrecen la ventaja de ser fácilmente utilizables, porque no necesitan de otro medio para poder apreciarse o navegar en ellos. Otros autores como Oscar Hernández-Muñoz y Ana Rosa Barrios (2016), en su artículo *Necesidad de normalización en la ilustración científica*, refuerzan esta idea al considerar la implementación de un lenguaje visual que pueda apoyar a la ciencia.

Un autor interesante: Otto Neurath, desde la década de los años treinta del siglo pasado había mencionado la necesidad de crear un lenguaje iconográfico que, como el esperanto, pudiese traspasar los límites del lenguaje y la territorialidad (Guzmán, 2015).

Con esta idea crea, junto con Gerd Arntz, el término *ISOTYPE* (International System of TYpographic Picture Education), como parte del proyecto *Wiener Methode der Bildstatistik* (Método Vienés de Estadísticas con Imágenes) para el Museo Social y Económico de Viena entre 1925 y 1934. Actualmente se ha hecho común el término *isotipo*, (derivado del término original en inglés) sin que necesariamente siga el objetivo o intención original de Neurath (Banu, 2014).

El estilo y tratamiento de la información en las estrategias de la educación es una cuestión por demás compleja. Vivimos en una era plagada de imágenes y sin embargo carecemos de una alfabetidad visual escolarizada. Los recursos visuales no son aprovechados lo suficiente y el sistema educativo no camina a la par de los lenguajes de la era moderna. Según estudios realizados por Susana Morín (2016):

1. 70% de nuestros receptores sensoriales están en los ojos.
2. Entendemos el sentido de una escena en menos de 1/100.
3. 90% de información que recibimos es visual.
4. El cerebro procesa los contenidos visuales 60,000 veces más rápido que al leer un texto (Morín, 2016).

Las cifras parecen contundentes y, sin embargo -a pesar de datos como estos-, en ámbitos como el educativo, los recursos visuales que podrían aprovecharse como material pedagógico no han sido lo suficientemente explorados (Reinhardt, 2011; Pro, 2003).

Así pues, la necesidad palpable de la implementación e inclusión del lenguaje iconográfico independiente, como apoyo y refuerzo del lenguaje textual es fundamental, hoy que la sociedad está inserta como nunca en una realidad plagada de imágenes que de manera brutal bombardean al receptor. Saber y conocer su uso es prioridad en ámbitos tan importantes y de relevancia crucial como la educación.

Una de las formas estructuradas en que aterrizan las imágenes y se complementan con el texto es a través del llamado *diseño de la información*, (de la cual deriva la visualización de datos y la infografía). Este diseño de la información ha demostrado ser capaz de proveer elementos sintéticos comprensibles al cerebro que capta, decodifica e

interpreta representaciones esenciales de objetos; de flujos y de lecturas complejas en elementos básicos (Meirelles, 2014). Alude entre otras cosas a nuestra capacidad de identificar semejanzas, así como de capturar a los elementos en su reducción más elemental.

Lo anterior justifica el núcleo de la investigación a realizar.

Una revisión general acerca de la educación

Qué podemos entender por Educación

"La principal meta de la educación es crear hombres capaces de hacer cosas nuevas y no simplemente de repetir lo que han hecho otras generaciones: hombres creadores, inventores y descubridores. La segunda meta de la educación es formar mentes que puedan ser críticas, que puedan verificar y no aceptar todo lo que se les ofrece."

Jean Piaget (1973).

Intentar definir *Educación* desde este documento resultaría una tarea por demás difícil, que requiere de otro momento y otro proyecto. No pretende el autor asumir una definición rigurosa e inflexible que cuestione otros puntos de vista o definiciones sobre el tema, no obstante, la intención en este apartado es poner sobre la mesa diferentes opiniones que puedan acercarnos al término *Educación* desde una perspectiva que apoye a la presente investigación; y que a su vez encuentre posibles relaciones con el *lenguaje visual* como un camino pertinente para comunicar, para enseñar, para aprender y por consecuencia para educar.

Dicha cuestión debe abordarse desde diferentes perspectivas, más allá de entender el término *Educación* como la formación destinada a desarrollar la capacidad intelectual, moral y afectiva de los individuos, o a la transmisión de conocimientos hacia una persona para que esta adquiera una determinada formación.

En este sentido y según aparece en la siguiente definición que aporta la OECD (2004), y que divulga el INEGI tenemos que:

La Educación es definida como la comunicación organizada y sustentada, que está diseñada para producir aprendizaje. En donde se entenderá que:

"Comunicación": Involucra la transferencia de información (mensajes, ideas, conocimiento, estrategias, etc.) entre dos o más personas.

Comunicación "Organizada": Es aquella que se planea en un modelo o patrón, con propósitos establecidos o programas de estudios. Esto debe involucrar a una agencia o medio educativo que organice la situación del aprendizaje, así como a los maestros que estén empleados (incluyendo voluntarios no pagados) para organizar conscientemente esta comunicación.

Comunicación "Sustentada": Es aquella que tiene los elementos de duración y continuidad como parte de la experiencia en el aprendizaje.

"Aprendizaje": Es tomado como cualquier cambio en el comportamiento, información, conocimiento, entendimiento, actitudes, habilidades o capacidades, las cuales sí pueden ser retenidas, pero no pueden ser atribuidas al crecimiento físico o al desarrollo de patrones de comportamiento o conducta heredados. (INEGI, 2017)

Según Aníbal León (2007):

La educación es un proceso humano y cultural complejo. Para establecer su propósito y su definición es necesario considerar la condición y naturaleza del hombre y de la cultura en su conjunto, en su totalidad, para lo cual cada particularidad tiene sentido por su vinculación e interdependencia con las demás y con el conjunto. (p. 596)

Al respecto de la educación dice Ángel I. Pérez (1993):

Desde que la configuración social de la especie se convierte en un factor decisivo de la hominización y en especial de la humanización del hombre, la educación en un sentido amplio, cumple con la ineludible función de socialización ...

Paralelamente, y puesto que las adquisiciones adaptativas de la especie a las particularidades del medio no se fijan ya biológicamente ni se transmiten a través de la herencia genética, los grupos humanos ponen en marcha mecanismos y sistemas externos de transmisión para garantizar la pervivencia en las nuevas

generaciones de sus conquistas históricas. A este proceso de socialización, suele denominarse genéricamente como proceso de educación. (Gimeno y Pérez, p.17)

Cerca de la definición humanista de Freire podemos enunciar que la educación ciertamente libera al ser humano en cuanto a su fuero interno, pero sólo en la medida en que la misma educación genera en el individuo la capacidad de entender, asimilar e incorporar el concepto de libertad para sí mismo y lo que para él equivale. Para Piaget y Vygotsky en cambio la educación es ante todo la conjugación de desarrollo y aprendizaje (Gimeno y Pérez, 1993, p. 35-62).

La RAE define a la educación como *una forma de instrucción que se da a través de un docente*. Desde luego la definición parece corta. No obstante, un sentido más amplio, podemos decir que la educación puede entenderse como la forma en el que los conocimientos, costumbres, valores y tradiciones de una sociedad son transmitidos de una generación a otra. Esta educación transmitida no es un conjunto de datos *inmóviles*, por el contrario, debe interactuar con los conocimientos previos del individuo a quien se instruye a fin de formar enlaces de conocimientos que paulatinamente enriquecerán el desarrollo del individuo.

En una conclusión parcial al respecto de este apartado podemos enunciar, a manera de bosquejo, que coincidimos con León en que la educación es un sistema de transmisión de la cultura y un proceso complejo del ser humano, en donde deben tomarse en cuenta varios factores para entender su propósito y su definición: factores sociales, culturales, históricos, etcétera. En sintonía también con Pérez, acordamos que el complejo proceso de la educación asegura la pervivencia de la especie, la cual debe adaptarse al medio a través de mecanismos de transmisión social que el mismo ser humano ha venido desarrollando. Sin embargo y en aparente oposición a lo que enuncia Pérez, creemos que el conocimiento en cierta manera se halla dispuesto o predispuesto en el código genético de cada ser humano, no obstante, su desarrollo social se detona a partir de la interacción con sus semejantes y esto último, si bien no se enmarca netamente en la genética sí lo hace desde el ámbito de lo sociológico, en el que puede enmarcarse al ser humano como un ser gregario.

De tal suerte que el proceso social, cultural e histórico que enmarca un conjunto de saberes, así como sus procesos de comunicación organizada y recepción, es lo que entenderemos aquí como *Educación*.

Hasta esta instancia se hace un bosquejo, en términos generales, sobre lo que podemos entender por *Educación*. No profundizaremos más allá de lo necesario, con el fin de no distraer la línea de investigación que sigue este documento. Sin embargo, es necesario destacar que las bases biológicas del aprendizaje también determinan la adquisición y la elaboración de nuevo conocimiento.

Qué relación y diferencias guarda la educación con el aprendizaje

Dice Schunk (2012) que el aprendizaje: "...es un cambio perdurable en la conducta o en la capacidad de comportarse de cierta manera, el cual es el resultado de la práctica de otras formas de experiencia" (p.3). Aunque él mismo reconoce que no hay una definición que sea aceptada por todos los teóricos. No obstante, menciona también que el aprendizaje – aun cuando la naturaleza del mismo no sea reconocida o aceptada por todos los teóricos- es importante porque implica construir y modificar nuestro conocimiento que perdura a lo largo del tiempo.

De manera general, para diferenciar ambos conceptos y poder clarificar lo que a continuación se presentarán como teorías del aprendizaje, citamos el texto de Carlos Magro (2014):

El aprendizaje siempre fue social, personalizado y grupal. La educación individual, estandarizada y masiva. El aprendizaje es comunitario, la educación colectiva. El aprendizaje es automotivado y la educación impuesta. El aprendizaje es adaptativo, abierto y flexible mientras que la educación es más bien cerrada y rígida. El aprendizaje tiende a ser reticular y conectado, distribuido y multi-nodal mientras que la educación es lineal y unidireccional. El aprendizaje necesita conectar. La educación necesita separar para ser eficiente. El aprendizaje es simétrico, la educación está orientada. El aprendizaje no tiene espacios ni tiempos. La educación

sí. El aprendizaje es ubicuo, la educación es puntual y concreta. ... La educación se mide y se evalúa, el aprendizaje se construye y se utiliza. La educación es moderna. El aprendizaje siempre existió, aunque en ocasiones estuviera muy localizado y fuera periférico y marginal. A la educación le cuesta innovar, el aprendizaje es innovación constante. El aprendizaje siempre es local, situado y contextual, la educación tiende a lo global y lo universal. El aprendizaje nos diferencia, la educación nos iguala. El aprendizaje moviliza lo complejo, pero es sencillo. La educación tiende a simplificar, pero es compleja. El aprendizaje puede darse en lo formal, pero su entorno natural es lo informal. El objeto de la educación es el aprendizaje, pero tiene más objetivos. A la educación se la exige mucho más. ... El aprendizaje es más libre, tiene menos compromisos y responsabilidades. La educación no parece tener límites, el aprendizaje está limitado. A la educación la evaluamos continuamente y está constantemente bajo sospecha. El aprendizaje no. Muchos quieren acabar con la educación. El aprendizaje, sin embargo, está de moda. Hablar de educación es buscarse problemas. Hablar de aprendizaje es invocar soluciones. (Magro, 2014, s/p)

El objeto de la educación es el aprendizaje, dice Magro, y podemos acordar con él que el aprendizaje se da por medio de la repetición, el descubrimiento o la experiencia. Sin embargo, la educación al igual que el aprendizaje pueden, por medio de la transferencia, aportar conocimientos que serán integrados al intelecto para dar pie al desarrollo del individuo. De igual manera aprendizaje y educación requieren de estructuras organizadas y afectivas para la integración.

Según la definición de Magro con respecto al aprendizaje, la educación es estructural o estructurada mientras que a su entender el aprendizaje se adquiere de manera más directa, natural, empírica.

¿Qué nos interesa de la definición de Magro? Para la presente investigación es importante señalar que la definición del autor nos mueve a plantear que la forma natural de aprendizaje, con relación a la educación, podría estar sustentada en códigos naturales que reforzados con los códigos convencionales sumaría o haría amalgama en el conocimiento

del individuo. De tal suerte que educación y aprendizaje además de formar un vínculo evidente pueden entenderse como términos independientes pero complementarios⁵.

Antes de continuar, sin embargo, debemos detenernos a considerar y enmarcar las teorías del aprendizaje que, desde nuestra perspectiva, brindan sustento, contribuyen y se relacionan de manera directa e indirecta con el tema de esta investigación.

Para delimitar el camino de la presente investigación, tomaremos como referencia la clasificación en las teorías del aprendizaje propuestas por Ángel I. Pérez (Gimeno y Pérez, 1993, p. 36). De esta clasificación se tomarán en cuenta las teorías correspondientes y aplicables a la investigación que este documento presenta.

Según esta clasificación las teorías del aprendizaje pueden dividirse en dos grandes ejes:

- 1) *Teorías asociacionistas, de condicionamiento*, dentro de las cuales pueden observarse dos corrientes:
 - a) *Condicionamiento clásico*: Pavlov, Watson, Guthrie.
 - b) *Condicionamiento instrumental u operante*: Hull, Thordinke, Skinner.
- 2) Las *Teorías mediacionales*: dentro de las que pueden distinguirse múltiples corrientes con importantes matices diferenciadores:
 - a) *Aprendizaje social, condicionamiento por imitación de modelos*: Bandura, Lorenz, Tinberger, Rosental.
 - b) *Teorías cognitivas*, dentro de las cuales pueden distinguirse varias corrientes:
 - Teoría de la Gestalt* y la psicología fenomenológica: Kofka, Köhler, Whertheimer, Maslow, Rogers.
 - Psicología genético cognitiva*: Piaget, Bruner, Ausubel, Inhelder.
 - Psicología genético dialéctica*: Vigotsky, Luria, Leontiev, Rubinstein, Wallon.
 - c) *Teoría del procesamiento de la información*: Gagné, Newell, Simon, Mayer, Pascual Leone.

⁵ Sobre el tema de *aprendizaje* puede consultarse también: Schunk, Dale. (2012). *Teorías del Aprendizaje*; Gimeno, J. & Pérez, A. (1993). *Comprender y transformar la enseñanza*.

De las clasificaciones y representantes anteriores, que fueron analizadas y consideradas, particularmente nos enfocaremos en las siguientes (en virtud de las coincidencias que existen entre estas mismas teorías y la estructura que la infografía contiene):

a) Teorías cognitivas:

-Teoría de la *Gestalt* y la psicología fenomenológica.

-Psicología genético cognitiva: Piaget, Ausubel.

Es verdad que más de una teoría de las clasificaciones anteriores podría empatar con el lenguaje de las imágenes, que es en este trabajo, y como se ha mencionado desde el inicio, uno de los elementos esenciales. Más adelante se explica la relación de ambas con la presente investigación.

Adicionalmente dos teorías más se suman a las mencionadas:

1. La teoría de la carga cognitiva
2. La teoría del código dual

En el siguiente apartado se enmarcan brevemente las teorías consideradas.

Teorías del aprendizaje relacionadas con la investigación

Teoría Gestalt

El interés sobre esta teoría surge de las coincidencias y la posibilidad para establecer relaciones con el quehacer iconográfico en la educación. No se establece como una ley sino precisamente como una teoría. Luego entonces los preceptos y conceptos de la Gestalt pueden debatirse. Sin embargo y por la influencia de esta teoría sobre el diseño y la comunicación se presenta en este documento como referencia ineludible.

La teoría de la Gestalt apareció en la Alemania a principios de siglo XX como reacción a la psicología conductista. A diferencia de los conductistas, los investigadores de la teoría Gestalt se preocupaban básicamente por estudiar los procesos mentales considerados fundamentalmente invisibles y sin embargo propensos a ser reportados por los individuos quienes tienen un papel activo dentro de las dinámicas de registro en tanto percepción y toma de decisiones. La teoría Gestalt rechazaba la idea de que los fenómenos complejos podían separarse en partes componentes, y que por el contrario el *todo* era más que la suma de sus partes. Al descomponerse un *todo* en partes componentes -según los teóricos de la Gestalt- pierde significado, porque al analizar los componentes estos forman un nuevo *todo*. (Schunk, 2012, p. 176).

Según Cairo (2011): “Los teóricos de la Gestalt enunciaron una serie de principios que la mente usa para organizar el entorno, de hecho, *gestalt* puede traducirse como *patrón*. Cuando vemos, la suma de los pedazos de un objeto acaba generando la percepción del propio objeto, que tiene una entidad independiente de aquellos” (p. 183).

La Gestalt nunca demostró sus postulados de manera científica (Schunk, 2012, p. 176-178), y sin embargo es precisamente esta teoría la que da pie a la consideración del diseño y de las artes visuales con relación a la percepción y los datos visuales que el cerebro humano procesa.

Algunos principios que propone la Gestalt son:

1. *Figura-fondo*: Dentro de un campo visual, podemos definir de manera natural los diferentes planos, gracias a nuestra mirada estereoscópica. De esta manera podemos separar mentalmente la figura del fondo y decidir cuál es una y no otra. La teoría Gestalt ha realizado pruebas sobre este fenómeno para tratar de entender, por ejemplo, cuáles colores o tonos favorecen a este fenómeno y cuáles lo dificultan.
2. *Simplicidad*: Los seres humanos tendemos a reducir los elementos dentro de nuestro campo visual para hacerlo más entendible cuando debemos referenciarlo o evocarlo. De esta manera, el proceso de abstracción nos permite retener en la memoria de largo plazo elementos con pocos rasgos porque implican procesos de menor exigencia.
3. *Proximidad*: Es la cercanía de los objetos en un plano visual, lo que facilita la percepción de *grupos naturales*. Como muchos principios, este alude a los procesos de organización preatentiva.
4. *Similitud*: Alude al parecido de los objetos o elementos que al identificarse como pertenecientes a una misma clasificación permiten su reconocimiento y agrupamiento.
5. *Conexión*: Efecto de relacionar por algún medio visual a los objetos. De esta manera hay un recorrido visual con sentidos unidireccionales o bidireccionales, lo que permite entender una diacronía en la narrativa; en el mismo sentido puede esta conexión crear un efecto de agrupamiento.
6. *Continuidad*: Asociado con la predictibilidad, es el efecto de seguimiento de formas, elementos o recorridos que permiten percibir y anticipar un suceso visual. Cuando los elementos generan un flujo visual de regularidad, se crea una aparente continuidad.
7. *Cercanía*: Al tener una conexión visual de proximidad, los objetos pueden ser percibidos como grupos que aun sin compartir elementos comunes forman conexiones de área.
8. *Cerramiento*: Una forma incompleta se puede definir o completar cuando el cerebro realiza la función de cerramiento. Esta función es necesaria e inevitable;

el cerebro realiza esta operación para procesar la información de manera contundente y general, sin detenerse en entender las partes por separado.

Según Shunk (2012):

El cerebro humano transforma la realidad objetiva en eventos mentales organizados como totalidades con significado. Esta capacidad de ver las cosas como un todo es una característica innata, aunque la percepción es modificada por la experiencia y el entrenamiento [...] Según la perspectiva de la Gestalt, el aprendizaje es un fenómeno cognoscitivo que consiste en reorganizar las experiencias en distintas percepciones de objetos, persona o eventos. Gran parte del aprendizaje humano se da por *discernimiento*, lo cual significa que la transformación de la ignorancia en conocimiento ocurre con rapidez [...] En la teoría Gestalt la percepción significativa y el discernimiento ocurren sólo a través de la conciencia. (p. 176)

Las leyes de la Gestalt no explican -según Shunk- los mecanismos reales de la percepción. Sus principios no son explicativos y sus investigaciones no sustentan sus predicciones. Aun así, como ha sido enmarcado al inicio de este apartado, la Teoría de la Gestalt es, sin lugar a dudas, una gran influencia para poner acento en la relevancia de los efectos asociados a la iconografía y la percepción.⁶

Teoría genético-cognitiva

Dentro de esta corriente, el aprendizaje se nutre de dos factores fundamentales: la *asimilación* y la *acomodación*. El primer factor referente a proceso de integración de nuevos conocimientos con anteriores adquisiciones del intelecto. El segundo factor, la *acomodación*, se refiere a al *acomodo*, organización o reformulación de estructuras creadas a partir del conocimiento previo a fin de crear nuevas bases. Piaget y Ausubel son representantes de esta teoría.

⁶ Para más referencias sobre el tema de la percepción consultar Neisser (1967) *Cognitive Psychology*; Sakitt y Long (1979) *Human Perceptions and Performance*; Moray, Bates y Barnett; Sperling (1965) *Experiments on the four-eared man*; y Dondis (1992) *La sintaxis de la imagen*; entre otros.

En términos generales Piaget (Gimeno y Pérez, 1993, p. 44-48) posiciona a la acción como elemento fundamental del desarrollo del intelecto. La acción adquiere una nueva dimensión en los procesos cognitivos básicos (la percepción, la memoria, sensación) y en los complejos (lenguaje, pensamiento, inteligencia) el grado de acción llevará al individuo al desarrollo cognoscitivo, luego éste dará fundamentos a las nuevas acciones que a su vez generarán nuevo conocimiento. Desde luego la acción o la actividad tendrán que ser organizadas, no arbitrarias, y de ese modo contribuir al aprendizaje. Piaget distingue cuatro factores principales que intervienen en el desarrollo de las estructuras cognitivas: maduración, experiencia física, interacción social y equilibrio.

Ausubel (Gimeno y Pérez, 1993, p. 44-48), aporta a esta teoría el argumento del *Aprendizaje significativo* el cual representa una oposición al aprendizaje *repetitivo o automático, mecánico o memorístico*. El aprendizaje significativo según el autor supone la interacción que otorga al individuo significado y sustancia. Ausubel propone dimensiones para la significatividad del aprendizaje: La *Significatividad lógica*, que es la coherencia en la estructura interna del material, la secuencia lógica en los procesos y las consecuencias en las relaciones entre sus elementos componentes. Y la *Significatividad psicológica*, referente a que los contenidos de dicho material sean comprensibles desde la estructura cognitiva que posee el sujeto que aprende (Gimeno y Pérez, 1993, p.46-49).

Ausubel refiere tres dimensiones para que el aprendizaje significativo pueda afianzarse: *la dimensión lógica, la cognitiva y la afectiva*. Y distingue también tres tipos de aprendizaje significativo:

- a) *El aprendizaje de representaciones*. En resumidas cuentas, es el aprendizaje relacionado con el uso de los símbolos y los significados. Así el individuo puede entender y generar códigos comunes y aprender mediante representaciones visuales, auditivas, etcétera.
- b) *El aprendizaje de conceptos*. Que refiere a lo que el individuo reconoce y asocia como parte de un género, concepto o grupo y asocia con otras representaciones u otros conceptos adquiridos o conocidos con anterioridad.

c) *El aprendizaje de proposiciones*. La relación con dos o más conceptos y la correlación, predicción, o asociación que el individuo realice es parte de este aprendizaje; el cual se considera el más intrincado o difícil de llevar a cabo. En este nivel de aprendizaje existe la *diferenciación progresiva* (concepto subordinado); *integración jerárquica* (concepto supraordinado) y la *combinación* (concepto del mismo nivel jerárquico). (Gimeno y Pérez, 1993, p.46-49).

Las condiciones para el aprendizaje significativo pueden dividirse en: *Material potencialmente significativo* (que a su vez podrían dividirse en Significatividad lógica y significatividad psicológica) y *Disposiciones subjetivas para el aprendizaje* (Psicología afectiva). Es decir, que el individuo que aprende recibe del material didáctico y humano las herramientas físicas y emotivas para afianzar el conocimiento y encadenarlo al saber previo en una integración derivada del intercambio.

Sin embargo, esta asimilación y acomodación no se dan de manera abrupta ni en grandes cantidades. La teoría genético cognitiva se puede ver reforzada con otra teoría, que años más adelante haría su aparición: la teoría de la Carga Cognitiva.

Teoría de la Carga Cognitiva

Según Andrade-Lotero (2012), John Sweller planteó la *Teoría de la Carga Cognitiva* en 1994⁷. Dicha teoría sostiene que el receptor cuenta con cierto límite en la capacidad de la memoria de trabajo cuando se enfrenta a una nueva información. Debido a esto el aprendizaje no será optimizado si los medios o la cantidad de información que contienen los medios de transmisión sobrecargan la información que recibirá el sujeto.

Esta carga de información se verá favorecida si es transmitida y recibida por más de un canal (auditivo, visual, etcétera), de esta manera la memoria de trabajo distribuirá la información en procesos mentales adecuados y la información podrá ser adquirida con

⁷ Otros autores de esta teoría son: Fred Pass (Rotterdam), Joroen Van Merriënboer (Amsterdam), y Richard Mayer (Santa Bárbara, California).

mayor facilidad. Esta información al ser adquirida por la memoria de trabajo o por la memoria temporal será relacionada con información previa que el individuo guarda o almacena en los esquemas previos de conocimiento y sólo será relacionada si el diseño de la información ha tomado en cuenta las características de la condición humana. (Andrade-Lotero, 2012, p. 77-78).

Según la Teoría de la Carga Cognitiva (TCC), la información que entra al cerebro está dividida en tres estructuras:

a) *la memoria sensorial*. Esta memoria recibe el estímulo de los sentidos y lo almacena por corto tiempo (entre 1 y 3 segundos). Su función es convertir los estímulos en información.

b) *la memoria de trabajo*. Esta permite retener la información por periodos cortos (15 a 30 segundos). Esta está dividida en canales independientes y coordina con el cerebro la información que es relevante y la que no.

c) *la memoria de largo plazo*. La TCC sostiene que esta memoria es ilimitada y está organizada con base en *esquemas de información*. Para que esto suceda es necesario empaquetar información, así como jerarquizarla, de tal manera que esta jerarquización y empaquetamiento derive en estos *esquemas*. Sin embargo, debido a esta cantidad ilimitada de conocimiento, los esquemas deben ordenarse mentalmente para permitir que el individuo dedique los recursos necesarios al enfrentarse a una tarea o a un conflicto.

(Andrade-Lotero, 2012, pp.77-81)

Estas tres estructuras funcionan en interrelación con la cantidad de información y el tiempo de exposición ante tal información. De manera que: cantidad de información, tiempo y canales de comunicación juegan un papel importante en combinación con las estructuras mencionadas, de tal suerte que el aprendizaje puede ser adquirido con fluidez si la combinación es eficaz.

Dice Andrade-Lotero (2012): “Como la memoria de trabajo es limitada, un exceso en la carga cognitiva es perjudicial para el aprendizaje. Por ello, los materiales instruccionales deben ayudar a reducir la carga cognitiva” (p. 81). La TCC sostiene que los materiales instruccionales, cómo se presentan estos y la capacidad del individuo para

enfrentarse a estos materiales son aspectos a cuidar en una combinación que podría llevar a una mejor comprensión del mensaje que se pretende transmitir.

Algunos teóricos de la TCC (Pass, 2003) han realizado estudios de medición a partir de la *carga mental*, *esfuerzo mental* y *el desempeño*, toda vez que consideran el constructo teórico de la Carga Cognitiva difícil de medir⁸. Así, refieren que la *carga mental* se origina de la interacción entre las *a)* características de una tarea y *b)* las características del sujeto. De acuerdo con el enunciado anterior, los teóricos afirman que puede medirse la carga mental al combinar las variables anteriores, y reportar: el tiempo en que la tarea fue resuelta, niveles de pericia y aptitudes para cierto tipo de tareas. Dicha medición podría arrojar un estimado *a priori* de la demanda y lo que se espera del sujeto. El *esfuerzo mental* puede medirse cuando se realizan tareas o inmediatamente después de terminar las mismas. El *desempeño*, por último, se entiende como los logros cuantificables del aprendiz, por ejemplo, el número correcto de respuestas, la cantidad de errores o el tiempo que ha tardado para responder un reactivo. Según los autores estos rubros pueden ser medidos al realizar una tarea o inmediatamente después.

Teoría del código dual

La teoría de la codificación dual o de dos almacenes se refiere por una parte a la *imaginería*, que son las representaciones mentales a las que el individuo no puede sustraerse. Según Shunk (2012), en estas representaciones el individuo adquiere mentalmente las condiciones físicas de los objetos o acontecimientos que guardará en su memoria largo plazo o decidirá de manera inconsciente si las retiene simplemente en la memoria de corto plazo. El registro sensorial se encarga de decidir qué o cuál información es necesario guardar en la memoria de largo plazo y así el individuo puede recordar las características principales del acontecimiento (proceso de abstracción donde se sustrae las partes importantes o esenciales), sujeto u objeto que deberá relacionar con otros similares.

⁸ para más información consultar: Pass, F., Tuovinen, J., Tabbers, H. & Van Gerven, P. (2003). Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. Educational Psychologist. Pdf.

Por otro lado, refiere la teoría del código dual a las formas textual y oral de un lenguaje, que son reconocibles por el individuo. Dichas herramientas del lenguaje, común a un grupo de individuos, se componen de reglas establecidas, de manera que el proceso de codificación y decodificación se traduce de manera eficaz.

Según la teoría del código dual, la memoria de largo plazo tiene dos medios para representar el conocimiento adquirido: Un sistema verbal que incorpora el conocimiento expresado en lenguaje y un sistema no verbal (que puede almacenar información visual, espacial, auditiva, etcétera). Ambos sistemas están interrelacionados. Un código verbal, por ejemplo, puede traducirse en imágenes y viceversa. Sin embargo, el sistema verbal es más adecuado para la información abstracta y el sistema de imágenes para las representaciones de objetos o sucesos concretos (Schunk, 2012. P. 216).

Clark y Paivio (1991) proponen la teoría del código dual bajo el argumento que mediante dos códigos se refuerza lo que el emisor quiere transmitir y que se adquiere de manera sensorial (puede ser con cualquier sentido con que podamos percibir al mundo y sus elementos, pero para la presente investigación sólo nos enfocaremos en la vista y el oído, por ser los más cercanos o relacionados con los códigos icónico y textual). En consecuencia, sus medios de salida: el habla y manifestaciones escritas e icónicas.

Paivio (1971) propuso que el conocimiento se almacena de manera verbal y visual. Cada una de estas maneras es independiente, aunque ambas este interrelacionadas (Schunk, 2012, p.185). Paivio planteó también, que las personas tienen un modo preferido para almacenar cada parte del conocimiento, el cual se activa más fácilmente que los demás (Schunk, 2012, p.185).

Los códigos verbales y los no verbales pueden complementarse y –sostienen los autores- pueden incidir en distintas tareas como la comprensión del conocimiento, promoviendo materiales de comprensión y educación. Así mismo apoyan y promueven procesos psicológicos de alto nivel (p. 149). Sin embargo, deben entenderse como dos códigos de características distintas, pues mientras el código visual es general, el código verbal puede ser arbitrario, porque nuestra forma de comunicación oral o escrita forma un cerco. Fernando Zamora escribió: “...cada lengua puede quedar reducida a una especie de *cárcel* dentro de la cual vive el hablante, y de la que no puede salir, a menos que aprenda a

hablar otra lengua, en cuyo caso se meterá en otra *cárcel* que lo encerrará igualmente” (Zamora, 2015, p. 43). La imagen o las imágenes en cambio pueden funcionar en un radio más amplio, en un radio mayor e incluso de manera global, pues, *“la imagen significa a su manera y por sí misma, no como una serie de ideas formuladas discursivamente”* (Zamora, 2015, p. 78).

El código dual evoca por tanto estructuras diferentes de asociación. Por una parte, el código verbal mantiene una estructura de referencia organizativa. En cambio, las representaciones no verbales (imágenes en este caso) pueden aludir a un mensaje inmediato y no lineal, pero con el riesgo inherente de ambigüedad, salvo cuando adquiere organización en estas imágenes en una diacronía organizada como por ejemplo en un cómic o una macroviñeta. Otra forma de enunciar esto es: que las imágenes, en tanto código no verbal, pueden dar un mensaje veloz pero poco objetivo, en cambio el código verbal puede dejar un mensaje estructurado y convencional, pero sacrificando la inmediatez. Es aquí que el código dual adquiere una importancia relevante: no importa si el texto o la imagen se superponen o se subordinan, lo relevante es la eficacia de la comunicación o el manejo del mensaje en cuanto a que las distintas estructuras asociativas se enlacen en conexiones referenciales. Según los autores esta combinación es inalienable porque al mencionar una palabra u oración casi siempre mantenemos una asociación con una imagen y viceversa: cuando observamos una imagen regularmente la traducimos en lenguaje oral (socio directo del textual).

El código dual en esta propuesta de Clark y Paivio (1991) se presenta como un vehículo de comunicación eficaz que puede reforzar el mensaje. Mensaje que incluye dos vías de acceso para cada actor y que puede mejorar este proceso de comunicación. La enseñanza alude a la comunicación y transmisión eficaz del conocimiento. Así entonces podemos observar que la relación que existe entre imagen y educación es latente y que esa simple premisa puede justificar y dar pie a una amplia investigación que se sitúa en el contexto actual y que está presente en la cotidianidad del trabajo educativo en cualquiera de los niveles escolares.

Imagen e infografía

La imagen en relación con la educación y el aprendizaje

Normalmente la información nos es de algún valor sólo si contiene material que no
conocíamos.

(Wildbur, 1998, p. 6).

La palabra refuerza a la imagen, pero esta ocupa un lugar primordial en el pensamiento, y por su atracción desplaza en ocasiones a la palabra de su lugar protagónico (2006).

Las definiciones y clasificaciones que se han presentado probablemente alcanzan para entender el término *Educación* desde lo general, sin embargo, lo que nos ocupa en esta investigación es una de esas formas muy particulares y alternas con que la educación se abre camino desde el fenómeno social: *El uso recurrente de los elementos visuales en el proceso de educar*. Elementos que dan pie a un discurso diferente, a una lectura diferente, con una sintaxis muy particular, que sin duda ofrece un terreno tan amplio como basto para la exploración y la implementación en los procesos educativos. Un campo diferente pero tan rico como el código textual, del cual se nutre y se complementa. La imagen es, al igual que el texto, insumo recurrente de la infografía didáctica. En consecuencia, debemos analizarla aquí, aún de forma superficial, para poder esbozar lo que suponemos podría ser factor de interés para la investigación.

Fernando Zamora Águila (2006), distingue dos categorías en las que divide a la imagen: imágenes sensibles (materiales) e imágenes no sensibles (imaginarias).

Las primeras son imágenes que ante nuestros ojos se vuelven objetos (una silla, un árbol, un lápiz, etcétera); que soportan también, gracias a nuestra cultura, una carga estética o funcional. Sostiene el autor que la importancia de la imagen sensible o material - o la materialidad de la imagen- está en los atributos de su materialidad toda vez que se vuelve *real* más allá de nuestra propia visión. Entonces puede medirse o pesarse; fragmentarse, destruirse, transportarse, exhibirse, copiarse, reproducirse, venderse,

comprarse, verse, probarse. Se relacionan con los sentidos. Las imágenes sensibles se muestran a nosotros tal como son. La máxima aproximación a la realidad que podemos conseguir desde la naturaleza de las cosas. Una imagen sensible es, en esencia, un *objeto* que es percibida por un *sujeto* (p.127). Según Fernando Zamora (2006), no hay una tipología general bien fundamentada que nos permita comprender la imagen sensible. Sin embargo, menciona, “el lenguaje visual puede ser correctamente explicado de manera como un sistema de valores, más que como una suma de elementos simples” (pp.127-131).

Las imágenes sensibles (derivadas de los sentidos), pueden convertirse en imágenes visuales, toda vez que, como se enunció, tienen propiedades que pueden medirse, pesarse, representarse, abstraerse. La abstracción no sólo es un convencionalismo, sino una necesidad de la mente para poder sustraer lo esencial de los objetos visuales. Así, no sólo se pueden formar pensamientos abstractos sino formarlos. El uso y creación de diagramas, mapas de flujo y de ruta; dibujos, pinturas, esculturas, son ejemplos de esto. Formas que incluyen medida y distancias convencionales (Zamora, 2006, pp. 135-136). Las imágenes sensibles son selecciones de la realidad mediante la ordenación y jerarquización de estos elementos, que se presentan a un espectador que será o no capaz de descifrar su significado, dependiendo de su repositorio visual e intelectual.

Por otro lado, Zamora (2006), llama imágenes no sensibles o imaginarias a las imágenes mentales que no son percibidas desde la realidad a través de los sentidos. Imágenes que son construidas desde nuestra experiencia pero que no son físicas o reales, ficciones o creaciones de la mente; subjetivas y que pueden ser totalmente desapegadas de la realidad (sueños, imágenes del inconsciente, objetos de la ciencia ficción, etcétera).

Michael Denis, citado por Zamora (2006), nos brinda una clasificación interesante sobre las imágenes inmateriales: Imágenes alucinatorias e imágenes relacionadas con la percepción. Vamos únicamente a enlistarlas y a describirlas de manera muy breve.

1. Imágenes alucinatorias. Que a su vez se dividen en:

- a) *Hipnagógicas*: que aparecen básicamente en estado de semi inconciencia.

- b) *Hípnicas*: Las que aparecen en los sueños (oníricas).
- c) *Alucinatorias*: Pueden ser naturales o inducidas. Se presentan mayormente en sujetos patológicos.
- d) *De aislamiento perceptivo*: Sensaciones visuales causadas por privación sensorial prolongada. Como el estar encerrado en un cuarto oscuro por un periodo prolongado.
- e) *De estimulación rítmica*: Lo que su nombre indica. Suceden durante una estimulación originada por ritmos.

2. Imágenes relacionadas con la percepción:

- a) Imágenes consecutivas: causadas por una percepción anterior inmediata. Por ejemplo, el movimiento de un ventilador que se ha observado por un lapso y que queda momentáneamente dentro de nuestra visión, aunque los ojos se hayan apartado del objeto, permitiendo percibir colores complementarios.
- b) Imágenes consecutivas de la memoria: Cuando la memoria de corto plazo trata de captar un objeto que se nos presenta con tal velocidad que es imposible reparar en los detalles, pero a la que se intenta fijar en el recuerdo momentáneo.
- c) Imágenes eidéticas: imágenes gráficas. Son visiones de objetos que se provocan voluntariamente en sujetos predispuestos. Pueden persistir en la memoria, sobre todo, cuando tienen un grado de importancia con relación a las propias experiencias del sujeto.

Al otro lado de esta clasificación están las imágenes relacionadas con la percepción. Las que se han identificado aquí como imágenes sensibles; materiales o *reales*. A estas últimas nos referiremos al hablar de las imágenes en esta investigación. No obstante que las descripciones verbales de las imágenes han hecho, por fuerza de la retórica, un puente entre las imágenes sensibles y las imaginarias, sólo nos enfocaremos a estas llamadas imágenes sensibles, materiales o reales tal como se han descrito anteriormente.

Dice Zamora (2006), con relación a la imagen en áreas de ciencia, y que se enlaza con la presente investigación:

En realidad, en la investigación científica y filosófica, se recurre a las imágenes (materiales e imaginarias) con más frecuencia de lo que está dispuesto a reconocer. Se las utiliza a ambas constantemente debido a dos cualidades suyas:

- a) Ayudan a explicar o exponer ideas.
- b) Ayudan a organizar, aclarar o formar ideas (pp.167-168).⁹

Con respecto a la imagen, en este trabajo se entenderá el uso de la imagen con relación a las llamadas imágenes sensibles o materiales, toda vez que la materia que nos ocupa (Química Orgánica), requiere de la objetividad de los datos convertidos o representados a través de las imágenes sensibles o materiales como se han descrito anteriormente.

Con respecto a la imagen, dice Piaget: “Existe un verbalismo de la imagen como existe un verbalismo de la palabra, cuando se olvida de la primacía irreductible de la actividad espontánea y de la investigación personal y autónoma... La operación es irreductible a las formas perceptivas o imaginadas” (Gimeno y Pérez 1973, p.44).

Lo que sugiere la aproximación de Piaget es la consideración de las imágenes como una forma de comunicación primigenia e inalienable al hombre, en consecuencia, un código natural y eficaz de comunicación. El lenguaje de la imagen entendido como autónomo, separado del lenguaje de las palabras, puede apreciarse no sólo desde la parte comunicacional sino de la esencial e irreductible para el ser humano. Sin embargo y de acuerdo con Giménez sobre lo que Piaget enuncia, éste defiende la primacía de la actividad orientada, organizada, no una actividad arbitraria, ciega, sin sentido (Gimeno y Pérez, 1973, p.44).

⁹ A este respecto, Alberto Cairo (Másters del Área en Información Digital UPF-BSM, 2017, minutos 14-15), menciona que, cuando una exposición trae insertos gráficos se vuelve más convincente. Según Cairo, hay gente que ha dicho “Tenía un gráfico y me pareció más científico”.

En este sentido Maite Pró dice:

Hay un tema que siempre me ha interesado mucho: el uso de la imagen en el campo educativo. Tal como lo entiendo yo, éste se apoya en tres pilares: el primero hace referencia a *la lectura de la imagen y a los audiovisuales*; el segundo más ligado a la didáctica, a *la situación de los audiovisuales y la alfabetización visual en educación*; y el tercero a *los estilos y las estrategias de aprendizaje durante el tratamiento de la información*. Este último es un factor bastante complejo de conseguir por parte de los alumnos dentro del proceso de enseñanza aprendizaje ... Nuestros alumnos están acostumbrados a ver muchas imágenes fuera de nuestros colegios, mientras que en éstos predominan todavía la comunicación verbal y escrita. Los recursos iconográficos, que, por otra parte, ayudarían a entender más la información que se utiliza en las escuelas, están bastante desaprovechados... Cuando la imagen se pone al servicio de una pedagogía activa, se consigue que los alumnos tengan una actitud investigadora, crítica y reflexiva. (Pró, 2003, pp.23-24)

Por su parte Iñigo (2013) comenta:

En los sistemas educativos el desarrollo de métodos para el aprendizaje visual es prácticamente ignorado, la opinión de lo que es apropiado o efectivo visualmente se abandona en favor de la apreciación subjetiva del receptor y el emisor sin apenas intentar comprender, al menos, algunos niveles prescritos de lo que llamamos alfabetización en el modo verbal. Indica que probablemente, esto no se debe tanto a un prejuicio como a la convicción de que es imposible el empleo de cualquier metodología para alcanzar la alfabetización visual (En Noyola y Ponce, 2013, p.55).

La imagen nutre a la percepción y ha sido objeto de múltiples estudios, y sin embargo poco implementado en el ámbito de la pedagogía o de la didáctica. La visión es un factor que nos interesa por el grado de atracción que puede lograr y el camino que enmarca para la atención y la comprensión. Cita Alberto Cairo (2011): “La visión es rápida, pero la razón es lenta”, escribió el neurocientífico Antonio Damasio: “el cerebro humano es un cartógrafo nato”. (Cairo, 2011, p. 162). Según Cairo, Charles Darwin afirmaba a su vez que el ojo como órgano regulador de luz y de focalización; con

capacidad para captar diferenciar tonos y colores parecía una prueba divina y no de la casualidad (Cairo, 2011, p. 164).

Lo que el ojo capta puede quedarse en la memoria temporal pero también en la de largo plazo dotando al cerebro de un archivo mental icónico que puede después recuperar para relacionar formas en su totalidad o de manera parcial. El aprendizaje no se presenta únicamente en el ámbito de lo textual, se nutre de varias disciplinas y de varios saberes, de igual manera dejamos por entendido que la parte afectiva y de los conocimientos previos condiciona el saber de un individuo, quien a su vez se identifica como un ser social y arrastra su historia que, al final, forma un cerco en su manera de ser y de pensar. Podemos entonces, relacionar al aprendizaje –que luego devendrá en la educación- con un quehacer tan remoto como el hombre mismo: la representación iconográfica de la realidad que el ser humano percibe y experimenta. El ser humano es un *ser visual* por naturaleza (Berger, 2002).

Desde los albores de la humanidad los seres humanos se organizaron para la caza y la recolección apoyados en elementos visuales, en pictogramas rudimentarios, mucho antes de que el lenguaje escrito hiciera su aparición. Los hombres de las cavernas dominaron sobre otras especies a través de la organización, mediante un lenguaje incipiente pero efectivo: el lenguaje de las imágenes. Dice Boehm (2017): “El ser humano es aquel que le gusta hacerse de una imagen. Todos poseemos una naturaleza icónica. Aun cuando la hayamos olvidado” (p.23).

A través de la historia, podemos encontrar un sinnúmero de ejemplos relacionados con el lenguaje de la imagen, no sólo en el terreno de lo organizacional primitivo, sino de lo ornamental o de dominio. Un ejemplo de ello es la llegada de los europeos al nuevo continente. Los españoles durante y después de la conquista pusieron especial atención en educar a los *indios* por medio de las imágenes de su dios, de los santos, de la religión conquistadora. Era posible que el lenguaje oral y escrito fuera una limitante entonces, pero las imágenes eran sin duda un apoyo elemental para la comunicación entre conquistadores y conquistados, quienes a su vez y previo a la llegada de los españoles tenían registros visuales llamados ahora códices.

Hoy nos educamos para manejar dispositivos electrónicos, para conducirnos por una ruta, para seguir indicaciones de manera intuitiva a través del aprendizaje informal. En gran parte de las ocasiones, no podríamos enunciar a ciencia cierta qué dicen las señales o las imágenes, pero las interpretamos sin tanta dificultad. En el lenguaje icónico, a mayor nivel de abstracción vendrá una respuesta más rápida. Lo abstracto se vuelve *universal*, pero pierde su naturaleza.

Es así como muchas veces nos educamos en la imagen desde lo cotidiano: de manera intuitiva, sin instrucción organizada pero efectiva. Las imágenes se han vuelto “parlantes”, porque están ciertamente cargadas de información. Sin embargo, el estudio sobre la imagen en la educación apenas se ha desarrollado en el siglo pasado y en el presente, desde un discurso científico y filosófico. “Sólo hasta hace poco se ha comenzado a trabajar en el proyecto de los *estudios de la imagen*, en tanto que el lenguaje se ha congratulado de tener un constante debate discursivo desde la Antigüedad” (Boehm, 2017, p. 47).

Las imágenes, desde hace muchos años, se han convertido en instrumentos que permiten y facilitan la adquisición del conocimiento como no lo podría hacer el lenguaje escrito: en una cartografía, en una gráfica, en un pictograma, en una tomografía, una resonancia, imágenes espaciales; en códigos de forma y de color.

La educación y el aprendizaje de la mano de las imágenes se han favorecido de manera sustancial a través de los medios de representación y reproducción que hoy, como nunca antes, están al alcance de la mayoría de los seres humanos.

La infografía en la educación

Las representaciones visuales de información pueden considerarse artefactos cognitivos, ya que complementan o refuerzan nuestras habilidades mentales

(Meirelles, 2014, p. 11).

Una vez revisadas de manera breve las teorías anteriores podemos abordar una segunda cuestión: ¿qué relación guarda la infografía con la educación?

Inicialmente y para esbozar una posible relación debemos plantear lo siguiente: El proceso educación-aprendizaje es un conjunto de relaciones que puede abordarse desde un sinfín de puntos de partida o de aristas. Una de ellas tiene que ver con los recursos pedagógicos del docente. Uno de estos recursos, a su vez, tiene que ver con la creación y empleo de material didáctico, material que ayuda a este proceso pedagógico.

Desde preescolar hasta la educación de posgrado podemos encontrar una gran cantidad de materiales didácticos relacionados con la imagen que es, ante todo, un lenguaje distinto al textual, y sin embargo íntimamente relacionado con éste. A pesar de esta abrumadora cantidad de imágenes, no hay una aplicación objetiva en el uso de las mismas para los diferentes temas que el docente debe y puede tratar. Las imágenes en los libros de texto son, en la mayor parte de los casos, imágenes relacionales u ornamentales, que se quedan sólo en el nivel de acompañamiento del código textual.

Se ha contemplado desde el inicio de este documento un recurso que tiene que ver de manera directa con el rubro de lo iconográfico, pero que a diferencia de las imágenes que contienen los libros de texto, dentro de una infografía estas imágenes buscan traducir los datos en elementos visuales atractivos y comprensibles. La infografía tiene relación directa con la imagen y con el texto como elementos de convivencia en función y beneficio de un mensaje directo y visualmente *digerible*.

La infografía ha sido una herramienta utilizada como soporte de textos escritos y visuales por diferentes medios, tanto electrónicos como impresos. Utilizada también, desde mediados del siglo pasado, por medios editoriales de información o divulgación, para facilitar la rápida lectura y entendimiento a los lectores promedio. El aporte de la infografía

se pone de manifiesto al emigrar de los medios impresos a los medios digitales; de los periódicos y revistas a los libros de texto, escolares o literarios. Lo que caracteriza pues a la infografía es ese conjunto de datos textuales, que se conjuga con un elemento detonante por naturaleza que es la imagen. La infografía ha sido definida por Alberto Cairo (2011) como *El Arte Funcional*.

Somos animales visuales dice Cairo: “eso influye en la manera en cómo nos expresamos [...] En nuestro interior *ver* y *entender* son procesos entreverados y casi indistinguibles. Entendemos porque vemos y [...] esa relación causal también funciona a la inversa *vemos porque somos capaces de entender*” (2011, p. 14). Las imágenes significan, se convierten en símbolos y representaciones para todos nosotros, dependiendo de nuestra experiencia. Estos símbolos no obedecen a ningún patrón universal, lo que significa una cruz para un cristiano significará otra cosa para el matemático, para el ingeniero civil. Las imágenes forman parte de esta manera del aprendizaje significativo, sin embargo –las imágenes- no son sino apenas el vocabulario de un lenguaje con gramática y sintaxis; un medio no un fin en sí mismas” (Cairo 2011, p. 18).

La relación pues, no puede ser más evidente: si los medios impresos, digitales y mercadotécnicos han obtenido resultados alentadores para captar a un público amplio, no se puede descartar a la infografía como un medio didáctico que detone la atención gracias a sus códigos naturales (color, forma, textura, contraste), que facilite la comprensión sobre un tema, aludiendo a elementos reconocibles o familiares para casi todos los estudiantes. No puede descartarse a la infografía didáctica desde el simple hecho de que hemos emigrado hacia una sociedad visual, que nos ha rodeado y obligado a decodificar los mensajes visuales que habitualmente manejábamos, aunque casi siempre esta decodificación se realice desde una interpretación muy particular, de manera interna y sin necesidad de un razonamiento complejo. Al respecto dice Wang:

A diario y de manera constante estamos bombardeados por información procedente de periódicos, revistas, publicidad exterior, televisión y radio, teléfonos móviles e internet. Pero sólo una pequeña parte de esta información merece ser procesada, entendida y reclamar a la gente que le preste más atención (Wang, 2015, p. 17).

Diversos autores han escrito acerca de este lenguaje y sus posibilidades de transmisión en diferentes niveles de comprensión (Zamora, 2015). Luego entonces, si existe una comunicación estructurada, organizacional y con sustento en el lenguaje visual puede existir la posibilidad de educación y por ende aprendizaje a través de las imágenes.

Para entender mejor esta relación vamos a caracterizar a la infografía desde la perspectiva de algunos expertos en el área.

¿Qué es una infografía? En búsqueda de una definición

“Dado que la visualización de datos tiene poco más de doscientos años [...] tanto su vocabulario como su sintaxis están aún en desarrollo. Por eso es tan importante experimentar con formas visuales poco comunes, aun a riesgo de equivocarse” (Cairo, 2011, p. 223).

La infografía impresa impone duras restricciones: implica alcanzar un equilibrio entre lo que se *quiere* contar y lo que se *puede* contar. (Cairo, 2011, p. 53).

Antes de entrar en este apartado, es necesario diferenciar entre *visualización de datos*, *visualización de la información* e *infografía*. Aunque no hay una definición concreta de las tres clasificaciones se debe contextualizarlas, aun de manera breve, antes de entrar al terreno de la definición acerca de la infografía. Como esta última será tratada a profundidad en este apartado, es necesario hacer un breve repaso sobre las dos restantes.

La visualización de datos se refiere justamente a hacer visible y clara la información que a veces se nos presenta de forma extensa, en forma de dato. Por ejemplo: las coordenadas o latitudes y longitudes dentro de un mapa de geolocalización. La visualización de datos es la representación gráfica de información parcial o datos que pueden estar contenidos por ejemplo en una gráfica de barras, de pastel, de fiebre, de coropleta, incluso en una cartografía. La visualización de datos nutre a la infografía, es un elemento que recurrentemente aparece en ella, pero no es una infografía.

La visualización de la información sí puede ser una infografía toda vez que se nutre de diferentes datos asociados que permiten una mejor comprensión de lo que se observa. Por ejemplo (regresemos al tema de las coordenadas de geolocalización): si se añade información a esta geolocalización o coordenadas dentro de un mapa o una representación territorial se da también mayor información al receptor, mayores referencias que puedan hacer los datos más comprensibles para quien o quienes observan. Esta es la *visualización de la información*.

Luego de esta breve diferenciación, veamos algunas definiciones de la infografía de manera general, para observar posteriormente, de manera específica, cómo es que se relaciona con el ámbito de la educación.

Para caracterizar a la infografía se citan en este documento las opiniones de teóricos y practicantes de esta disciplina, quienes la definen a través del resultado de un quehacer cotidiano, y a que falta de literatura que les permita argüir una definición estandarizada enmarcan definiciones propias.

Una primera definición apunta que:

En esencia, las infografías son visualizaciones en las que los gráficos (ilustraciones, símbolos, mapas, diagramas, etc.) comunican, junto con el lenguaje verbal, una información que no podría comunicarse de ningún otro modo ... Las infografías son uno de los resultados posibles dentro del amplio campo del diseño de la información. (Meirelles, 2014, p. 11).

La segunda definición es de Alberto Cairo:

La infografía y la visualización no son ni arte ni diseño gráfico. Unidas constituyen una nueva disciplina profesional que aúna recursos provenientes de una gran cantidad de áreas: el periodismo, el diseño gráfico tradicional, la cartografía, la estadística, la arquitectura de información, etcétera ... Desde un punto de vista académico, la infografía y la visualización de datos deben comenzar a ser analizadas con herramientas conceptuales de la Psicología de la percepción y de las ciencias cognitivas, y no tanto con las que proceden de Humanidades, las teorías de la comunicación de masas y los estudios culturales. Sólo de esa forma será posible desarrollar un cuerpo teórico que oriente la práctica de la profesión. (Cairo, 2011, p. 242)

La infografía es un término ambiguo, que toma su acepción de la actividad surgida en la prensa escrita a mediados del siglo pasado (Smiciklas, 2012); su definición como vocablo es tema de controversia hasta el día de hoy (Zarracina, 2015). Sus funciones informativas y estéticas se han decantado al paso del tiempo; sus definiciones particulares

han cambiado a medida que surgen nuevos descubrimientos y recursos de los cuales se vale. Es una actividad propia del devenir histórico, acompañante de la raza humana desde las primeras fases de la comunicación sin embargo poco se ha dicho sobre ella como disciplina formal. La infografía es un término relativamente nuevo. Acuñado por el mundo editorial desde la segunda mitad del siglo pasado, hace referencia al uso de la imagen y texto de manera organizada para proveer al usuario de información dentro de un medio, formato, sustrato o soporte determinado; puede ser tradicional o digital.

Para algunos autores la infografía es una acronimia de las palabras *Information Graphics* (infographics), aunque para otros no tenga mucho sentido. Mark Smiciklas (2012) acerca de la infografía dice: “an infographic is defined as a visualization of data or ideas that tries to convey complex information to an audience in a manner that can be quickly consumed and easily understood (...una infografía se define como una visualización de datos o ideas que intenta transmitir información compleja a una audiencia de una manera que pueda ser rápidamente consumido y fácil de entender), (Smicklas, p.1).

Sin embargo, para Valero Sancho (2000): “ni el vocablo *info* viene de informática ni *grafía* viene del concepto de animación gráfica, puesto que hay otras formas en el periodismo que también lo son” (p.1). Alberto Cairo (2014) en cambio, ubica a la infografía y a la visualización en extremos opuestos y dice que si predomina en el espacio visual la imagen entonces debe entenderse como infografía, en cambio, si en el soporte predomina más la información de cualquier otro código debe entenderse como *visualización de datos* (p.33).

Cierto es que la infografía se desprende del gran *campo* del Diseño gráfico y de su rama de Diseño Editorial. Ciertamente también que la infografía en las últimas décadas ha merecido una mención y estudio especial, gracias a los resultados que ha tenido en el mundo de las publicaciones impresas en el siglo pasado y en el presente también en el ámbito digital. Al respecto de su origen Meirelles menciona:

La comunidad de diseño gráfico utiliza de manera predominante dos términos para referirse a las visualizaciones de la información: infografía y diseño de la información. En esencia, las infografías son visualizaciones en las que los gráficos (ilustraciones, símbolos, mapas,

diagramas, etc.) comunican, junto con el lenguaje verbal, una información que no podría comunicarse de ningún otro modo. Son infografías tanto las primeras ilustraciones del cuerpo humano como las representaciones modernas de cómo funciona el cerebro; tanto los primeros mapas y horarios de tren como el emblemático mapa del metro de Londres [...] Por otro lado, el diseño de la información se utiliza para describir las prácticas de diseño en las que el objetivo principal es informar, a diferencia de los enfoques persuasivos empleados en la publicidad. Las infografías son uno de los resultados posibles dentro del amplio campo del diseño de la información. (Meirelles, 2014, p. 11)

Hasta mediados del siglo pasado casi nadie hablaba de la infografía y hasta finales del mismo siglo, muchos conocían el quehacer o el producto, pero difícilmente podían definirla. Hoy, todavía, parece complicado acuñar una definición que pudiese englobar el quehacer de la infografía de manera integral.

En sentido estricto casi todo podría ser una infografía dado que casi cualquier gráfico tiene una carga informativa intrínseca. Sin embargo, debemos atender a las definiciones que enmarcan quienes han tomado a esta actividad como una herramienta de comunicación que aglutina diversos quehaceres y conocimientos. Una actividad que tiene relación directa con nuestras formas de expresión y comunicación, actividad que alude a códigos visuales y textuales que son comunes a un grupo, a una comunidad, a una nación, probablemente a una población universal. La infografía, como soporte de comunicación, depende del grado de aceptación de los códigos naturales o convencionales. Como elemento visual depende de lo atractivo del diseño y de la formación y posicionamiento de los elementos dentro del espacio del soporte.

De acuerdo con Isabel Meirelles:

El diseño gráfico en general y el diseño de información en particular dependen de los procesos cognitivos y de la percepción visual y no sólo para su creación (codificación). Si el proceso de decodificación falla, la visualización falla. Entender los límites y las capacidades de la cognición y de la percepción visual es una parte esencial de la manera en que visualizamos la información. (Meirelles, 2014, p. 9)

La relación que guarda esta afirmación con las teorías que se proponen (Teoría de la Codificación Dual, Teoría de la Carga Cognitiva, teoría Gestalt) es evidente sólo cuando puede apreciarse en la elaboración y el resultado del material en cuestión: *la infografía*. Sin la consideración de estas teorías, un material didáctico educativo probablemente carecería de la eficacia que busca un apoyo pedagógico.

Por otra parte, Krauss (2012) presenta una definición interesante: “Una infografía son exhibiciones visuales de la información... Visualmente una representación convincente ... que utiliza conjuntos de datos más allá de lo convencional. La yuxtaposición de esos conjuntos de información refiere a una historia más compleja” (p.10). Lo que presenta Krauss es un esquema de interpretación de lo que la infografía moderna es: la conjunción esquematizada de elementos lingüísticos y no lingüísticos que jerarquizan la información para que sea mucho más sencilla e impactante en términos de percepción.

Wang (2015), por su parte, enmarca una clasificación (muy somera) de la infografía más que una definición, aun así, vale la pena citarlo aquí.

Dice Wang:

El diseño de la visualización de la información basado en diagramas o gráficos para mostrar el contenido puede dividirse en dos tipos: el diseño de visualizaciones de datos ... y el diseño de visualizaciones ilustradas ... El primero se caracteriza por mostrar datos, mientras que el segundo se centra en combinar la ilustración con el texto para presentar un tema. (Wang, 2015, p. 18)

Aunque esta afirmación parece decir que la parte funcional o estética puede dividirse o relacionarse en función de un objetivo, es un tema crucial dentro de la visualización de la información, porque el factor del equilibrio textual e icónico dentro del formato depende de la carga cognitiva adecuada para cada lector o público meta. Como veremos más adelante las imágenes pueden clasificarse de acuerdo con su uso y funcionalidad. Lo cierto es que más allá de lo ornamental, la infografía busca comunicar

datos complejos a través de diagramaciones, representaciones y textos cortos que aluden a una comprensión general de una situación, evento o un proceso. Con respecto a lo anterior dice Wang:

La información es el núcleo de la supervivencia en las redes sociales como en la vida real; ... El diseño de infografías puede romper la fatiga visual, describir la información de manera agradable y entendible, mejorar la transmisión de mensajes y conseguir un cierto nivel estético. También puede hacer que los textos sean más amigables y que los datos científicos sean menos intimidantes. (Wang, 2015, p. 28)

Una aproximación de Peter Wildbur al tema, contenida en el libro *Infográfica*, nos acerca a la definición de la infografía sin que sea mencionada de manera directa (como se ha referido la infografía también es llamada por algunos autores *diseño de la información o visualización de datos*). Dice Wildbur:

El diseño de la información en el sentido más amplio consiste en la selección, organización y presentación de la información para una audiencia determinada [...] como disciplina tiene como función primordial la comunicación eficiente de la información, y esto implica una responsabilidad de que el contenido sea correcto y objetivo en su presentación. (Wildbur, 1998, p. 6)

Para Rosana Larranz (2010), las infografías “son más sintéticas que los vídeos, más narrativas que un esquema, más atractivas que las tablas de datos, más exploratorias que las presentaciones tradicionales y, a diferencia de los textos escritos, permiten visualizar la información que presentan” (en Muñoz, 2014, p. 38) y como posible origen de las infografías se retoman a los jeroglíficos del Antiguo Egipto.

Una última definición acerca de la infografía: “La infografía es un conjunto de estructuras enunciativas de características textual e iconográfica, que expresan un contenido referente a un acontecimiento particular, transformándolo en saber público” (Reinhardt, 2011, p. 48).

Nos atrevemos a asegurar que la mayoría -si no la totalidad de las definiciones-, nos acercan a entender que la inclusión (en ocasiones el predominio) de las imágenes en el soporte infográfico no desplazan la lectoescritura, sino que la redefine (en una lectura no lineal, y que puede propiciar la *atención fragmentada*), permitiendo una nueva forma de lectura, incluso tan o más enriquecedora y atractiva para ciertos sectores de la población lectora.

Podríamos concluir, luego de analizar estas definiciones, que: *la infografía es una rama del diseño de la información, de naturaleza textual e icónica, con unidad de sentido, que permite expresar un proceso o un suceso complejo en una narrativa sintética y sencilla, transformándola en saber público.*

Una definición que podría servir como sustento y aportación del presente documento; que abre la posibilidad para dejar la base sobre el origen y el quehacer del término.

Veamos entonces... ¿qué se ha escrito sobre la infografía?

Breve marco literario

Revisión de la literatura sobre la infografía

Hasta el año de 1999, J. M. De Pablos, catedrático de Periodismo de la universidad de La Laguna, Tenerife, acerca de literatura que abordase el tema de la infografía escribió: “No existe en castellano libro alguno sobre esta materia, lo que da idea de su novedad” (De Pablos, 1999, p.5).

En este mismo sentido Reinhardt apunta:

El diseño de la información (en la que se encuadra la producción infográfica) se presenta como una disciplina relativamente nueva. En la década de los años 90, empieza a reclamar su autonomía, al separarse de las ciencias de la información, la documentación, la comunicación, el diseño gráfico, y de la arquitectura, para desarrollarse en forma transversal a todas ellas. (Reinhardt, 2011 p.7)

Bajo estas premisas citamos en el presente apartado publicaciones relevantes encontradas sobre el tema de la infografía, toda vez que es el elemento medular -quizá la unidad de análisis- a considerar en la presente investigación.

La infografía es un recurso visual utilizado con recurrencia casi ineludible en los medios editoriales, tanto impresos como digitales. Su definición es tan amplia como ambigua, y sin embargo en el ambiente de los medios publicitarios e impresos la infografía es un elemento plenamente identificable. Contraria a su ambigüedad descriptiva, es inconfundible a la vista.

Aunque su aparición como recurso editorial se registra hace más o menos doscientos años¹⁰, no es sino hasta la mitad del siglo pasado cuando – en gran medida

¹⁰ Es cierto que a lo largo de la historia del arte aparecen ejemplos similares al material infográfico (los dibujos de Da Vinci sobre anatomía humana o funcionamiento de sus máquinas, por ejemplo), sin embargo no era una práctica habitual, ni había parámetros similares que pudiesen ubicarlos como una disciplina.

gracias a los avances tecnológicos- la recurrencia de la infografía editorial cobra una fuerza colosal.

Este elemento de apoyo visual aparece formalmente en la década de los sesenta con las ediciones periódicas del *Sunday Times*, de la mano del editor Peter Sullivan. Antes, el diario New York Times había comenzado con algunos esbozos infográficos al igual que otras ediciones como las de la revista alemana *Der Spigle*; sin embargo, eran apenas los inicios. Muchos de los artistas aprendieron de estas aplicaciones gráficas y su impacto visual, y comenzaron a explorar nuevas formas de representación, como la ilustración isométrica, que basa su iconicidad en la falta de una perspectiva cónica o puntos de fuga, utilizados para representar profundidad en los diferentes planos. Desde su aparición formal como medio gráfico la infografía ha contado con impulsores notables y grandes creativos como Ashwell Wood y Nigel Holmes¹¹ (Cairo, pp. 76-77). Wood aparecía de manera regular en la revista juvenil *Eagle*, en la década de los cincuenta. Su aportación y la de varios artistas británicos era una variante gráfica que ofrecía lo que a simple vista no podía apreciarse: capas ocultas de un barco, de un avión, de la superficie terrestre, estructuras de trenes, de edificios, de minas, viajes espaciales, las vísceras de cualquier elemento que pudiese diseccionarse de manera gráfica. El recurso visual empleado por los ingleses dio un referente importante para la infografía moderna.

Otros diarios y revistas adoptaron rápidamente este recurso (*USA Today*, *Il corriere di la Sera*, la revista *Time*) porque aparentemente refrescaba las ediciones y las volvía más atractivas. Así, en la segunda parte del siglo pasado y hasta el presente la infografía ha sido objeto de estudio como recurso formal, entre otras cosas porque gracias a ella la industria editorial y particularmente la prensa escrita han tenido una herramienta de aplicación visual que ha favorecido su supervivencia (Valero, 2000, p.1). En España, en la década de los noventa, se crearon equipos infográficos especializados en función de las publicaciones periódicas: *El Mundo*, *El País*, *El Sol*; implementaron la parte gráfica como elemento recurrente de sus ediciones. El país ibérico a través de sus artistas fue especializándose en el ramo de la visualización de datos.

¹¹ Nigel Holmes (nacido el 15 de junio de 1942, en Swanland, England) es un diseñador gráfico inglés-americano, creativo y teórico del diseño que enfocó su trabajo en el diseño de la información y la visualización de datos. Ashwell Wood (1920-1994) Ilustrador inglés que se destacó por sus representaciones detalladas para la visualización de datos.

Sin duda los programas de ilustración y edición digitales, así como los medios de salida y difusión, han posibilitado la llegada de la era visual y el *boom* de imágenes en la que estamos inmersos hoy. El conjunto de estos elementos fue el verdadero detonante para la aparición de la infografía moderna. De súbito la visualización de datos se expandió hacia otros terrenos como la publicidad y el diseño gráfico. Hoy podemos ubicar esta disciplina incluso en los diseños de tercera dimensión o de la animación. La infografía se convierte en un elemento recurrente en las ediciones impresas y en las digitales.

Autores como Peter Wildbur & Burke (1998), Alberto Cairo (2011), Valero Sancho (2000, 2014), Joseph Polman & Gebre (2015), Charee M. Thompson (2015), Javier Zarrachina (2015), Fernando Baptista (2011), Susana Morín (2016), Wang Kai (2015), entre muchos otros han tratado desde diferentes ángulos este tema, que sigue creciendo en posibilidades técnicas –tanto como los avances y nuevos dispositivos lo permiten- y creativas. La infografía se considera una rama del diseño editorial, pero como se ha señalado, fue adoptada de manera paulatina por las diferentes áreas del diseño gráfico y la publicidad.

En los últimos treinta años se han escrito diversos libros y artículos científicos sobre la infografía o la visualización de datos, donde la filosofía de la imagen y los recursos creativos se ramifican en los diferentes radios de estudio y acción. Los primeros documentos que se acercaban y definían a la infografía como una rama del diseño gráfico o periodístico aparecieron en la década de los noventa, mayormente en libros donde se recopilaban los más destacados ejemplos de una disciplina novedosa y un campo de acción poco explorado. En ellos lo procedimental dominaba sobre la teoría del lenguaje de la imagen, convirtiéndose así las primeras ediciones en recorridos descriptivos más que analíticos. Por la naturaleza práctica de la infografía la mayoría de los primeros exponentes gráficos¹² dejaron sólo su trabajo como testimonio de un quehacer que asomaba a lo profesional y que comenzó como un oficio.

¹² Alejandro Malofiej, Peter Sullivan, John Grinwade, Frank Soltesz, George Rorick, entre otros.

Uno de los primeros libros que en la década de los noventa abordó el tema de la infografía fue el de Peter Wildbur & Burke¹³ (1998), en él hace una breve introducción a la fenomenología iconográfica y metodológica para la creación del material visual. Presenta casos reales y los divide en tres secciones para su comprensión y seguimiento: la presentación de la información como sistema organizado de hechos y datos; la presentación de la información mediante un recurso gráfico y el diseño de sistemas de control, es decir, la salida de la información. El ejemplar impreso se enfoca en lo procedimental más que en los elementos conceptuales desde una base teórica sólida.

Al término de la década de los noventa y principios del siglo veintiuno las ediciones impresas que abordaban el tópico de la infografía lo hacían generalmente bajo el mismo orden¹⁴: una breve introducción al tema, seguida por ejemplos de aplicaciones en lo editorial y rara vez en lo digital, salvo para darle salida impresa. No obstante, los trabajos mostrados en las ediciones y sus respectivas metodologías eran analizadas y justificadas superficialmente desde las teorías expuestas por autores como Gillian Scott (1992) y Donis A. Dondis (1973), quienes proponen una especie de *sintaxis visual* para justificar los elementos compositivos dentro de un espacio determinado, y que hasta ahora toman como referente básico quienes emiten mensajes visuales.

La necesidad de teorizar sobre el trabajo práctico y visual de la infografía se va volviendo cada vez más palpable. Ya no se trata sólo de la propuesta metodológica, sino de mirar el quehacer combinado de los elementos y de los actores que inciden en las propuestas visuales. José Luis Valero Sancho reflexiona sobre la necesidad de contemplar el proceso creativo con sumo cuidado, y las ventajas o desventajas de contar con los avances y soportes tecnológicos que pueden confundir, sobre todo, al artista visual y hacerle caer en el error de convertir a las ediciones en un soporte con elementos más ornamentales que funcionales (Valero, 2001. Pp. 1-9). Alberto Cairo (2014) e Isabelle Meirelles (2014) en la misma década comienzan sus publicaciones con una historia ligera

¹³ Como muchos otros, este libro presenta una introducción al mundo de la infografía partiendo de una breve cronología y su incidencia en los ámbitos editoriales y de diseño. Esta estructura en general no es muy diferente de casi todos los ejemplares impresos.

¹⁴ *La infografía de Prensa y La infografía: técnicas, análisis y usos periodísticos*, de Valero Sancho; *Newspaper Graphics* de Sullivan; *La infografía periodística* de Abreu Sojo; *Infototal, inforrelato e infopinzel. Nuevas categorías que caracterizan la infografía como estructura informativa* de Borrás y Carita, etcétera.

de la infografía para después hacer un breve recorrido teórico filosófico, continuar con propuestas metodológicas para la realización de los soportes visuales y analizar ejemplos de artistas y creativos sobre todo en el ámbito editorial. No obstante Cairo centra la atención en la visualización interactiva de la información de prensa, motivado como otros autores por la innovación tecnológica.

En los últimos años Kai Wang (2015) compendia en un libro el trabajo de varios autores infográficos y los describe desde la perspectiva de los elementos que las conforman. Así, comienza clasificando: los tipos de infografías, los datos agrupados, las gráficas de datos en bruto, datos de series temporales, datos multivariados, diagramas ilustrados, gráficos de mapa (según algunos autores la cartografía fue predecesora de la infografía), efectos de volumen y profundidad, algunos elementos sintácticos visuales aislados, representaciones icónicas contenidas en las infografías, la visualización de datos, la visualización ilustrada; y finalmente dedica un apartado a las técnicas más comunes para realizar una infografía eficaz, antes de analizar los diferentes ejemplos incluidos en el resto de la publicación. Los autores y creadores infográficos se pierden en una lista inagotable, en un lenguaje propio del siglo XX, por ende, de reciente exploración como código de comunicación. La teoría de la imagen y sus elementos sintácticos dentro de las publicaciones actuales hablan de una reflexión sobre los procesos de comunicación, regulados o propuestos desde las diferentes consideraciones disciplinares.

En términos de filosofía y teoría sobre la visualización de datos, varios artículos¹⁵ – la mayoría de ellos publicados a partir de la última década del siglo XX – profundizan sobre el tema de la utilización de la imagen en los soportes infográficos. Sobre ambos temas se encuentra la cuestión de regular o establecer códigos señaléticos, semióticos, sintácticos y comunes para cada segmento, para cada público receptor¹⁶. Sin embargo, los diferentes artículos –por cuestiones de espacio- tratan a los elementos por separado y se puede leer entre líneas la necesidad de regularizar el uso de los elementos de un lenguaje que no acabamos por definir. Sobre el que no acabamos de teorizar. Ningún libro hasta

¹⁵ Hasta ahora se aborda el tema de la visualización de datos en artículos o videoconferencias más que en libros. En éstos predomina la parte visual más que la teoría de la construcción y conceptos formativos de la infografía.

¹⁶ Oscar Hernández Muñoz y Ana Rosa Barrio de Santos. Sobre ellos más tarde.

ahora que hable ampliamente de la teoría de la imagen o las regulaciones sintácticas en el soporte infográfico.

Encontramos de nueva cuenta autores como Valero Sancho (2000), quien reflexiona sobre el devenir de la infografía de prensa haciendo un recorrido teórico para someter a la misma a sus antecedentes y precedentes. Intenta definir sin profundidad el término infografía (esboza un planteamiento sin una teoría sólida)¹⁷ y describe el quehacer editorial de la visualización de datos. Enlista una serie de características que definen a la infografía, y sin embargo, esta lista es cuestionable, porque afirma –entre otras cosas- que la imagen debe considerarse como un elemento de segundo plano, al servicio del texto. Una infografía, según Valero, es un elemento en esencia informativo y no ornamental. Luego reafirma la importancia de la prensa como generadora de la infografía, también un tema cuestionable. Sin embargo, coincide con otros autores en la importancia del conocimiento previo para poder comprender los mensajes codificados que aparecen en formas visuales y textuales dentro del espacio infográfico (símbolos, formas, grados de iconicidad, códigos informales, estereotipos visuales, etcétera). Coincide también en la necesidad de empleo de signos, íconos y texto de manera regulada para que el receptor no dependa de información adicional para comprender una información contenida en un soporte visual. Años más tarde (2014) regresará Valero sobre la teoría de la infografía en un artículo sobre la visualización de datos, lo hace ahora desde el punto de vista comunicativo y se aleja de lo puramente periodístico. Así, en la segunda decena del siglo XXI comienza a verse a la infografía desde un punto de vista integral, a diferencia de lo que en un inicio se consideró: la imagen al servicio de lo escrito, en un soporte donde la información textual debía predominar sobre lo artístico. Se busca en los estudios recientes comprender fenómenos asociados con el lenguaje visual y regular la polisemia en que incurren los creativos visuales, los comunicadores de datos.

¹⁷ Trata de describir a la infografía desde una etimología errónea, sostiene que el vocablo *info* no deriva de informática ni *grafía* se deriva del concepto de animación. Dice también que “infografía no es lo mismo que información gráfica, puesto que hay otras formas en el periodismo que también lo son”. Todas las afirmaciones son erróneas. Es evidente que relaciona mal los términos, *info* y *grafía* no devienen de los vocablos con los que intenta relacionarlos. Y en cuanto a la información gráfica, es cierto que hay otros elementos de información visual o gráfica dentro del periodismo, pero esto no le quita validez a la clasificación, ni les resta a otros medios de información.

Contrario en cierta medida a Valero Sancho, Fernando Baptista (2014) defiende el uso de los gráficos como una herramienta de atracción, que ahorra tiempo de lectura y ofrece al receptor información esencial y amena; pone a la parte gráfica en un papel protagónico y de relación directa con la parte textual a la cual nutre y toma de ella para reforzar su propio mensaje. Contrario también a Valero en sus primeros artículos, Baptista define las infografías de revistas como mejor planeadas y más estructuradas que las que aparecen en los diarios -infografía de prensa-, por el tiempo y los filtros a los que son sometidas, aunque no deja de observar que las mismas pierden cierto grado de expresividad al pasar por varias aduanas. Desde una perspectiva diferente, Javier Zarracina (2015) compara elementos de la narrativa infográfica con el lenguaje del comic, aludiendo al primer soporte común: las ediciones periódicas. Sin embargo, reconoce la importancia de nutrirse desde cualquier narrativa visual (cine, pintura, ilustración, cortometraje, animación). Añade también al análisis un elemento significativo: el humor y el factor lúdico dentro de las infografías. Las metodologías comienzan a considerar a públicos específicos.

En términos de tecnología y al respecto de ella, muchos autores coinciden en la importancia de las herramientas digitales, así como métodos de impresión que potenciaron la aparición y la perspectiva de la visualización de datos en los diferentes soportes, tanto impresos como digitales. En casi todos los libros, revistas y artículos, que pueden encontrarse con relación al tema, no deja de señalarse la influencia e importancia de la tecnología que genera nuevas propuestas ilustrativas y una visión diferente de comunicación. La infografía deja de ser sólo *monomedia*¹⁸ para entrar al mundo de la multimedia.

Analistas de la información y visualización de datos van abonando a la metodología creativa a través de los nuevos medios digitales y no solo impresos; algunos ilustradores y diseñadores combinan técnicas antiguas y modernas en beneficio de la riqueza visual y comienzan a teorizar sobre la importancia de las plataformas en el quehacer infográfico¹⁹. El mismo Fernando Baptista explica la importancia de las técnicas tradicionales, así como

¹⁸ Juan Antonio Giner propone el término en un escrito con relación a Alejandro Malofiej.

¹⁹ Susana Morín aporta y recopila datos sobre el impacto de la imagen en los soportes digitales y los métodos de aprendizaje en la actualidad.

el apoyo en las técnicas digitales para resolver trabajos científicos de manera amena, destinados a tanto a especialistas como a un público más general. Es a partir de la innovación tecnológica que se puede hablar de un salto importante en la infografía moderna. Los llamados *Motion Graphics* (animación gráfica) entran en escena y dan pie a la infografía animada. Ahora pueden explicarse -gracias a las infografías animadas- procesos y sucesos de manera ágil y entretenida, aludiendo siempre a la atención sostenida con cambios secuenciales que exigen no apartar la mirada del dispositivo.

A partir de la última década del siglo pasado de manera evolutiva aparecen, desde las plataformas tecnológicas, blogs y sitios especializados en cuestiones tanto teóricas como metodológicas, para hacer soportes que incluyan infografías para casi todos los ámbitos. Sin embargo, es hasta la última década del siglo pasado y lo que corre del presente que se han realizado las primeras incursiones de la infografía aplicada a procesos de aprendizaje.

Minervini (2005) relata que, en 1999 J.M. de Pablos realizó en España (con estudiantes de la Universidad de la Laguna) estudios focalizados en textos producidos en el periodismo gráfico, y así pudo registrar la supuesta comprensión de lectores que se enfrentaban a una noticia expuesta en diferentes presentaciones que fueron adecuadas de la siguiente manera:

1. Página A: Sólo contenía *texto*. Se suprimieron los elementos gráficos (fotografía e infografía) y se añadió un texto en la parte inferior de la página para ocupar el espacio que había quedado en blanco en la ausencia de los recursos visuales.
2. Página B: Contenía el mismo *texto* y la *fotografía* del lugar del hecho, que describía la noticia.
3. Página C: Presentaba el texto y la infografía que explicaba el cómo de la noticia e incluía un mapa de la situación.

De la prueba obtuvo que la mejor respuesta la obtuvo del tercer grupo, porque este recordaba mejor los datos destacados. (Minervinni, 2005. P. 172)

Qué se ha escrito sobre la infografía en la educación

Lo que se presenta a continuación es una selección limitada de publicaciones sobre la infografía y su aparente enganche con el tema *educación*. Libros y artículos relacionados con el proceso de la enseñanza aprendizaje en el ámbito escolarizado. No se pretende señalar como las *únicas* publicaciones, sin en cambio, se presentan como una muestra representativa seleccionadas a partir del criterio de similitud con el presente trabajo de investigación: lo que aquí se menciona es un referente que permite comparar y nutrir al presente documento.

A principios del presente siglo, en el año 2001, aparece la edición de un trabajo escolar de la Universidad de Palermo, Argentina, que deviene en el libro de Nancy Reinhardt, *La infografía didáctica* (2011). En él se percibe el interés de la autora por analizar el fenómeno infográfico desde una perspectiva didáctica. Menciona Reinhardt: “La relación existente entre el diseño de información y la educación puede resultar decisiva en la pedagogía en las próximas décadas, al menos en los países desarrollados” (Reinhardt, 2011, p.7). Si bien es cierto que su público objetivo son los infantes, el trabajo de la autora nace desde la perspectiva del comunicador gráfico como responsable del proceso de producción interdisciplinario. La infografía en este contexto es observada como una herramienta útil con relación al infante y el aprendizaje significativo. Una preocupación similar puede encontrarse en el trabajo de Maité Pro, quien propone una educación reforzada con el uso de las imágenes, desde el soporte visual de los libros ilustrados.

Polman & Gebre (2015) por su parte realiza pruebas entre investigadores, docentes y diseñadores de la información, para desarrollar metodologías que puedan dar como resultado infografías para la ciencia. Esta investigación arroja como resultado la importancia de la colaboración entre distintos actores de ámbitos aparentemente disímiles que sin embargo parecen complementarse para dar como resultado material de relevancia para el aprendizaje. En el trabajo de Polman & Gebre (2015) parecería encontrarse una gran relevancia en la creación del material infográfico en términos de trabajo multidisciplinario.

En el artículo de Abio (2014) *Una aproximación a las infografías y su presencia en los libros de enseñanza de español para brasileños*, el autor aborda de manera general la situación en Brasil respecto de las infografías utilizadas en materia de lenguaje. Según Abio, las infografías deben contar con el elemento icónico y textual para que éstas sean fáciles y rápidas de procesar.

Abio menciona que existe la necesidad de actualizar la educación para incorporarla hacia una línea contemporánea, con tecnologías digitales y las exigencias del lenguaje. Utilizar la tecnología como complemento y no por sí sola, de este modo se logrará el objetivo de la enseñanza. Menciona que en Brasil existen pocos profesores que utilizan las tecnologías como herramienta de apoyo. Realiza una revisión de colecciones de libros didácticos para enseñanza de español que fueron seleccionados entre las diversas ediciones impresas para la enseñanza del español en Brasil: el *Programa Nacional do Livro Didático* (PNLD), y dedica su atención a la presencia de las infografías. Derivadas de esta revisión reporta en sus notas que las infografías, a pesar de sus potencialidades, son raras en las obras didácticas y que sólo en épocas recientes es que han comenzado a llamar la atención de los autores y editores de libros didácticos para la enseñanza de español a brasileños.

Así mismo declara que sólo en una colección publicada en 2012 en estos mismos soportes es que aparece la denominación de infografías y se trabaja de forma específica con ese género. Menciona la propensión a la posibilidad del trabajo con las infografías interactivas multimediáticas, pero que no se hace alusión a las infografías tradicionales que pueden trabajarse a partir del material impreso para enriquecer la diversidad textual. Se reporta la aparición de material infográfico, aunque de manera poco sustancial.

El artículo sólo reporta la búsqueda y análisis de las infografías que aparecen en la colección mencionada y no hace mención de la percepción de los receptores o destinatarios de las referidas publicaciones.

Aguirre (2015) por otra parte, en su artículo *Elaboración de infografías: hacia el desarrollo de competencias del Siglo XXI* aborda las generalidades de la infografía; y puntualiza el hecho de que las tecnologías han provocado un gran cambio en la masificación de la información de la sociedad actual, así como el avance del trabajo de la imagen y el papel de la red (que provee a los usuarios de herramientas para crear y editar

contenidos y uno de estos es la infografía). Afirma Aguirre que la infografía surge en el periodismo para informar, pero se extiende en todos los medios de comunicación. Esta transmite información de manera clara, precisa y coherente, luego entonces y según Aguirre, ninguna infografía debería tener información falsa sino veraz y comprobable.

Citado en el artículo de Aguirre (2015), José Luis Valero Sancho menciona: “Para llegar a una audiencia determinada, la infografía debe considerar una dimensión estética, la cual es exactamente igual a la de un texto periodístico que debe estar bien escrito y además ser atractivo, agradable de leer” (Aguirre, 2015, p.25). En este mismo sentido Valero manifiesta que la infografía digital tiene un fuerte componente estético que permite captar la atención de los usuarios, sin importar que tengan deficiencias en la comunicación visual. (Aguirre, 2015, p.25).

La infografía, dice Aguirre, toma un papel relevante en la educación por su potencialidad comunicativa e interacción de la información, por lo que debe ser empleada como recurso didáctico, y tener mayor peso cuando se utiliza con tecnologías. En este mismo sentido, Aguirre cita a Nancy Reinhardt, quien afirma que las infografías como recursos didácticos pueden brindar beneficios significativos en el proceso de enseñanza aprendizaje y pueden ser adaptadas a la educación si es que de toman en cuenta tres aspectos primordiales que son: 1) las necesidades de aprendizaje, 2) la estructuración de los contenidos y 3) el contexto en el que se va a aplicar, estos tres aspectos, según Aguirre fueron comprobados por Minervini en 2005 y Valero en 2008 y 2010 (Aguirre, 2015, p.27).

Un punto interesante en cuanto a la elaboración de las infografías, se rescata de un esquema elaborado por Edgar Dale en 1964 llamado el *Cono de la experiencia*, derivado de las interrelaciones con los materiales audiovisuales. Según el artículo se divide en tres niveles: el primero se refiere al contexto directo con la realidad, es decir, la participación del alumno para alcanzar el aprendizaje, el segundo implica la participación indirecta, de forma que se utilice la observación, pero de manera activa y en el último se encuentran los mensajes compuestos por símbolos e iconos con representación abstracta (Aguirre, 2015, p.33-35).

Respecto de la creación de infografías por parte de los alumnos, Aguirre muestra dos trabajos realizados en computadora con salida de impresión láser, que muestran el producto elaborado hasta su conclusión. Sin embargo, no hay una bitácora de elaboración o de seguimiento al trabajo de los estudiantes. Únicamente se reporta la instrucción del docente y enseguida se presenta el resultado de la creación de las infografías, sin agregados, anotaciones u observaciones acerca de lo que se afirma anteriormente, respecto a que el alumno, al realizar sus propios materiales didácticos, puede estar inmerso en un proceso de comprensión. Se sostiene que elaborar infografías tiene repercusión directa en el aprendizaje significativo del individuo, pero no se remite sino a la literatura, y cita para ello a Minervini (2005), Dale (1964) y Reinhardt (2001).

Aguirre (2015) concluye en su investigación que las infografías permiten el desarrollo de las competencias comunicativas (hablar, escuchar leer y escribir), las competencias informáticas (buscar, seleccionar y organizar información), las competencias multimodales a partir del uso de distintos modos de representación y la competencia digital (uso de programas digitales) (Aguirre, 2015, p.33-35). Cierra el artículo con la mención que las infografías, como recurso didáctico, son una forma adecuada para desarrollar competencias en los estudiantes.

En el artículo *Necesidades formativas del profesorado universitario en infografía y multimedia*, Carril (2012) realiza un estudio sobre las necesidades formativas del profesorado universitario en infografías y multimedia, así como su experiencia, las cuales recoge a través de un estudio ex post facto de 166 docentes de diferentes áreas del conocimiento. Según se plantea, lo que busca este estudio es identificar las necesidades del docente en tanto el material que emplea para poder fortalecer su práctica pedagógica.

Según este estudio, los resultados obtenidos evidenciaron que las mayores necesidades formativas se sitúan en el “diseño y desarrollo web”, el “tratamiento de imágenes” y la “edición digital de vídeo y audio”.

El objetivo del estudio fue identificar las necesidades de formación del profesorado en el área de la infografía, multimedia e indagar sobre estos para afrontar las discrepancias entre la situación actual y el nuevo contexto; así como detectar las necesidades de aprendizaje de programas, aplicaciones y herramientas de comunicación en la infografía.

Entre los resultados se encontró una preocupación moderada, por el uso de software que pudiese ayudar al profesor en la creación de imágenes, video o sitios web. Se puede observar, además, que el profesorado no tiene la preparación mínima en programas que pudiesen ayudarle a la creación de imágenes 3D, modelado o postproducción. Se registra que las necesidades detectadas ponen de manifiesto la carencia de preparación en el ámbito de la creación de estos insumos necesarios para la infografía y los recursos multimedia. En este sentido, menciona Carril que autores como Mishra y Koheler (2006) proponen un modelo de formación docente en tecnología educativa en el que incluyen tres componentes principales: contenido, pedagogía y tecnología (Carrill, 2012, p. 318).

En el artículo de Carril no hay profundidad acerca de la infografía tradicional, su uso o sus antecedentes, sin embargo, es un estudio interesante, porque deja de manifiesto que los insumos digitales propios de una infografía, impresa o digital, son una necesidad para los docentes, en una era que exige una formación multimedia que abra la posibilidad a la creación de material didáctico acorde a las tendencias educativas.

El estudio de Guzmán-Cedillo (2015) *La experiencia de elaborar infografías didácticas sobre diversidad sexual* está centrado en la elaboración de infografías por parte de 21 estudiantes de Medicina del Instituto Politécnico Nacional, y su experiencia en dicha elaboración. Se presume que, durante esta experiencia, los alumnos debieron involucrarse con el tema de la diversidad sexual, porque según los autores la elaboración de una infografía didáctica supone una práctica de investigación, análisis y toma de decisiones compositivas que darían como resultado información y comprensión del tema a quienes elaboran el material en cuestión. El instrumento a construir es una infografía que fue evaluada por docentes y por los mismos alumnos. Luego y como resultado se evaluaron los instrumentos (infografías) de acuerdo con cinco criterios: 1. Objetivo de la información, 2. Título congruente, 3. Sustento de la información, 4. Integración de la imagen, y 5. Formato del texto. Después de la elaboración y evaluación de las infografías se registraron entrevistas con los realizadores del material en cuestión.

La pregunta que -a decir de los investigadores- es su unidad de análisis fue una solamente: “¿Cuál fue tu experiencia al realizar una infografía?”.

De acuerdo con el registro de respuestas por parte de los informantes acerca de esta unidad de análisis, los resultados arrojan tres puntos relevantes: 1. *Aprendizaje* (51% Los estudiantes explican su experiencia de la elaboración de las infografías y refieren aprendizajes en tres niveles: actitudinal, declarativo y procedimental), 2. *Características de la infografía* (38% Los estudiantes refieren particularidades de la infografía relevantes y reconocidas en el proceso de elaboración) y 3. *Propuestas* (11% Los estudiantes dan sugerencias de utilización o realización de infografías). El primero se manifiesta en tres vertientes: actitudinal, declarativo y procedimental; en el segundo los estudiantes caracterizan a la infografía como: atractiva, didáctica, de elaboración compleja e informativa; en el tercero la proponen como herramienta de aprendizaje.

Más allá de lo que el documento aporta en cuanto a lo conceptual (tratando de definir a la infografía), recoge las investigaciones de otros investigadores en el terreno de la infografía en cuanto herramienta didáctica. Así, los autores traen al escenario y citan las investigaciones de Matrix y Hodson (2014); Minervinni (2005), Reindhardt (2007,2010), Brigas (2013), Valero (2010) y García (2014), y hace un análisis corto de sus respectivas investigaciones o escritos.

El trabajo concluye con que la infografía didáctica conforma una oportunidad de investigar de manera sistematizada y fundamentada, a la vez que promueve el desarrollo de la escritura, y comunicación visual, cuando se elabora el material (Guzmán-Cedillo, 2015, p. 975). Pero quizá lo más interesante del artículo para efectos de la presente investigación sea lo que cita Guzmán-Cedillo (2015) al afirmar:” Es decir, la infografía didáctica conforma una oportunidad de investigar de forma sistematizada y fundamentada, a la vez que promueve el desarrollo de la escritura, y comunicación visual, al elaborar la infografía” (p. 975). Sin embargo, los resultados se basan en la apreciación de los informantes y no hay una medición acerca de cómo es que la infografía promueve dichos desarrollos comunicacionales o sintácticos.

Muñoz (2014), por otra parte, aborda ciertas dificultades del profesorado al impartir su cátedra, entre ellas la falta de material didáctico y la poca preparación que recibe el docente para crear su material didáctico. Presenta a la infografía como un soporte que facilita la enseñanza, apoyada en el uso de las nuevas tecnologías. Se toma como ejemplo

el uso de textos en los diarios y menciona que las personas leen primero los gráficos antes que otra cosa. Luego entonces, asume que la infografía, es capaz de captar la atención de los estudiantes por medio del efecto visual y la atracción aparente que ofrecen las imágenes. Sin entender o simplemente atender a las nuevas tecnologías el docente parece quedarse rezagado.

“Si el educador no hace un esfuerzo por asumir este nuevo estilo de comunicación... permanecerá recluido en un mundo distinto y alejado de los verdaderos problemas de sus educandos” (Santos citado por Muñoz, 2014, p. 30).

En el área educativa, dice Muñoz (2014), las infografías aún son recientes y novedosas y hay dos maneras de utilizarlas, la primera: para presentar un tema, que los alumnos lo comprendan fácil y rápido; y la segunda: como actividad para el alumnado de modo que estos puedan desarrollar habilidades para la investigación, síntesis y análisis.

Muñoz (2014) reporta un experimento con docentes, los cuales fueron capacitados para crear digitalmente infografías con instrucciones y capacitación previa. Y se concluye que el uso de las TIC (tecnologías de la información) es indispensable para ayudar en la elaboración del material infográfico. Material que facilitará el desarrollo de las clases y auxiliará al docente en su quehacer cotidiano. Por otra parte, se enfatiza en la asimilación del y procesamiento de la información por parte del receptor (alumno).

Cierra Muñoz un par de cuestiones interesantes: 1. si las infografías deberían formar parte de una práctica habitual y no entenderse como un material didáctico aislado, 2. qué repercusión tendría esta práctica habitual en los alumnos. Si esta práctica resultaría positiva y si podría emplearse en todas las materias como sostienen otros autores.

Un estudio de Vanichvasin (2013) que tuvo como objetivo examinar el uso de la infografía en dos dimensiones, la primera la infografía como herramienta de comunicación visual y la segunda las infografías como herramientas de aprendizaje efectivo, hace que el autor sostenga la teoría que “las infografías tienen muy alto potencial para ser incorporadas a la educación y su uso es una herramienta útil para mejorar la calidad del aprendizaje a través de su poder de comunicación visual y aprendizaje” (Vanichvasin, p. 135)

Para sostener esta teoría Vanichvasin preguntó 20 estudiantes sobre el atractivo, comprensión y retención de conceptos expuestos en 6 diferentes infografías, en donde se manejó una escala que medía ante todo la satisfacción. La muestra fueron 20 estudiantes del curso Gestión del Conocimiento en Educación Empresarial e Informática en Kasetsart a los que se les aplicaron dichos cuestionarios.

Los resultados arrojaron que los estudiantes podían dar detalles precisos sobre los temas estudiados y que podían recordar temas y detalles después de ver la infografía, lo que presumía cierta retención del conocimiento (Vanichvasin, p. 139).

Según este estudio, los resultados muestran que los estudiantes reflejaron mayor satisfacción con el uso de infografías como herramientas de aprendizaje, de tal suerte que el proceso de aprendizaje se registró como parte un proceso satisfactorio. Se demostró que las infografías son de gran apoyo para trabajo con contenidos temáticos escolares, así como para explicar sucesos o procesos.

Como parte de las conclusiones, en el trabajo de Vanichvasin, se asume a la infografía como una herramienta útil y de gran valor en los procesos escolares. Para obtener resultados eficientes, los procesos de narrativa y contenido visual son de vital importancia para poder generar convencionalismos que puedan servir como puentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se reconoce por otra parte, la ausencia de instrumentos de medición contruidos ex profeso para evaluar una infografía didáctica que permita definirla como eficiente, y ante tal carencia los autores han propuesto una serie de preguntas que acerquen al lector desde la parte afectiva.

Se suma la investigación de Sudakov, Bellsky, Usenyuk & Polyakova (2016) *Infografía y matemáticas: un mecanismo para un aprendizaje eficaz en el aula*, que plantea una investigación con base en una asignatura complicada para la implementación de la infografía y derivado de ello adquiere especial interés. Según los autores la infografía puede mejorar la cognición en el ser humano. No importa si la información que se maneja es compleja, pues algo que la infografía permite es facilitar la comprensión por medio de

imágenes, que se utilizan para comunicar de manera directa y eficientemente la información deseada.

Sostienen que aun cuando las infografías son utilizadas con mayor incidencia en materia de tecnología se están comenzando a implementar en el área de educación. Según Sudakov la incorporación de las infografías en el aula es una nueva manera para despertar el interés de los estudiantes, así como de motivar su aprendizaje y creatividad. Este artículo se basa en explicar cómo realizar una infografía en el ámbito educativo. Su ejemplo entonces es en el área de las matemáticas y el clima, se podría decir que es una guía para el diseño e implementación de las infografías en el aula.

Sudakov pretende enfatizar en el hecho de que en el ámbito pedagógico las infografías pueden utilizarse para transmitir información de manera rápida y eficaz, amén del interés que pueden despertar sobre algún tema abordado en el aula o fuera de ella, pues por medio de lo visual se puede comenzar un diálogo de interés entre el emisor y el destinatario mediante una codificación atractiva.

Para demostrar tal efecto se utilizaron 3 infografías sobre el tema *Matemáticas y Clima*. En la primera infografía se destaca la relevancia del tema *Fractales en el sistema climático de la tierra*, y se utiliza tipografía de alto puntaje para destacar la fórmula principal que servirá para comprender el resto del tema en la ruta de lectura y se apoya de igual manera en imágenes que acompañan a este primer destacado.

La segunda infografía aborda el tema *Conjunto de predicciones* (acerca de las predicciones climáticas). El objetivo es dar a conocer cómo pueden relacionarse fórmulas matemáticas y estadísticas con el apoyo de los códigos visuales y textuales. Describe cómo se utilizan los métodos estadísticos para pronosticar en el futuro eventos. Específicamente, esta infografía introduce el concepto de previsión de conjuntos, y cómo se utiliza el pronóstico de conjunto para determinar la certeza de los pronósticos del tiempo, por ejemplo, se examina la trayectoria prevista del huracán Sandy, que ocurrió en octubre de 2012 en los Estados Unidos.

Mencionan que la distribución ordenada de los elementos que conforman al soporte permite acortar los tiempos y, de manera directa, hace llegar la información al receptor o destinatario, facilitando así de en cierta medida la comprensión de un tema.

La tercera infografía aborda *El sistema climático de la tierra* y *Joseph Stefan*, la base de las ecuaciones de equilibrio de energía planetaria, y el *Problema de Stefan*, que se usa para estudiar el derretimiento del hielo en los glaciares. Inicialmente, Stefan usó esta ley para determinar la temperatura de la superficie del sol.

Uno de los objetivos de este experimento fue que los alumnos desarrollasen materiales educativos para dicho curso, de este modo pueden demostrar su capacidad de aprender, resumir y transmitir las ideas centrales de un tema y ser evaluados a través de la creación de materiales infográficos.

Para dicho experimento se contó con una muestra de 38 estudiantes, de Estados Unidos y de la federación rusa, predominantemente mujeres. Un dato interesante es que la mayoría de estos estudiantes habían tomado cursos de matemáticas de alto grado.

Los mencionados reportaron una serie de dificultades para el aprendizaje de los temas en matemáticas, tales como:

1. Exceso de información
2. Escasos ejemplos por medio de imágenes
3. Poca comprensión en clase

Algo interesante se encuentra en las conclusiones del trabajo de Sudakov: se reporta que la cantidad de información en las infografías podría depender de la complejidad del tema y no sólo del público objetivo. Del mismo modo se reporta, que cierta parte del éxito podría estar en la capacidad del docente sobre el conocimiento del material infográfico, su creatividad y conocimiento del tema. Esta combinación podría resultar fundamental según lo recabado en la encuesta realizada.

Los estudiantes mencionaron que las infografías serían muy útiles en las materias que ofrecen dificultades, como las matemáticas, no únicamente en materias como Ciencias

Sociales. La mayoría de los estudiantes se mostraron positivos en cuanto a la introducción de las infografías como apoyo en el proceso de aprendizaje, reportaron que despiertan atracción e interés por su contenido. Así mismo se acepta la idea que las infografías como nuevas formas de apoyo pedagógico merecen especial atención en cuanto material de gran valía dentro y fuera del aula.

Lyra y colaboradores (2016) afirman en el artículo *Infografía o Gráficos + Texto: ¿Qué material es mejor para el aprendizaje robusto?* que la infografía es un tipo de visualización de la información el cual utiliza al diseño gráfico para mejorar la capacidad humana de identificar patrones y tendencias. Afirman que, no obstante, se utiliza popularmente para apoyar la propagación de información, hay pocos estudios donde se refiere cómo la infografía afecta el aprendizaje y cómo los factores individuales, tales como los estilos de aprendizaje y el disfrute de la información afectan la percepción infográfica. El documento describe un estudio de caso (realizado en una plataforma en línea) en donde 14 estudiantes de pregrado fueron asignados aleatoriamente para ver infografías y 13 estudiantes trabajaron con gráfico y texto con el mismo contenido.

Uno de los objetivos de esta investigación fue verificar si el diseño empleado por infografías puede afectar el proceso de aprendizaje. Este estudio tuvo como objetivo para comparar el aprendizaje y la retención de información de los alumnos usando infografía con gráfico y texto. Los estudiantes pasaron por tres etapas, con una semana de diferencia cada una: en la etapa *A* respondieron un pre test (45 preguntas) y un cuestionario sobre la forma de aprendizaje (20 preguntas) [24]; en la etapa *B* los alumnos utilizaron el material de infográfico de aprendizaje y finalmente en la etapa *C* respondieron un post test de 45 preguntas. Todas las etapas se realizaron en una sesión de laboratorio de cómputo usando la plataforma en línea.

Para poder indagar sobre la influencia de estas aseveraciones se realizó un estudio aleatorio a 27 estudiantes de pregrado de ingeniería, para descubrir si los nuevos materiales didácticos (infografías) lograban ser más efectivos en el aprendizaje que lo convencional.

Se propusieron 15 infografías de temas variados para no tener una preferencia de inicio. Estas infografías pasaron por filtros para determinar la cantidad de la información y para determinar los elementos fundamentales e imprescindibles de dicha información.

El proceso se realizó en línea, lo que supone una falta de interacción con el público muestra. Las respuestas no fueron desarrolladas, lo que sugiere que las opciones de respuesta fueron limitadas. No obstante, se hace énfasis en la detección de la necesidad de poner atención en la elaboración del material infográfico como herramienta didáctica, por ser un elemento de atracción y de fácil lectura.

Por otra parte, los alumnos también respondieron a cuestionarios de diversión y estilos de aprendizaje. Los hallazgos reportados indican que no hay correlación entre los estilos de aprendizaje y los resultados de las pruebas. No se reportan diferencias aparentes en cuanto al aprendizaje entre los estudiantes que utilizaron infografías, de aquellos que no lo hicieron. Sin embargo, entre los alumnos que utilizaron la infografía, se encontró una correlación significativa y positiva entre las respuestas correctas y la autoevaluación positiva del disfrute/placer. Se identificó además que los estudiantes quienes usaron las infografías conservaron la información adquirida durante más de un año, a diferencia de aquellos estudiantes quienes sólo usaron gráfico y texto. Resalta la investigación que la infografía puede apoyar un aprendizaje robusto.

Los autores mencionan que cada vez es más común utilizar la visualización de la información para mejora el aprendizaje y para auxiliar en la retención del conocimiento. Un proceso en dónde se comunica y se reconocen patrones humanos cognitivos por medio de relaciones entre las imágenes en combinación y refuerzo mutuo con el texto.

Del trabajo de Lyra, se concluye que las infografías despiertan el interés sobre conceptos complejos y abstractos. Lo interesante es que las infografías parecerían no tener límites de abordaje, es decir, las infografías pueden abordar cualquier tema, combinando texto y gráficos atractivos.

Krauss (2012) en *Información gráfica, más allá de lo que las propias palabras puedan decir*, comenta que al día de hoy en las escuelas se enseña a investigar, recopilar información y obtener datos concretos sobre cualquier tema, también diversos métodos para obtener los resultados de una buena investigación y mejorarla con distintos elementos infográficos que juegan un papel muy importante para poder complementar de manera eficiente y más dinámica toda la información obtenida. Asevera que los elementos gráficos generan un mejor entendimiento de información, más allá de solo utilizar un texto largo: se

refresca la visualización y por tanto la absorción o retención. En otras palabras, facilita la labor de interpretar la información.

Por último, mencionamos a dos autoras con trabajos similares a los que esta investigación se encamina. El primero es de la Doctora Mariana Minervini (2005), quien realiza una interesante investigación exploratoria que busca comprender en qué medida las infografías podrían funcionar como una herramienta eficaz que pudiese favorecer y facilitar la comprensión y la retención de conocimientos complejos por parte de los alumnos de nivel medio de la ciudad de Córdoba. Una de las dificultades para su investigación, fue que estas infografías empleadas no fueron pensadas específicamente para un tipo de público objetivo como el que Minervini estudió. Lo que podría plantear la posibilidad de cierta ambigüedad en los resultados más allá de lo interesante del documento y de las conclusiones. Sin embargo, el trabajo de Minervini es de gran ayuda para entender que el observar al docente y la consecuencia de los métodos educativos de éste, puede derivar también en la aceptación o rechazo del material infográfico. Minervini observó que, en un grupo, la infografía no fue empleada por un docente que encontrara en el material una ventaja importante; que no tenía una buena relación con el grupo y que, aunque se mostró dispuesto a colaborar, no se obtuvo en su grupo experimental resultados positivos.

La segunda mencionada es María Constanza Lidia Gutiérrez Sánchez (2016), quien realiza un trabajo con infografías creadas por jóvenes de preparatoria -que cursaban el tercer grado- para determinar el grado de aceptación y de influencia que tiene el soporte gráfico en el aprendizaje de los alumnos. Con un tema referente al área de Biología, y mediante herramientas digitales, se elaboró una serie de dinámicas para registrar las respuestas del universo objeto de estudio. Uno de los problemas que se encuentran en esta investigación es la falta de preguntas específicas sobre el tema tratado: los cuestionamientos aluden de manera directa al criterio del alumno sin evidenciar el aprendizaje. Lo que deja pocas posibilidades –de inicio- para tomarlo como un referente confiable.

Hasta esta instancia, tenemos un panorama general acerca del *estado del conocimiento* sobre el tema de la infografía didáctica. No es la intención de esta

investigación profundizar en más artículos cuando las teorías no se contraponen, sino que apuntan en la misma dirección: *la imagen y el texto en convivencia dentro de un soporte comunicativo como la infografía y la visualización de datos ayudan a un mejor entendimiento del tema que el soporte encierra*. No obstante, se mencionan aspectos interesantes en la revisión de literatura a manera de conclusión en este apartado:

En primera instancia, podemos resaltar lo relevante que resulta para algunos de los autores citados (Abio, 2014; Valero, 2000,2014; Carril, 2012) la inclusión del soporte digital o de las nuevas tecnologías para la creación de material didáctico. Si bien la tecnología es una herramienta fundamental en la actualidad, es mayormente eso: *una herramienta*, no un elemento imprescindible en el proceso de la educación. Sin restar importancia a la tecnología digital en cuanto a la relevancia que presta para los medios de comunicación, difusión, creación y reproducción, se debe considerar que la necesidad de la creación multidisciplinaria es elemental en el proceso de pre y configuración según se pone de manifiesto en los trabajos de Polman (2015), de Reinhardt (2011) o de Minervini (2005). Desde el proceso prefigurativo citado es fundamental la consideración de los diferentes puntos de vista, así como la colaboración de expertos para la creación del material infográfico didáctico porque, según autores (Reinhardt, 2011; Polman, 2015) es necesario considerar, así como equilibrar elementos de estética y funcionalidad dentro del proceso creativo de la infografía, para plasmarlos en un soporte que resulte atractivo además de eficiente.

Los autores revisados consideran que el atractivo visual de la infografía y su contenido textual son factores a considerar dentro del ámbito educativo. Algunos como Abio (2014), Reinhardt (2011), o Guzmán-Cedillo (2015) opinan que el contenido icónico y textual, en combinación, hace que los datos sean fáciles de procesar, lo que convierte a la infografía en un recurso didáctico que debe ser considerado como alternativa en la estrategia pedagógica. En consecuencia, con lo anterior algunos autores consideran que la función estética (Valero, 2008) es fundamental para el atractivo visual que detona a su vez la atención del espectador. Esta estética se logra a través de los diferentes estilos, niveles de iconicidad, de representación, de códigos visuales y paratextuales dentro de un soporte predeterminado; que la infografía considera desde su estructura *prefigurativa*.

El recurso de la infografía didáctica según autores (Guzmán-Cedillo, 2015; Muñoz, 2014; Reinhardt, 2011; Sudakov, 2016) debe ser considerada no sólo desde la practicidad de su empleo en la cátedra sino desde la consideración de la necesidad del docente de convertirse en creador de su propio material. Se concuerda con, Muñoz (2014) y con Carril (2012), cuando menciona que la carencia del material didáctico contribuye a los problemas de la docencia. No sólo en la carencia de material que una institución u organismo podría proveer, sino en la falta de capacitación para que el docente diseñe por sí mismo el material del que carece. En este sentido, el desconocimiento o la poca preparación en el uso de las Tics aparece como un factor de relevancia para que el maestro se considere poco apto para crear dicho material (Abio, 2014, Larranz, 2010).

Es cierto, como menciona Aguirre (2015), que la infografía surge desde el periodismo, en una necesidad por aumentar el número de ediciones en el Reino Unido, sin embargo, desde la segunda mitad del siglo pasado, se ha perfilado como un instrumento para la difusión del conocimiento en medios impresos y digitales. El ejemplo más claro es el de la revista *National Geographic*.

En relación con el ámbito educativo, se debe mencionar que desde finales del siglo pasado, gracias al avance de los medios electrónicos, se ha estudiado a la infografía desde funcionalidad, más allá del atractivo visual que conlleva (Muñoz, 2014), y se ha considerado como una herramienta con un alto potencial para la educación (Vanichvasin, 2013), que puede adecuarse a temas de casi todas las materias (Sudakov, 2016), y que dependiendo de la complejidad de la audiencia se debe considerar la extensión de la carga textual. Como ejemplo de lo anterior, se puede mencionar a autores como Lyra (2016), que en sus estudios ha descubierto que, con la aplicación de la infografía y sin ella los alumnos obtienen resultados prácticamente similares, sin embargo, también observó que los mismos estudiantes manifiestan el gusto que les provoca trabajar con un material atractivo.

Aunque los estudios sobre la imagen en la educación, los textos discontinuos, los textos mixtos o la infografía en la educación aún parecen incipientes (Lyra, 2016), se ha logrado de manera *discreta* en los medios educativos la introducción de un medio propicio para generar la atención del espectador y una alternativa dentro de la estrategia pedagógica que parece ofrecer grandes ventajas en la creación, uso y aplicación: la infografía didáctica.

Una vez caracterizada a la infografía analicemos un elemento relevante en la investigación, que tiene que ver con el proceso cognitivo como pensamiento de orden básico: la *comprensión*.

La comprensión

Una breve definición

Desde la concepción de este documento se presenta la *comprensión* como un elemento relevante, que puede detonarse o potenciarse con el uso de materiales didácticos como parte de las estrategias docentes.

Para poder abordar el tema de la comprensión se buscó y revisó una serie considerable de artículos. En la gran mayoría de ellos se haya una relación constante entre la comprensión y el texto: *la comprensión lectora*. Esto es, que la mayoría de la literatura revisada por el investigador se remite al enganche de la comprensión con el código textual y parecería que *éste es el código* por el cual la comprensión se logra. Difícil es encontrar la definición o la aproximación al término *comprensión* sin el añadido que dirige comúnmente hacia lo escrito.

Sin embargo, aunque de manera coincidente la comprensión se remite a lo textual también observa -sin aparente intención- coincidencias con la comprensión visual desde el punto de vista de Jakobson (1958). Dicen Cáceres, Donoso y Guzmán (2012):

La comunicación es una interacción, que se produce gracias a la lengua, que refleja la realidad y la vida cotidiana de las y los sujetos mediante una intención comunicativa, que manifiesta diferentes funciones como: *función expresiva o emotiva* que manifiesta el estado del sujeto; *función referencial o representativa* supone que, todo mensaje posee una información relevante que transmitir; *función conativa* propone que todo mensaje tiene una intención de apelar; *función fática* establece un contacto entre un sujeto y otro a través de un canal comunicativo; *función metalingüística* plantea una **comprensión** del contenido

del mensaje, y finalmente la *función poética* que expone la importancia de la estética del mensaje. (p. 10)

En el párrafo citado no se define o enuncia a qué *lengua* se refiere, pero se asume – con base en la revisión de su investigación- que es a la lengua escrita u oral a la que se remite. En el mismo sentido, se podría añadir que los mismos códigos metalingüísticos aplicables al lenguaje oral o escrito son aplicables también a los códigos visuales; con las mismas funciones y bajo condiciones similares. Sin embargo, cabe aclarar que la comprensión sí se refuerza –como veremos más adelante- con la combinación de códigos textuales y visuales como señala Quiroga (1995).

Bajo la misma perspectiva de Cáceres y otros (2012) encontramos diversos autores que relacionan a la comprensión con la lectura: Ana Basterra (2007), Gutiérrez (2016), Llorens (2011), Frade (2009), Alcas, Alarcón, Gonzáles, y Rodríguez, A. (2019), Soncco (2018), Saux, Londra, Burin, Britt & Rouet (2018), Muñoz-Muñoz y Ocaña (2017), entre muchos otros consultados. A pesar de que los autores -citados anteriormente- se remiten a la relación de la comprensión a través del texto, hay constantes equiparables con los niveles de iconicidad propuestos por Edwin Panofsky (1995). Por ejemplo, de los autores citados anteriormente se puede mencionar como una constante los niveles de profundidad que alcanza un lector al enfrentarse a un texto dependiendo de su complejidad y del nivel de intelecto del sujeto. Así, podemos mencionar al menos tres niveles de profundidad en la comprensión lectora: *literal, inferencial y crítico*. Equiparables a los niveles de profundidad en la comprensión de la imagen según Panofsky: *pre iconográfico, iconográfico e iconológico*²⁰ (más adelante sobre ello).

El trabajo de Pérez y Hernández (2014) acerca la *comprensión* como parte fundamental del aprendizaje parece alejarse de esta relación entre la lectura de textos escritos y la comprensión. Mencionan que:

Los psicólogos, a pesar de las distintas teorías en que se sustente, reconocen que la comprensión reside en el descubrimiento de lo esencial en los objetos y fenómenos;

²⁰ Para más información sobre esto consultar *Niveles de profundidad de la imagen* en el apartado *glosario de términos*.

permitiendo incluir el nuevo conocimiento en el sistema cognoscitivo que se posee. Ello permite inferir que asumen la comprensión como un proceso de asignación de sentido y, por tanto, posee carácter desarrollador. (p. 701)

Sin embargo, en el mismo documento, los autores enganchan a la comprensión con la lectura de textos, después de hacer previamente una descripción que parecería más aplicable a otras áreas o más general. Mencionan también los autores la relevancia en los aportes hacia la *comprensión* derivadas de las investigaciones desde la psicología, la lingüística, la semiótica y la hermenéutica, que han tenido lugar a partir de la segunda mitad del siglo XX. No obstante, se toman de aquí las conclusiones de la investigación de Pérez y Hernández (2014) por su aplicabilidad a la presente investigación. Concluyen los autores que:

- En el estudio de las relaciones entre los procesos de comprensión y aprendizaje predominan dos tendencias. La primera consiste en reconocer al primer proceso (comprensión) como componente del segundo (aprendizaje). La segunda asume el proceso de aprendizaje como una consecuencia de la comprensión.
- La sistematización de los postulados básicos de la Psicología, la Semiótica, la Hermenéutica, la Lingüística y la Didáctica; conducen a asumir al aprendizaje como aquel proceso contentivo de las acciones que permiten comprender y revelar la comprensión alcanzada del contenido, por un sujeto en diferentes contextos (Pérez y Hernández, 2014, p. 704).

Por otra parte, para David Perkins (1999), comprender es la capacidad para flexibilizar el pensamiento con el fin de relacionar el conocimiento nuevo con el ya existente; con lo que ya se sabe. Desde luego, con dependencia de la capacidad de la persona y sus limitaciones. En contraste, dice Perkins, el alumno que sólo se remite a cuestiones prácticas o al recurso memorístico evidencia no ha comprendido. Para Perkins, comprender un tópico quiere decir ser capaz de desempeñarse flexiblemente en relación con este tópico: explicar, justificar, extrapolar, vincular y aplicar de maneras que van más allá del conocimiento y la habilidad rutinaria. Sin embargo, esta flexibilización dependerá no solamente de la persona sino de la complejidad del tópico que se presente. Existen

según el autor diferentes niveles de comprensión o de profundidad en la comprensión, como existen distintos tipos de coeficientes. De acuerdo con esto se alcanzarán los mencionados niveles de comprensión dependiendo del coeficiente o el conocimiento de cada persona. La capacidad de desempeño flexible, según Perkins, es la comprensión (Stone, 1999).

En el mismo sentido, dice Barresi (2017) que, de acuerdo con Piaget, en lo referente al esquema de acción, la *comprensión* es entendida como un acto, una realización, un conjunto de desempeños que van más allá de la información dada, es decir, que se pueden explicar, aplicar, comparar, relatar, secuenciar, analizar, sintetizar o usar de una manera novedosa (p. 2). Para lograr esta comprensión, dice Barresi es necesaria la interacción de diferentes disciplinas y entender que no hay una comprensión, a pesar del término, sino *grandes comprensiones*. Lo anterior supone que Barresi coincide con las ideas de Perkins no sólo en la diversidad de las comprensiones –en consecuencia, de la profundidad de ellas-, sino además en que las comprensiones son base para el uso activo del conocimiento. Que esta comprensión o comprensiones se obtienen de manera gradual y se modifican a medida que el conocimiento del individuo crece y se integra (Barresi, 2019, pp. 3-4). Enmarca pues Barresi la importancia de la comprensión a profundidad en función de la educación al servicio del estudiante, para que éste sea capaz de emplear activamente el conocimiento adquirido.

Por otra parte, los estudios de Benjamin Bloom, retomados por Anderson y Krathwohl (2001), describen una interesante clasificación entre los llamados *pensamiento de orden inferior* y *de orden superior*. De manera general, podemos entender que, según esta clasificación, las funciones o pensamientos de orden inferior son bases para la evolución del pensamiento, o el pensamiento superior y no inferior a estos. Así entonces, se clasificarían de manera gradual, según Bloom:

- a) *Recordar*
- b) *Comprender*
- c) *Aplicar*
- d) *Analizar*

e) *Evaluar*

Crear

Según esta clasificación debemos entender que *a* es de orden inferior y *f* de orden superior. De manera gradual entonces *Recordar* resultaría la función o *pensamiento de orden inferior* y el *Crear* quedaría al extremo contrario, el *pensamiento de orden superior*. Debemos enfatizar nuevamente, que el pensamiento de orden inferior es base del pensamiento de orden superior y que éste no podría darse sin el primero. Lo anterior no contradice teoría alguna ni minimiza la acción de *comprender*, sino la enmarca dentro de la estructura fundamental para el origen de pensamientos de otro orden.

Para el estudio que nos ocupa tomaremos únicamente el apartado *b*, que refiere a la *comprensión*, bajo la premisa de ser un nivel base para los pensamientos de orden superior y con relación directa al nivel que se pretende alcanzar para fortalecer las deficiencias de los estudiantes en los niveles alcanzados, según las pruebas PISA observadas en capítulos anteriores. No se debe ignorar el hecho de que *a* (*Recordar*) es base para la *comprensión*, sin embargo, no será analizada a profundidad en esta investigación.

Según Bloom, la *comprensión* dentro de las dimensiones de los procesos cognitivos (Cognitive Process Dimension Understand) abarca: *Interpretar, Ejemplificar, Clasificar, Resumir, Inferir, comparar* y *explicar*. Dichos procesos cognitivos son acordes con lo que pretende la investigación en términos de demostrar, aún de manera incipiente, que la infografía detona varios de estos aspectos enunciados.

Las otras clasificaciones del pensamiento: *Aplicar, Analizar, Evaluar* y *Crear*, podrán analizarse a profundidad en otro momento, por la extensión temática que representan en su conjunto, y lo complejo que resultaría crear instrumentos que puedan medir todos y cada uno de estos rubros, los cuales merecen atención desde lo particular.

Cabría observar entonces, y como es pertinente, una cuestión ineludible, que a continuación se aborda.

Convergencias

Cómo es que la infografía se relaciona con la comprensión

De acuerdo con la literatura revisada la infografía maneja códigos visuales atractivos para el espectador: diferentes niveles de profundidad con respecto a la iconicidad (niveles iconográficos), códigos de color, códigos cinéticos o de movimiento, etcétera, que le obligan a *digerir* las imágenes y no sólo a *devorarlas*. Lo mismo caracteriza a la comprensión: diferentes niveles de profundidad, pero con otras denominaciones.

En la *comprensión a través del texto* encontramos tres niveles: el *literal*, *inferencial* y *crítico*. Su equivalente en términos de *imagen* en cuanto a niveles de profundidad sería: *pre iconográfico*, *iconográfico* e *iconológico*.

La infografía toma recursos de los códigos textuales y paratextuales (destacados, balazos, negritas, diferencias de puntaje, posición del texto, cornisas, apostillas, etcétera). También código textual dentro de la infografía funciona como elemento ilustrativo, toda vez que puede ser sujeto de las aplicaciones de los códigos que se han mencionado: puede haber dentro de la infografía texto que no esté para ser leído sino apreciado como elemento ornamental o de otra índole adyacente. La imagen, por su parte, maneja una sintaxis muy particular con adjetivos y códigos complejos e interesantes²¹.

Texto e imagen conviven dentro del espacio infográfico para favorecer el proceso de *comprensión* toda vez que se refuerzan de manera mutua y hacen que el destinatario pueda *digerir* el mensaje a través de los diferentes niveles de representación y códigos. Por esto, es importante que el emisor, conozca en qué medida el receptor es capaz de decodificar el mensaje contenido en texto e imágenes, el grado de alfabetización²²,

²¹ Para profundizar en el campo de la sintaxis visual consultar: Dondis, A. (1992). La Sintaxis de la imagen. Barcelona. Editorial Gustavo Gilli; Duarte, N. (2008). Slide:ology. The art of science of creating great presentations. Canada. Editorial O'Reilly.

²² Generalmente entendemos que una persona está alfabetizada cuando además de leer (decodificar) una serie de signos, puede producir (codificar) mensajes que le permiten conocer y comprender su entorno al mismo tiempo que puede comunicarse de diversas formas con el mundo que lo rodea- Por lo tanto se considera que un individuo está alfabetizado en los medios de comunicación cuando además de leer, comprender y analizar los mensajes visuales y

conocimiento del tema, familiaridad con las figuras o gráficos, etcétera, con el fin de que el proceso de comunicación, pero también de *comprensión* pueda gestarse. Porque sin contexto la información queda sujeta a la generalidad de la interpretación.

Sobre esto mencionan Rico y Gómez (2011):

La visualización de la información puede potencialmente garantizar, dentro de un proceso comunicativo, una *comprensión* eficiente e integradora, siempre que esto no implique simplificar el proceso de apropiación del conocimiento. El diseñador de la información deberá considerar las competencias cognoscitivas del lector o del usuario de la información, que son fundamentalmente dos capacidades entre sí complementarias: estructurar la información, y establecer con ella relaciones pertinentes. (Rico y Gómez 2011, p. 27)

Levie y Lentz, 1982; Anglin, Towers y Levie, 1996; Branden, 1996, dicen entre sus investigaciones que:

- Cuando las imágenes proveen información redundante al texto facilitan el aprendizaje donde ocurre tal redundancia.
- Las ilustraciones en general mejoran la disposición del aprendiz por aprender, provocan reacciones motivacionales y afectivas.
- En general, el uso de las ilustraciones favorece más a estudiantes de menor edad y de poca habilidad verbal y a los malos lectores; aunque habría también que tomar en cuenta aquí los estilos cognitivos y las preferencias de codificación que tienen los alumnos. (Díaz Barriga, 2010, pp. 170-171)

En acuerdo con lo que Levie y Lentz aseguran, se puede suponer entonces que, si las imágenes proveen información redundante al texto facilitando *el aprendizaje* y que *la comprensión* forma parte de los procesos de aprendizaje, (amén de que las infografías se componen de texto e imágenes) se puede suponer también que las infografías pueden facilitar también *la comprensión*; además de ofrecer una alternativa para mejorar la

audiovisuales puede producir nuevos mensajes en diferentes códigos que le permiten transferir estos aprendizajes en situaciones nuevas. (Iñigo, en Noyola, 2013, p.55).

disposición del aprendiz, aun cuando éste sea considerado un bajo lector o de poca habilidad verbal. Sin embargo (un asunto importante que se retomará más adelante) es importante tomar en cuenta los estilos cognitivos y las preferencias de codificación que tienen los alumnos.

En el mismo sentido y siguiendo con las teorías del aprendizaje puede suponerse que la infografía logra integrar elementos y soportes significativos (Ausubel, en Gimeno y Pérez, 1993) para el receptor (estudiante de bachillerato), quien en la instancia en que se encuentra (Educación Media Superior) es capaz de integrar conocimiento complejo (Piaget e Inhelder, 1996); suponerse también que el soporte infográfico al integrar dos códigos (visual y textual) refuerza el mensaje a transmitir; que la infografía ofrece la posibilidad de regular la carga cognitiva a través de la integración y extensión intencionada del texto, y que sería un elemento didáctico que podría apoyar la labor del docente.

Se puede relacionar a la infografía, así como sus contenidos compositivos con la comprensión y sus procesos cognitivos, porque permite: la ejemplificación, la clasificación y la comparación. De igual suerte da pie a la explicación, la interpretación e inferencia, y contribuye a la alfabetización del individuo en cuanto a la lectura de un código dual o de dos vías.

No debe entenderse, con base en lo escrito en esta investigación, que el código iconográfico o el texto esté en función del otro o se subordine al otro, sino entenderse que son dos códigos de características diferentes que se complementan y que refuerzan el mensaje en favor de la comprensión.

Al respecto, dice Zamora (2015):

Debemos cuidarnos también de no caer en la idea de que las imágenes son “superiores” a las palabras. En realidad, si las palabras son incapaces de darnos todo el sentido que “contienen” las imágenes no es porque sean inferiores, sino porque son diferentes. Asimismo, si las imágenes no “dicen nada”, ello no es signo de que algo “les falta”. Lo que sucede es que en muchos casos son dos lenguajes irreductibles el uno al otro [...] lo visto y lo dicho son tan distinto, que al ser traducidos entre sí sufren de cierta desnaturalización. (Zamora, 2015, p. 94)

El texto, tanto oral como escrito, ha sido considerado desde su aparición -y su consecuente evolución- como el mecanismo más eficaz de comunicación para la de transmisión del conocimiento; la herramienta primordial en el proceso de aprendizaje (Zamora, 2015; Orson, 1997). Sin embargo, como hemos observado, el lenguaje de la imagen ha ido ganando terreno en cuanto a objeto de estudio, así como elemento relevante en los procesos de comunicación. La infografía se nutre de un recurso rico en posibilidades comunicativas: la imagen y esta sólo la captamos a través de nuestros sentidos.

La Atención

Hay un elemento sobre el que es conveniente hacer énfasis antes continuar: la *atención*

Se afirma en el apartado anterior que la infografía, de acuerdo con la literatura maneja códigos visuales y textuales (o paratextuales) *atractivos* para el espectador. En consecuencia, se debe enunciar, aun de manera breve, a qué se refiere la atención y qué relación guarda con el factor de atracción.

Según Schunk (2012): “la atención es el proceso por el cual se seleccionan algunas entradas ambientales para el procesamiento posterior de la información” (p.490). De acuerdo con el autor son diversos los factores que pueden provocar esta selección o *atracción* que a la vez detonaría la *atención*. Por ejemplo: la novedad, el movimiento, la intensidad, la relevancia, el matiz o el croma; la saturación, el contraste, etcétera (p.44). Estos factores o estímulos de atracción son determinantes para la atención y la eventual concentración en los elementos que así lo requieran, de acuerdo con nuestras preferencias personales. Sin embargo, más allá de estas preferencias personales, la atención no puede detenerse en todas ellas. En consecuencia, la atención es selectiva, y en el campo sensitivo dominará el elemento que destaque por un factor de atracción, y que permita diferenciarlo del resto de los estímulos en el campo sensitivo correspondiente.

En ocasiones el cerebro puede distribuir la atención en varios estímulos de bajo procesamiento, o puede concentrarse sólo en uno de ellos, el cual que requerirá de mayor atención, así como una mayor cantidad de recursos cognoscitivos. La atención puede detonarse cuando se presenta una acción, un material o un factor que evite la repetición o la predictibilidad; que rompa con la hegemonía o la normalidad (Schunk, 2012, pp. 170-173).

En consecuencia, es posible que la atención se detone a partir del *contraste*.

Sumado a este factor de contraste, se puede enunciar que la atención podría estar ligada a un tipo de memoria llamada *transitoria*, que debe su nombre a una breve duración en la percepción. Si esta atención se mantiene será trabajo de la *memoria de corto plazo* procesar la importancia que tiene el estímulo que se presenta. Podría intervenir de igual

manera en el proceso de atención, la llamada *memoria sensorial*, en especial la *memoria sensorial visual*, también llamada *memoria icónica*. Neisser (1967, citado en Gluck, 2009, p. 171), sostiene que: “esta memoria es esencial para reconocer y procesar la información presentada de manera breve”, luego es evaluada por el cerebro, quien decide qué estímulo vale la pena para profundizar en el proceso de atención; y si este proceso se prolonga entrará en acción la memoria temporal, que podría dar paso a la memoria de largo plazo (Gluck, 2009, p. 171).

Como se puede apreciar el factor de la *atracción* que un estímulo detona daría pie a otro factor determinante: *la atención*. Esta, como veremos más adelante, resultará de gran utilidad debido a los códigos que la infografía comprende, los cuales envían estímulos visuales de atracción, que a su vez podrían favorecer la atención, una vez que las imágenes llegan al cerebro.

Cómo llegan las imágenes a nuestro cerebro

Las imágenes, por supuesto, llegan a través del sentido de la vista, que es ante todo parte de nuestro sistema perceptivo. La percepción es lo que nos hace identificar al mundo, sus fenómenos, y nos pone en contacto con él, permitiendo que nos adaptemos al entorno poco a poco. Cada contacto, cada experiencia, nos permiten relacionar a través de principios de organización y de manera paulatina las experiencias que acumulamos a través de los sentidos otorgándonos un repositorio que podemos utilizar, desechar o dejar archivado. Dice Quiroga (1995): “Las sensaciones son los datos primarios, originales, irreductibles a todo análisis” (p.34).

Uno de los sentidos sobre los cuales basamos nuestra percepción del mundo es sin duda la vista.

Existen más de treinta áreas en el cerebro conectadas y relacionadas con el sentido de la vista y todo lo que la misma pueda proveer. Este sentido es de los más significativos porque a través de él reconocemos el mundo y un inmenso lenguaje aprendido de manera natural; códigos de colores y formas que llegan a nuestros ojos de manera inmediata y nos permiten reconocer objetos y sujetos sin necesidad de más explicaciones o indicios. Incluso podemos relacionar otros sentidos al de la vista. Por ejemplo, poder recordar un sabor o una sensación en la piel con solo ver una fotografía que evoque un recuerdo o una vivencia. En los ojos, hay muchas partes diferentes que nos ayudan a crear la visión. La luz pasa a través de la córnea, que es la superficie transparente, en forma de cúpula, que cubre la parte delantera del ojo. La córnea desvía o refracta la luz que entra al ojo. El iris, la parte coloreada del ojo, regula el tamaño de la pupila, la abertura que controla la cantidad de luz que entra al ojo. Detrás de la pupila, está el cristalino, una parte transparente del ojo que enfoca aún más la luz o las imágenes en la retina. La retina es un tejido delgado, delicado, fotosensible, que contiene células “fotorreceptoras” especiales que transforma la luz en señales eléctricas. Estas se siguen procesando y luego viajan desde la retina del ojo al cerebro a través del nervio óptico, un conjunto de alrededor de un millón de fibras nerviosas. “Vemos” con nuestro cerebro; los ojos recogen la información visual e inician este complejo proceso (Barlow, Blakemore y Weston-Smith, 1994).

Los rayos luminosos entran a través de la pupila, pasan por el humor acuoso, atraviesan el humor vítreo y luego llegan a la retina (siendo estos los 4 medios transparentes o refringentes del ojo), cuando llegan a la retina esta convierte esos rayos luminosos en energía eléctrica que pasan a través del nervio óptico hasta llegar al cerebro, el cerebro interpreta esta energía eléctrica y la convierte en señales neurológicas y nos da una respuesta en cuanto a forma, tamaño y color, o sea, la imagen se produce en el cerebro, y por el efecto que se llama persistencia visual es que podemos distinguir las cosas (Schunk, 2012, pp. 29-70).

Los rayos de luz blanca rebotan en los elementos de nuestro entorno, devolviéndolo en diferentes longitudes de onda. Estos rayos penetran en el ojo a través de la córnea, cámara anterior, pupila, cámara posterior, y luego a través del humor vítreo este rayo llega a la retina sobre todo a una parte una hendidura que está en el fondo del ojo, que se llama fovea. En la fovea hay dos tipos de neuronas especializadas, un tipo llamado *bastones* y otro tipo de neuronas llamada *conos*. Estas células hacen que la luz, se transforme en impulso eléctrico a través de un proceso de foto sensibilidad. Los bastones toman la longitud de onda que traen datos del contraste, brillo y dimensiones, y los conos los datos de los colores y distancia.

Una vez que la luz es traducida por estas células, viajan por el nervio óptico segundo par craneano a través de varias vías complejas, siguen separadas las vías que llevan el color, y las que llevan la forma, brillo y contraste. Estas vías cerebrales se juntan a nivel del lóbulo occipital, y las neuronas que se encuentran en este sector agrupadas en los centros de la visión, que se dividen en primarios y secundarios, procesan la información eléctrica, en una sensación de imagen. Esa sensación de imagen es tridimensional, pero la visión es en dos dimensiones (Barlow *et al*, 1994; Vitta, 2003).

Las ilustraciones, que son elemento esencial en la composición de las infografías son en realidad imágenes o *íconos* (aunque éste último término ha sido utilizado para enunciar a las *imágenes* más allá de su origen: del griego bizantino *eikón*, *-ónos*, que se refiere a asociar una imagen con los que pretende representar). Las imágenes se pueden representar en muchos niveles de abstracción, desde muchos estilos dependiendo del artista, desde diferentes niveles de iconicidad o de profundidad, desde del contexto social,

el contexto cultural, etcétera. No es necesario hacer una distinción entre los términos: imágenes e ilustraciones dentro de las infografías resultan prácticamente un sinónimo.

Sin embargo, profundizar en los elementos sintácticos de la imagen resultaría una tarea propia de una investigación de otra índole, que, aunque relacionada con la presente, ofrece un campo basto, así como profundo, que será necesario tratar de manera gradual en otros trabajos de investigación.

El mundo de las imágenes es común a todos los seres humanos que nacen dotados con la capacidad de percibir las formas y sus atributos por medio de fenómenos ópticos. Desde temprana edad, los seres humanos generan códigos naturales, que aún latentes y de manera inconsciente nos comunican algo. Sin importar que se tenga o no clara conciencia acerca de dichos códigos se puede saber-con base en la experiencia- lo que simbolizan y cómo relacionarlos. Por ejemplo, se sabe qué colores se pueden asociar con la naturaleza, o cuales asociar con un ambiente cálido o frío; se puede saber también, que una abstracción extrema con dos puntos y una curva podría simbolizar un rostro, aun cuando nunca encontremos en la realidad algo parecido. Son formas y adjetivos que permite al ser humano comunicarse consigo mismo, para entenderse con sus semejantes, al igual que con el mundo que lo rodea. Es por eso que las imágenes son comunes a todos los seres humanos. Desde temprana edad hombres y mujeres se sienten atraídos por los íconos, por los colores y las formas que los integran. Cuando esa forma tiene un movimiento contenido o un movimiento real adquiere más fuerza todavía.

¿Por qué son tan importante las imágenes?

En realidad, en la investigación científica y filosófica se recurre a las imágenes (materiales o inmateriales) con más frecuencia de lo que se está dispuesto a reconocer.

(Zamora, 2015, p. 169).

El ser humano es aquel ser al que le gusta hacerse de una imagen. Todos poseemos una naturaleza icónica. Aun cuando la hayamos olvidado.

(Boehm, 2017, p. 23).

Según Berger (2002), las imágenes llegan al receptor de manera inmediata, mucho más de lo que las palabras lo hacen. Esto genera la necesidad de desglosarlas, discriminarlas, analizarlas, evaluarlas, para saber qué es lo que nos dicen; saber si algo nos pone en peligro, si nos es agradable, etcétera.

No obstante, a pesar del uso milenario del recurso icónico, es apenas en el siglo xx que se generan enfoques para un discurso científico de la imagen. El uso de las imágenes abstractas, su exploración, así como la consolidación de la fotografía contribuyeron a la universalización de la imagen; a la necesidad de teorizar sobre el regreso del insumo iconográfico como elemento esencial de la comunicación. Con la disolución paulatina de las fronteras comunicativas las imágenes, a partir del siglo xx, se convirtieron en instrumentos que permitieron adquirir conocimiento que sólo de esa manera se podía obtener (Boehm, 2017).

Antes del siglo xx, el logocentrismo dominó durante muchos años el panorama de la comunicación humana y las imágenes quedaron relegadas en un plano secundario. El cristianismo fue la única religión, convertida en cultura, que expandió su poder mediante el uso de las imágenes (Boehm, 2017, p. 52).

El texto e imagen hoy conviven, se complementan, se refuerzan, hablan, en un sinfín de soportes y medios de comunicación. Texto e imagen son objeto de estudio, de manera independiente como relacional.

La imagen hoy resulta una herramienta de comunicación fundamental, generadora de conocimiento, “una necesidad anclada de manera profunda en el ser humano” (Boehm,

2017, p. 49). La imagen actual es semántica, estética, utilitaria, ornamental, identitaria. Hoy vende historias y cosas; engaña, manipula, divierte, hipnotiza, provoca. Las imágenes cambiaron frente a nosotros. “Una imagen en sí, sólo tiene sentido de lo que muestra. Y otro sentido, según el uso que uno hace de ella” (Völken, 2001, p.11). Ahora, el sentido que le damos a las imágenes se ha diluido o diversificado, estas se han salido del control del emisor inicial, del autor.

Hoy las imágenes se comparten, se modifican, se intervienen, son objeto de culto, de manipulación. A conveniencia las usamos o las desechamos. Muchas imágenes son tan efímeras como muchos otros objetos en la sociedad del consumo. La civilización de las imágenes es un pleonismo: la imagen siempre ha sido condición de la civilización (Völken, 2001, p.13). Hoy, la humanidad vive en una era plagada de contenido icónico, el ser humano aprendió a decodificar mensajes visuales en diferentes niveles de iconicidad, sin ser plenamente consciente (Es más fácil ser consumidor que productor de mensajes visuales).

Este contenido icónico que percibimos y digerimos, se apoya en dos pilares fundamentales: un mostrar algo y un mostrarse en sí mismas. Las imágenes, al igual que el texto se pueden *diseccionar* en niveles de profundidad, de comprensión.

Según Panofsky (1995), se puede *comprender* una imagen desde tres niveles:

- a) El nivel *pre iconográfico* (vgr. lo más superficial de una imagen, su atractivo visual. *Me gusta, no me gusta; me es atractiva o no*).
- b) El nivel *iconográfico* (las características formales de la imagen. Sus dimensiones, qué técnica la conforma, que sustrato la soporta, etcétera).
- c) El nivel *iconológico* (lo que gira alrededor de una imagen: su contexto social, cultural, histórico, etcétera).

La manera en que se hace esta disección sólo puede comprenderse, sin embargo, bajo la precisión del lenguaje (Panofsky en Boehm, 2017, p. 31).

La comunicación visual, como menciona Quiroga (1995), se apoya casi siempre en el lenguaje textual u oral de los que difícilmente puede desligarse; a excepción de algunos signos altamente convencionalizados, que pueden superar fronteras (p.47).

Según Cairo:

Existen dentro del cerebro más de treinta áreas (conjuntos densamente conectados de neuronas) dedicadas al procesamiento de la información recogida por los ojos; la evolución nos diseñó para que ninguna otra actividad requiera de una cantidad de recursos mentales equivalente. Somos animales visuales, eso influye incluso en la forma en la que nos comunicamos. (Cairo, 2011, p. 14)

Las imágenes, dominantes en este siglo como en ningún otro, demandan de los destinatarios mucho más que una simple mirada. Los creadores de imágenes han obligado al espectador a convivir con ellas, los han forzado a entenderlas. Por fuerza de la repetición a convencionalizarlas. Por fuerza de la economía a comercializarlas (Völken, 2001).

Como en ningún otro momento histórico, las imágenes se han sobreexplotado, gracias a las posibilidades tecnológicas que se renuevan con a velocidades vertiginosas. Hay cientos, quizá miles de imágenes *desechables* que sólo tendrán apariciones fugaces, que no serán ya objetos de culto, que quedarán relegadas por el tren apabullante de la información. Muchos quehaceres como el diseño gráfico, el diseño de información, la publicidad, el diseño editorial, etcétera, utilizan a la imagen como insumo primordial de la comunicación visual; de la difusión, de la mercadotecnia.

Dentro de muchos quehaceres, aparece de pronto, con fuerza, desde mitades del siglo pasado, un nuevo quehacer editorial: *la infografía*; que comenzaba a manejar dos códigos ricos en posibilidades comunicativas (texto e imágenes) en un mismo soporte, con *códigos metalingüísticos*, con grandes recursos expresivos, equiparables; con niveles de profundidad comparables, que facilitaban la *comprensión*, pero que demandaban la vuelta a la escena de la imagen como medio de comunicación altamente significativa. Las imágenes se convirtieron rápidamente en objetos de consumo. La imagen también se convirtió en sinónimo de *ilustración*.

El papel de la imagen se elevó, a partir de estas prácticas, a un plano diferente, a un papel protagónico dentro de las representaciones no-verbales, se elevó a la práctica de “pensar con los ojos” (Boehm, 2017, p. 115).

La importancia de la imagen es palpable. Basta mirar un aparato de telefonía celular, una tablet; el televisor, la pantalla de una pc; la portada de un libro o una revista; un espectacular o un anuncio en alguna carretera. Todas estas manifestaciones de la vida cotidiana están relacionadas con el atractivo visual de los íconos, de la naturaleza icónica del ser humano; de las prácticas visuales que se convierten, a pesar de nosotros, en conocimiento.

Conclusión de la primera parte

Se puede enunciar que, de acuerdo con la prueba PISA 2018, México presenta un leve crecimiento en los rubros en que la prueba se enfoca: Matemáticas, Ciencia y Comprensión Lectora. Que Ciencias es una de las áreas de oportunidad para incidir con estrategias que podrían ayudar a subsanar este rezago. Se puede decir también, de acuerdo con la prueba TALIS 2018, los docentes presentan una marcada carencia en cuanto a recursos didácticos, lo que ofrece de la misma manera una oportunidad para el planteamiento de un abanico de posibilidades de creación e implementación de material didáctico. Decir también que la infografía como herramienta y recurso pedagógico ofrece un vehículo de ayuda en el proceso de enseñanza-aprendizaje, porque sustenta su funcionalidad en elementos gráficos y textuales, que han sido probados e implementados en la industria editorial con resultados positivos que se traducen en incrementos de venta y consulta.

Hasta esta instancia, se puede concluir que de acuerdo con las pruebas PISA y TALIS, existen áreas de oportunidad de crecimiento en términos de rendimiento escolar que pueden y deben ser aprovechadas por diferentes actores, desde diferentes ángulos. Una de herramientas que puede incidir en la mencionada área de conocimiento (Ciencias, específicamente Química) que aquí se abordan es la creación de un material didáctico visual, llamado *infografía*, el cual pretende ser una *herramienta* de apoyo pedagógico para tener después la posibilidad de convertirse en un *recurso* pedagógico. Desde luego, *herramienta* y *recurso* dependerán de la metodología contemplada desde la planeación del docente o el diseñador de contenidos, en términos de aplicación de un conjunto de estrategias.

Las herramientas y los recursos responden a la manera en que se enseña, pero debemos diferenciar entre una y otra, entendiendo a la *herramienta* como un instrumento (generalmente material) para un oficio o quehacer que nos permite llegar a un fin. Por otro lado, un *recurso* (material o inmaterial) es de lo que alguien se sirve para conseguir un fin. De tal manera que una herramienta puede convertirse en parte de una estrategia o recurso pedagógico, que alimente el conocimiento del alumno y del contenido pedagógico del docente.

Sin dudas, parece relevante destacar también que el código visual está presente en casi todas las formas de comunicación que como seres humanos hemos desarrollado. Presente también en todas las etapas del ser humano a lo largo de su paso por la historia y que este ser humano se ha habituado al *código informal* de las imágenes. En ocasiones el ser emisor *trata de hablar* a través de estos códigos visuales, a veces lo hace de manera atinada y directa; a veces este *lenguaje* parece poco comprensible u obedece a radios de comprensión reducidos. Aun así, dentro de sus limitaciones sintácticas, busca el ser humano un vehículo de comunicación que parece inalienable a su esencia: la imagen.

Dice Jardí (2014), que las imágenes son fáciles de entender, pero en ocasiones difíciles de explicar (p.7), y que dependiendo de la complejidad de la imagen habrá diferentes interpretaciones. Jardí (2014) menciona que: “El lenguaje visual pertenece a una cultura mucho más antigua que el lenguaje escrito, y es de los primeros que aprenden los niños” (p. 7). Sin embargo y pese a ello, el autor reconoce también que en comparación con lo que sucede con el texto, los estudios sobre el lenguaje visual son aún reducidos, lo que resta una gran importancia a lo relevante de este recurso comunicativo.

No obstante, el uso de la iconografía, que se ha potenciado gracias al crecimiento de la tecnología en los últimos años, abre la posibilidad a nuevas alternativas, no sólo en el ámbito del entretenimiento o el marketing, sino en la consideración de nuevas estrategias o herramientas didácticas. En este sentido creemos que la infografía puede ofrecer grandes ventajas en términos de *atracción*, puede detonar la *atención* y la probable *comprensión* de un tema que, tratado de manera sintética, en un recorrido no lineal, se adecua a las nuevas formas en las cuales el público joven recorre un espacio visual a través de la atención fragmentada.

Los recursos didácticos de la infografía como elemento de integración textual e icónica podrían colaborar, aún de manera mínima, a las prácticas pedagógicas del docente y ofrecer una *ventaja diferencial* a éste con el fin de coadyuvar a abordar un tema relevante dentro y fuera del salón de clases (Díaz Barriga y Hernández, 2010; Spiegel, 2006). Como se ha observado, la infografía y la visualización de datos podrían incidir en casi cualquier materia –dependiendo del tema o el ejercicio de clase- (Cairo, 2011; Polman & Gebre, 2015; Reinhardt, 2011), de tal suerte que también podrían apoyar a aquellas materias sobre

las cuales se tiene un déficit, como los referidos en las pruebas PISA Y TALIS, mencionadas al inicio del presente documento.

Analizar un breve marco conceptual y el estado del conocimiento, desde la literatura, detona la posibilidad de desarrollar la segunda parte de esta investigación. Lo que se busca en este segundo apartado es aterrizar lo que las teorías de la educación enmarcan y que puede materializarse en un soporte visual/textual como la infografía, así como identificar dentro del aula las dificultades y ventajas que podría ofrecer ésta como herramienta o recurso didáctico para el alumno, pero también para el docente.

La posición que se asume, luego del recorrido de esta primera parte, es que la infografía al contener o manejar dos códigos fundamentales en la comunicación (visual y textual) refuerzan y afianzan la atención. Que si esta atención se sostiene puede detonar la curiosidad por el tema contenido, y puede iniciar el recorrido hacia la comprensión.

Los supuestos de la investigación se derivan de las teorías del aprendizaje citadas en la primera parte y su relación con el soporte textual/visual de la infografía: a través de un soporte impreso como la infografía, atendiendo a las teorías del aprendizaje y de la percepción la infografía podría detonar en el receptor la atención sostenida que podría dar pie a la comprensión.

Se podría suponer (después de observar, desde de lo enunciado en esta primera parte, con referencia a las teorías y el soporte iconográfico) que el alumno y el docente se beneficiarían con el uso de esta herramienta didáctica (infografía), porque esta contiene o agrega elementos que se relacionan con diferentes códigos y teorías, como la Codificación dual, la Carga cognitiva, la psicología Gestalt; así como posiblemente se relaciona con la teoría del aprendizaje significativo.

Segunda parte

La investigación e intervención en el escenario

La segunda parte de este documento se enfoca en poner en práctica lo que se ha analizado desde la teoría en la primera parte; reportar y analizar los resultados en las prácticas de campo, en donde se pretende recabar información que nos permita asegurar o rechazar el supuesto base de esta investigación: la infografía puede favorecer el proceso de comprensión, base para el aprendizaje.

Para tal objetivo, se presenta una dinámica de intervención llevada a cabo entre los años 2018 y 2019, en la Preparatoria Federal número 2, de Cuernavaca Morelos, México. La descripción del escenario, actores y contexto se presentan a continuación de manera detallada.

Desde este documento, y con base en la literatura (Hernández-Sampieri, 2018, cap. 16), se consideran relevantes el planteamiento y la descripción general de los actores, así como del contexto, porque resultan factores determinantes, tanto en el resultado como en el proceso. La afirmación anterior la observamos en el trabajo de la doctora Minervini (2011), donde alumnos y docente fueron factores decisivos en el resultado de su trabajo. Por tal motivo, la caracterización del escenario y actores resulta relevante en la investigación, en tanto permita relacionarlas con el resultado y las conclusiones parciales y finales.

Se plantea nuevamente la pregunta general de este documento:

Pregunta General

¿De qué manera la infografía didáctica favorecería la *comprensión* de un tema curricular en Educación Media Superior?

A esta pregunta general se suman, en esta segunda parte, las siguientes preguntas derivadas:

Preguntas subsidiarias

1. ¿Qué tipo de lectura prefieren los estudiantes?
2. ¿Cuál es la pertinencia de la multidisciplina en la creación del material infográfico?
3. ¿De qué forma el empleo de una infografía creada por expertos y empleada como apoyo didáctico en la clase *La química del petróleo* podría favorecer la comprensión del tema?
4. ¿Cómo es que la elaboración de una infografía elaborada por los estudiantes, a partir de un modelo de referencia, favorece la comprensión del tema *la química del petróleo*?
5. ¿En cuál de los dos casos anteriores se obtiene mejor comprensión del tema *La química del petróleo*?
6. ¿Qué diferencias y similitudes se observan entre los grupos?

Observemos también, para efectos de contexto, el objetivo general:

Objetivo General

Analizar la forma en que la infografía didáctica podría favorecer la *comprensión* de un tema curricular en Educación Media Superior.

Para esta segunda parte se suman también los siguientes objetivos:

Objetivos específicos

1. Describir qué tipo de lectura prefieren los estudiantes de EMS

2. Observar cuál es la pertinencia de la multidisciplinaria en la creación del material infográfico
3. Describir si existe relación entre el empleo de la infografía y la *comprensión*, que pueda favorecer a los estudiantes de educación Media Superior en la materia Química Orgánica, y analizar sus características.
4. Analizar la relación entre el uso de una infografía creada por expertos como apoyo didáctico del docente y el nivel de comprensión del tema *La química del petróleo* por parte de los estudiantes.
5. Analizar la relación entre la elaboración de la infografía *La química del petróleo* por parte de los estudiantes a partir de un modelo de referencia y el nivel de comprensión lograda sobre ese mismo tema.
6. Contrastar la comprensión lograda del tema *La química del petróleo*, cuando el docente utiliza la infografía creada por expertos, cuando los estudiantes elaboran una infografía a partir de un modelo de referencia y el grupo control.
7. Analizar y describir en cuál de los casos se obtienen mejores resultados.

Muestra

La muestra, para esta dinámica en escenario, la conforman 98 alumnos de bachillerato (de entre 15 y 18 años, con una media de 15 años 3 meses), que cursan el segundo semestre (enero-junio 2019) en la Preparatoria número 2 Prof. Antonio L. Mora del Castillo, de la colonia Alta Vista, en Cuernavaca, Morelos. Esta muestra estuvo conformada por dos grupos experimentales y un grupo control (o testigo) con matrículas similares; que verían el mismo tema el mismo día, y con el mismo docente. El docente facilitó la elección de los grupos al investigador sin mencionar el rendimiento de cada uno de ellos o sus hábitos dentro del salón de clases, para no influir o predisponer al investigador sobre la elección de los grupos. Este mismo docente, dio la libertad al investigador para escoger, entre los tres grupos que estaban a su cargo, cuáles de ellos serían los experimentales y cuál el grupo control.

A continuación, se describen brevemente a cada uno de los grupos participantes y la dinámica que se llevó en cada con cada uno de ellos de manera general.

Grupos experimentales (H e I)

El **Grupo H** estuvo conformado por 28 alumnos, 19 hombres (67.9%), y 9 mujeres (32.1%); con edades entre 15 y 18 años; con una media de edad de 15.2 meses. Este grupo experimental trabajó en equipos de 3 integrantes con una infografía proporcionada por su docente, quien había recibido anticipadamente 9 infografías con el mismo contenido temático (8 de 30x60 cm, que utilizarían los alumnos y una más de 60x90 que sería utilizada por el docente).

El **Grupo I** estuvo conformado por 30 alumnos participantes, 16 de ellos hombres (53.3%) y 14 mujeres (46.7%); con una media de edad de 15.5 meses.

En este grupo experimental, los alumnos elaboraron su propio material infográfico, con base en una infografía impresa con el mismo tema: *La química del petróleo*, la cual sirvió de referencia y que estuvo pegada al pizarrón con adhesivo. El docente hizo una breve introducción al tema *La química del petróleo* y le facilitó a cada equipo la información textual que la infografía debería contener.

Un grupo control

El grupo A fue el grupo *control*, conformado por 10 hombres (33.3%) y 20 mujeres (66.7%); con edades de entre 15 y 18 años; con una mediana de edad de 15.4 meses. Este grupo control (A), fue monitoreado durante la sesión en la cual se abordó el tema *La química del petróleo*, a través de bitácora de observación, y de acuerdo con lo registrado durante la observación de la sesión, no cambió la dinámica con la que éste trabaja de manera habitual. El investigador no le proporcionó al docente o al grupo material alguno para trabajar en clase. El docente tampoco usó algún material didáctico en la sesión donde se revisó el tema *La química del petróleo*, lo

cual no fue a petición o requerimiento del investigador. La intención fue que el docente impartiera su clase como habitualmente la había diseñado.

El Diseño de la Investigación

Enfoque Mixto (Cualitativo y Cuantitativo)

Casi toda investigación es mixta (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, cap.16), es decir, que no puede eludir la estadística o los números, tampoco puede eludir a la parte textual o la discusión teórica. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) la investigación mixta pretende utilizar e integrar las fortalezas de la investigación cualitativa y cuantitativa. Algunas de las ventajas de las investigaciones mixtas son: Perspectiva más amplia y profunda, mayor teorización, datos más ricos y variados, e indagaciones más dinámicas, entre otras.

Ciertos procesos de la investigación mixta son utilizados a favor de la presente investigación: *a)* Decisiones sobre qué instrumentos se emplean para recolectar datos cuantitativos y cualitativos; *b)* Prioridades de los datos; *c)* métodos de análisis de cada etapa o proceso; *d)* decisión sobre la manera de presentar los resultados inherentes a cada enfoque y hallazgos conjuntos (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, 610-611).

Esta investigación tiene una mayor carga cualitativa, pero también observa la parte estadística, para darle mayor solidez a lo que se fundamenta desde la teoría.

Cuasi experimental

No se tuvo control o dominio sobre todos los procesos, las variables o los elementos con los cuales se trabajó (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, pp. 173-174), los grupos ya estaban formados con anterioridad y permanecieron intactos. Si bien el escenario fue elegido a conveniencia, la muestra fue elegida de manera aleatoria: de los tres grupos disponibles se escogieron al azar los dos grupos experimentales y el grupo control.

Transversal

El pre test, la intervención y el post test se realizaron en diferentes fechas. Pero se cuidó que en cada una de estas fechas se realizara la misma actividad para todos y cada uno de los grupos, aunque con diferencia de horario. Así por ejemplo, en el día acordado, todos los grupos realizaron el pre test, en otra fecha todos ellos realizaron la actividad planeada para la intervención, y en otra fecha más se aplicó para todos los grupos el post test, etcétera. En los semestres enero-junio 2018 y 2019, se llevaron a cabo diferentes pruebas e intervenciones. Las fechas fueron acordadas por el investigador, las autoridades de la institución y el docente.

Alcance de la Investigación

Exploratorio-Descriptivo

Los estudios exploratorios son más propios de la investigación cuantitativa, pero dada la naturaleza de esta investigación -que es mixta- se define el alcance de esta investigación como de corte *exploratorio* dado que, los estudios que se enmarcan desde este corte tienen la particularidad de investigar o estudiar fenómenos poco explorados, que no se han abordado o que se ha profundizado poco sobre ellos; además de preparar el terreno para estudios más profundos o más elaborados (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, p. 105).

Más allá de lo que pueda soportar la estadística es conveniente observar, en esta investigación, lo que se descubre en un escenario específico. Que si bien abre la posibilidad de considerar que un fenómeno similar podría replicarse, también es necesario observar que una investigación de alcance exploratorio busca en esencia reportar lo que se descubre en el escenario, y los actores sobre los cuales se trabaja.

Esta investigación es también de corte *descriptivo*, toda vez que considera como objetivo especificar propiedades y características de fenómenos o hechos en un contexto determinado; así como cuantificar y mostrar lo más posible acerca de estos fenómenos o

hechos. Según Hernández-Sampieri (2018), los estudios de este corte o alcance pretenden especificar las propiedades, características y perfiles de los todos los participantes, escenarios o elementos que se estudian. Con esta base se evalúan y representan los resultados, con el fin de mostrar las dimensiones de un fenómeno, sus características, sus orígenes o sus consecuencias. La investigación descriptiva se nutre de uno o más atributos de un fenómeno (p. 105-108).

Metodología

El trabajo de investigación se desarrolló en las siguientes fases:

1. Planteamientos generales.
2. Observación en el aula.
3. Colecta de información sobre preferencias lectoras
4. Elaboración del material infográfico didáctico.
5. Pres test, Intervención y Post test.

Fase 1. Planteamientos generales

Situación y descripción del escenario y los actores

Un objetivo derivado de la presente investigación, fue incidir en la problemática ya analizada en el campo de la EMS en términos de educación, específicamente dentro del campo de la didáctica. A través de la elaboración y utilización de una infografía como material didáctico de apoyo para el docente y para los estudiantes; que pudiera ayudar a la dinámica en dos grupos experimentales en la Preparatoria Diurna Número Dos, Antonio L. Mora Del Castillo.

Se planteó el hecho de que la visualización de datos a través de un soporte infográfico pudiera describir o reportar un informe favorable para la comprensión detonada por varios factores y teorías analizadas anteriormente.

Se planteó, al mismo tiempo, el hecho de que la infografía fuese considerada por el docente como un material didáctico valioso que ofrezca una *ventaja diferencial*, (término utilizado y analizado ampliamente por el doctor Spiegel 2006).

Ante esta perspectiva, se propusieron las siguientes dinámicas:

- 1) utilización de una *infografía creada* previamente por expertos en diferentes áreas y
- 2) una infografía *elaborada por los estudiantes* con base en un ejemplar impreso.
- 3) un grupo control (o testigo) para poder comparar resultados y experiencias. Este último grupo sólo fue monitoreado por el investigador.

(Se registraron bitácoras de observación de la dinámica para los tres grupos).

Para llevar a cabo esta propuesta se consideraron tres escenarios al inicio de la investigación: dos preparatorias federales (Preparatoria Uno y Preparatoria Dos) pertenecientes a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos; y una preparatoria privada del Estado de Morelos (Preparatoria La Salle Cuernavaca). Este último escenario fue descartado toda vez que llegada la fecha de intervención decidió no participar, alegando que la presente investigación trastocaría los tiempos de sus planes de estudio.

La intención inicial en la elección de los escenarios fue comparar dos planteles con características muy particulares (una preparatoria pública y una privada), que pudiesen trabajar con la misma dinámica, así como con el mismo material didáctico, para conocer los resultados en cada escenario y saber si las posibles diferencias obedecían a factores identificables.

Una vez que se descartó a la preparatoria privada no se consideró otra alternativa por las siguientes razones: *a)* el desfase que se daría en los tiempos con respecto a la otra preparatoria-escenario (Preparatoria Federal Número Dos), con la cual era necesario iniciar la intervención en un semestre que estaba próximo a iniciar, y empatar los tiempos entre

los dos escenarios resultaba una labor de coordinación sumamente complicada, y *b*) de acuerdo con la literatura, el sector privado representa un fenómeno favorecedor en el uso del material didáctico y el aprovechamiento de éste en el área de estudio en cuestión (según el reporte PISA 2015), fenómeno que no se encuentra en el sector público. Por tanto, se consideró poco fructífero elegir con premura otra institución privada. Se decidió por tanto limitar la muestra a un solo escenario, y comparar únicamente a los grupos experimentales y al control (*grupos B, H e I* de la Preparatoria Federal N° 2). Un estudio posterior quizá podrá mostrar si existen diferencias significativas en la aplicación del material didáctico y los consecuentes resultados entre grupos de estudiantes de escuelas federales con respecto de las privadas.

La decisión fue: trabajar con la preparatoria Federal Número Dos como escenario y con La Preparatoria Federal Número Uno como *recurso de población con características semejantes* a las del escenario para levantar datos equiparables a los de la población objetivo, por ejemplo, calibrar la infografía impresa, la carga textual, la dificultad de la redacción, etcétera. Lo cual abrió la posibilidad de levantar datos complementarios sin contaminar a la muestra.

Características del público muestra de acuerdo con la literatura. Los adolescentes en la Educación Media Superior (EMS).

El *público muestra* son jóvenes de bachillerato (entre los 15 y los 18 años), que cursan el segundo semestre (enero-junio 2018) en la Preparatoria número 2 Prof. Antonio L. Mora del Castillo, de la colonia Alta Vista, en Cuernavaca, Morelos. Este plantel pertenece a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México; está ubicado en zona urbana al noreste de la ciudad de Cuernavaca. Al ser una escuela pública, es decir, no particular o de paga, el aspecto socioeconómico de la población podría ubicarse dentro de los rangos *C+*, *C*, *C-* y *D+*, según el AMAI (Asociación Mexicana de agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión), (2020).

En esta instancia es necesaria una precisión. Se había mencionado anteriormente la razón o razones para trabajar con este público en específico. Se había hecho también hincapié en que estudiantes de otra preparatoria servirían para recabar información para algunos instrumentos útiles para la presente investigación, sin contaminar al público muestra de la preparatoria donde se haría la intervención principal. Esta precisión parece necesaria para que el lector de este documento tenga claridad, por una parte, sobre los estudiantes que sirvieron para realizar mediciones previas a la intervención en el escenario final, y por otra, del público muestra de la Preparatoria número 2.

Observemos entonces, después de esta precisión, que desde el planteamiento general de este documento se ha descrito al adolescente que ha servido como *público muestra* para esta investigación. Retomemos algunos datos interesantes acerca de los jóvenes pertenecientes al sector que aquí nos ocupa:

1. Es un sector sobre el que se tiene poca información acerca de qué publicaciones, recurso visual o material didáctico requiere o le es conveniente (INEE, 2018, p. 98-99).
2. Es un sector considerado de relevancia (SEP, 2014, p. 2).
3. Es un sector que vive en una era plagada de imágenes complejas que puede resolver y comprender con base en el conocimiento previo. Así también, cuenta con la posibilidad de habituarse rápidamente a nuevos lenguajes visuales que forman parte de su vida cotidiana. Las imágenes no sólo son comunes para el adolescente sino atractivas, y por medio de ellas se puede acceder a sus filias, su parte afectiva (Minnervini, 2005, p. 170).
4. Son capaces de relacionar conocimientos aislados e integrarlos para dar pie a conocimientos más estructurados, lo que les permite otras acciones mentales, por ejemplo, la inferencia y la crítica (Victoria Lerner, 1998).
5. Con la aparición de las operaciones formales, el joven pasa a tener a su disposición varias capacidades importantes. Quizá la más importante sea la capacidad para construir proposiciones “contrarias a los hechos” (Coleman, 2003 p. 45).

6. El joven puede no solo desarrollar operaciones formales sino crear conceptos, hacer lecturas diferentes, propias, percepciones construidas con base en su experiencia, en sus conocimientos previos, adquirir nuevos conocimientos y relacionarlos con archivos mentales preexistentes (Quenta, 2014, pp. 1-8).
7. Los jóvenes de este rango de edad están familiarizados con los lenguajes iconográficos y los utilizan de forma ágil para comunicarse. Sin analizarlos demasiado, están inmersos en lenguajes múltiples que les requieren cierto grado de decodificación y lo hacen con relativa facilidad (Pro, 2003).

Más allá de lo que se enmarca desde la primera parte, con respecto a los jóvenes de este sector, y que ha sido necesario retomar nuevamente, se debe aclarar que cada escenario presentará características muy particulares, derivadas, por ejemplo, del entorno social, el económico, el familiar o el escolar.

Atendiendo a lo anterior se consideró necesario caracterizar a este público en específico y saber no sólo cómo se perciben a sí mismos en ciertos aspectos sino cómo los ven sus pares o su docente.

¿Qué opinan los alumnos acerca de la Química, el docente y el entorno escolar?

A través de una serie de preguntas (41 reactivos) dentro de un instrumento, implementado a 93 estudiantes de los tres grupos (experimentales y control), se intentó registrar la percepción general que los estudiantes tienen de la Química y su relevancia; de su maestro de Química²³ (con el propósito de identificar indicadores, tanto en el comportamiento del docente como su proceder dentro del aula) y del entorno escolar, que pudiesen servir como comparativos dentro de la investigación.

²³ El maestro de Química es el docente Ramón, quien estuvo con ellos el semestre próximo anterior impartiendo la clase de *Química* y que tuvo continuidad con los mismos grupos al momento de realizar el pre test, la intervención, el post test, etcétera, impartiendo la clase de *Química Orgánica*.

Lo anterior obedece a dos razones principales: la primera atiende a lo que enmarcan autores como Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1999), o Álvarez-Gayou (2016), quienes afirman que una de las características principales de una investigación mixta es la de cubrir desde todos los ángulos, perspectivas y enfoques posibles, las cualidades o descripciones de elementos, actores, escenarios, instrumentos, etcétera, que pudiesen incidir directa o indirectamente con el resultado de la investigación. La segunda razón -relacionada directamente con la anterior- la encontramos en investigaciones como la de la Dra. Minervini (2011), quien en las conclusiones de su investigación declaró una fuerte influencia del docente, así como de los alumnos en los resultados obtenidos.

Lo que se buscó a través de la recopilación de estos datos fue observar una posible asociación de los resultados finales -del presente documento- con el interés que pudiese existir por parte de los estudiantes acerca del material con un tema de Química, con un docente en específico y un entorno determinado. Saber también, si el gusto por la Química, su relación con el docente o el entorno determinarían su evaluación o desempeño, tanto de los grupos experimentales como el control.

Con los resultados obtenidos a través esta serie de reactivos se realizó la reducción de dimensiones para cada codificación (ver anexo), en los cuales, en términos generales, se encontró que los estudiantes a quienes se les pidió que respondieran los 41 reactivos, dijeron que:

1. El 64.5% de ellos considera que es muy importante la química en nuestra vida cotidiana. El dato concuerda con lo que reportan las pruebas PISA (OCDE, 2020), y TALIS (OCDE, 2018).
2. Sin embargo, el 70.1 % considera que su experiencia al estudiar química ha sido poco satisfactoria.
3. Aun así, 35.5% considera que la Química es importante dentro de sus expectativas profesionales. Lo que reafirma el hecho de que los estudiantes consideran importante la materia; al grado de considerarla dentro del panorama universitario.

4. 44.1% de los estudiantes dice que el docente no utiliza como apoyo para sus clases libros o material impreso. Sin embargo, sí hace uso de dispositivos o trabajos en Power Point, según dijo el 43% de los estudiantes.
5. El 75.3% de ellos afirmó que el docente de Química nunca había utilizado una infografía como herramienta de apoyo pedagógico. Pero como veremos más adelante no tiene claro lo que es una *infografía*.
6. Por otra parte, el 85% de los alumnos, dijo que el docente no improvisa sus clases, sino las prepara.
7. Así mismo, el 76% de ellos declara no crear con regularidad su propio material de apoyo (textual, gráfico, audiovisual, visual), porque consideran no haber recibido instrucciones adecuadas para ello.
8. El 87% de los estudiantes declara que el maestro de Química le brinda orientación cuando es requerida; el 89.2% declara que el maestro de Química los orienta sobre lo que deben estudiar y el 75.3% de ellos considera que el docente les ofrece material necesario para orientarlos sobre los temas que abordan en clase.
9. El 50.6% considera que la clase de Química les resulta aburrida, y el 27.9% considera que la Química es una materia difícil.
10. No obstante, el 75.3% de los informantes asegura estar interesado en las cosas que aprende de Química.
11. Por otra parte, el 96.8% de ellos no sabe lo que es un texto discontinuo; El 100% no conoce lo que es un texto mixto y el 92.5% no sabe lo que es una infografía.

Con respecto a lo anterior podemos decir que los informantes consideran importante la materia de Química, pero no siente atracción por la clase, pese a que tienen buena opinión de su docente; reconocen el empeño de éste, su dedicación y el respeto que les brinda. Podría plantearse entonces, que los alumnos no se sienten motivados por la asignatura a pesar de reconocer la importancia de la misma. Sin embargo, si el docente no representa un impedimento para que la asignatura sea atractiva, podría enfocarse esta falta de interés o atracción hacia otros factores, como los contenidos de la carta programática, a los recursos sobre los cuales el docente se apoya como parte de su estrategia pedagógica o sus *prácticas de enseñanza*.

Con relación a esto, podemos mencionar que dentro de los factores cognitivos en los que American Psychological Association, hace hincapié, se encuentra el factor que se relacionan con los *Contextos del Aprendizaje*. Estos son influidos por factores ambientales, como la cultura, la tecnología y las *prácticas de enseñanza* (Schunk, 2012, p. 264). Dentro de estas prácticas podrían hallar su acomodo los *recursos docentes* para el aprendizaje significativo. Entre estos recursos podría hallarse el material didáctico. Y dentro de ese material didáctico los recursos visuales, textuales, paratextuales y mixtos.

La percepción que los informantes tienen de su docente y de la Química podría también incidir en la participación de los alumnos en el pre test, la intervención y el post test, en términos de la disposición o la motivación para realizar las actividades. Es importante hacer notar que los alumnos no tienen una idea clara de lo que son los textos discontinuos, mixtos o la infografía. Podría suponerse entonces, a través de la interpretación de los datos recabados, que el docente no emplea este recurso como una herramienta didáctica en favor de su cátedra.

¿Y qué opinan los docentes de sus alumnos?

Se ha hecho énfasis ya sobre la importancia de cubrir todos los aspectos posibles de los elementos que conforman la investigación de corte mixto. Dice Barona (2018), que: “EL laboratorio es la escuela y no sólo el grupo. El universo es toda la institución”. De ello deriva el presente apartado, resultante del registro de la percepción de los docentes dentro del plantel que sirvió como escenario.

Según estudios realizados por Rosenthal y Jacobson en 1968, y Brophy y Good en 1974 (Schunk, 2012, pp.258-259), la percepción del docente puede desarrollar expectativas erróneas, que -en el caso de la presente investigación- podrían contrastarse con los resultados finales. De acuerdo con los investigadores, estas expectativas, provocan en ciertas ocasiones que el docente trate a los estudiantes de forma especial, creando una atmósfera *socioemocional* (el docente que da un trato cálido recibe un trato cálido). Según Cooper y Tom (Schunk, 2012, p. 259): “Es probable que los profesores creen una atmósfera más cálida para los estudiantes de los que esperan más que para aquellos de los que esperan menos”. Según Schunk, las conductas de los alumnos empiezan a

complementar y reforzar las conductas y expectativas del docente (Schunk, 2012, p. 259) lo que puede tener como resultado la confirmación de la mencionada expectativa errónea.

De acuerdo con la literatura, “la clave para la educación y el aprendizaje es mantener la motivación dentro de un rango óptimo” (Schunk, 2012, p. 59). Sin embargo, la motivación puede entenderse desde las dos perspectivas: la del alumno y la del docente. Es importante entonces observar desde ambas vertientes la percepción recíproca de los actores, lo que podría derivar en una dinámica fructífera o problemática en términos de participación activa. Es decir, al percibir un ambiente hostil o poco adecuado, cualquiera de los actores pudiese no sentirse motivado a la participación en las dinámicas planteadas, toda vez que la relación o la percepción que tiene de su profesor o alumno no es la óptima. Dicho caso se planteó en los resultados de Minervini (2005).

La actitud de los alumnos o del grupo puede ser un elemento que, sumado a la expectativa que guarda el docente, lo impulse a obtener resultados positivos en términos de participación o de evaluación, así como de la disposición para participar en la creación de material didáctico que pueda contribuir a mantener la expectativa motivacional.

En este sentido, y para consolidar la caracterización del alumno (como uno de los actores principales en esta investigación, más allá de lo que la literatura puede aportar), se consideró pertinente registrar la percepción que tienen algunos de los docentes de la Preparatoria Diurna n° 2 al respecto de sus alumnos en ciertos rubros. Dicho ejercicio no tuvo la pretensión profundizar en la psicología o el comportamiento de los jóvenes del plantel: sino de manera llana y simple, la intención aterrizó en caracterizar a la población con la cual se llevó a cabo parte de la dinámica de esta investigación. Para tal efecto se realizó un cuestionario sencillo, con preguntas dicotómicas, para caracterizar de **manera general** a los jóvenes muestra y su desempeño dentro de la institución. Con esta base se registraron las respuestas de 15 docentes de la preparatoria federal número 2. Aun cuando sólo se trabajó con un docente para los tres grupos que integraron la muestra, fue necesario tener más de una opinión acerca del público y no limitar o reducir el tema de la caracterización a la opinión de un solo docente. Toda vez que se trabajó con material o recurso humano fue necesario cubrir este punto, porque observar la opinión que tienen los profesores acerca de los grupos permite cubrir esta perspectiva y descartar o relacionar los

resultados parciales obtenidos que, como se ha observado, pueden cambiar o influir en los resultados finales.

Algunos datos relevantes se enmarcan a continuación:

1. Un 60% de los docentes cuestionados dijeron que sus alumnos **son respetuosos con sus compañeros**, 40% mencionó que no lo son.
2. Un 86.7% de las respuestas arrojaron que los alumnos **son respetuosos con sus docentes**. El 13.3% de las respuestas que no lo son.
3. El 13.3 % dijo que sus alumnos **son dedicados a su estudio**, 86.7% dijo que no.
4. El 100% de los docentes dijo que sus alumnos **son alegres**.
5. El 53% de los cuestionados dijo que los alumnos **están atentos a las indicaciones del docente**, 46.7% dijo lo contrario.
6. Según estos mismos docentes, el 20% de sus alumnos **realiza trabajos en clase con la calidad requerida**, el 80% no lo realiza.
7. El 80% de sus alumnos **se distraen con facilidad**, el 20% no. Según reportaron de estos docentes.
8. Según lo reportado por los docentes, sus alumnos **participan activamente en clase en un 60%**, el restante 40% no lo hace.
9. El, 86.7 % de los docentes dicen que los alumnos no **hacen uso del material impreso que hay en la biblioteca**. Sólo el 13.3% dice que sí utilizan el material con que cuenta la misma.
10. Además, el 73.3% de los docentes dice que sus alumnos **no demuestran interés por la lectura**. El 26.7% de ellos dice que sí demuestra interés.
11. De acuerdo con los docentes, sus alumnos muestran **interés por mejorar su desempeño escolar** en un 40%, mientras que el restante 60% no muestra interés.²⁴

Los resultados, obtenidos a partir de la percepción de los docentes, parecen decir que, aunque los alumnos son generalmente respetuosos con sus pares y con sus docentes; no son muy dedicados a sus estudios ni realizan sus trabajos con la calidad que les es requerida; se distraen con facilidad, no hacen uso del material impreso con que cuenta la biblioteca; no

²⁴ Para información ampliada de esta recopilación de datos consultar anexo (X) y anexo (X).

demuestran interés por la lectura y al parecer tampoco demuestran interés por mejorar su desempeño escolar.

De entre estos datos obtenidos planteamos algunas conjeturas: Los alumnos, en general, se muestran participativos y respetuosos, según la percepción de la mayoría de los profesores informantes, lo cual coincide con la percepción que tiene el docente de Química. Por lo tanto, se reduce el riesgo de que los estudiantes pudiesen mostrar una actitud negativa o poca disposición de participar en las dinámicas que fuesen factores de influencia negativa en los resultados.

Por otro lado, según los docentes, los alumnos no utilizan el material que hay en la biblioteca. Sin embargo, habría que evaluar a detalle qué tipo de publicaciones impresas están destinadas para cada una de las materias, si son publicaciones actualizadas, y sobre qué criterios fueron adquiridos estos materiales. Así mismo habría que saber cuáles de estos maestros solicitaron que sus alumnos hicieran una búsqueda en biblioteca sobre algún tema en especial o si alguno de ellos conoce los materiales impresos, propios de su materia, con que cuenta la institución. Por ejemplo: según el encargado de la biblioteca al interior de la Preparatoria Federal N° 2, la institución no cuenta con revistas científicas ni publicaciones diferentes a las de los libros impresos. El bibliotecario reporta que ni alumnos ni docentes consulta de manera regular los libros de ninguna materia, salvo que haya una actividad específica, y esto sólo ocurre de manera esporádica. El encargado de biblioteca no sabe que es una infografía; cuando se le explicó qué es dice reconocerla, aunque nunca ha trabajado con alguna ni cuenta con ese tipo de material, o alguno parecido en los archivos de la biblioteca. Posiblemente de la carencia de material adecuado derive el poco interés de los alumnos por las publicaciones que existen en la institución.

Por último, la percepción que tienen los docentes de sus alumnos en cuanto a que aproximadamente el 60% no demuestra interés en mejorar su desempeño escolar, puede deberse a diversos factores que aquí no podrán abordarse de manera extensa. Sin embargo, este indicador puede relacionarse con el bajo desempeño e interés de los alumnos hacia la clase, desde el punto de vista de la *motivación intrínseca* o *extrínseca*. La *motivación intrínseca*, según Lepper y Hodell (Schunk, 2012, p. 389) se presenta en cuatro vertientes principales: desafío, curiosidad, control y fantasía. La motivación extrínseca en cambio obedece a factores que pueden estar relacionados de manera directa con el ámbito escolar

pero no dentro de este, por ejemplo, el ser mejor para orgullo de los padres, el elogio de los pares o amigos, la posibilidad de obtener un buen trabajo, etcétera (Schunk, 2012, p.389).

Dentro de la investigación, como veremos más adelante, se identifican factores, como la *curiosidad*, que podrían (según Lepper y Hodell) ayudar a potenciar la llamada motivación intrínseca, y que pueden encontrarse en los elementos icónicos, según se puede apreciar más adelante, dentro de este documento.

Los resultados que aquí se han enmarcado, son indicadores y rasgos que permitirán caracterizar al alumno con respecto a la percepción que de ellos tienen sus docentes. ***Como se ha hecho notar anteriormente, caracterizar al público muestra nos permitirá analizar más adelante su proceder durante la dinámica con el material infográfico de esta investigación y comparar con lo registrado en las bitácoras de observación. Con base en lo que se ha expuesto, la participación y disposición del alumno y el docente será vital en la aplicación del material didáctico.***

¿Quién es el docente?

Dentro del plantel que fue elegido como escenario (Preparatoria N°2), se planteó desde inicio trabajar con tres docentes. Se hicieron los trámites correspondientes ante las autoridades y se platicó con los docentes referidos. En coordinación con los docentes se determinó un tema que podría ser de utilidad y que deriva del plan de estudios vigente de la materia de Química Orgánica para bachilleratos de la UAEM: *La química del petróleo*. La decisión se debió a dos factores: *a*) es un tema que se imparte al inicio del semestre – mes de febrero-, lo que da la posibilidad de revisar y ajustar la dinámica planteada, así como distribuir a lo largo del semestre, con espacio necesario de tiempo, el resto de las actividades programadas (pre test, post test, entrevistas, cuestionarios) y *b*) en coordinación con los docentes, se consideró viable el tema *La química del petróleo* por la posibilidad de incluir elementos altamente significativos dentro del formato visual: textos a manera de párrafos flotantes justificados (Samara, 2012), elementos de diferente nivel iconográfico (Rodríguez, 1998) y un fundamentación en el diseño editorial para medios ilustrados (Cairo, 2015).

Previo a realizar la dinámica propuesta dentro del escenario se realizaron observaciones y se registraron procederes de alumnos y docentes, para tener la posibilidad de detectar posibles relaciones entre actitudes y disposiciones con la obtención de los resultados.

Al final se decidió trabajar únicamente con un docente: el profesor Ramón Carlos Bustamante Ramírez. La decisión final se tomó con base en los siguientes criterios:

- a) Que tuviese al menos a tres grupos con la misma asignatura durante el mismo semestre.
- b) Que contara con al menos tres años de experiencia en dicha asignatura.
- c) Que su preparación o formación estuviese relacionada con la asignatura.

El Maestro Ramón Carlos resultaba una alternativa viable toda vez que éste había sido observado el semestre anterior, mostró una excelente disposición hacia la investigación y tenía a cargo cinco grupos del segundo semestre, lo que posibilitaba tener a un mismo actor para los tres grupos que serían analizados. De tal suerte que, al observar un comportamiento similar en aula para todos sus grupos, el profesor -en teoría- no resultaba un elemento de influencia sustancial en el resultado comparativo de estos grupos.

La posibilidad de que los grupos pudieran sufrir alguna *contaminación* por la relación del docente con sus grupos (a los cuales conoce desde el primer semestre y con los cuales está familiarizado) se reducen bajo cuatro factores fundamentales: 1) los grupos fueron elegidos al azar por el investigador; 2) la percepción del profesor de Química para con sus grupos es compartida por el resto de los docentes que sirvieron como informantes; 3) los alumnos coinciden en la percepción hacia su docente, y 4) el docente fue observado en al menos seis ocasiones durante dos semestres para conocer de manera parcial su proceder pedagógico y manejo de la didáctica. En dichas sesiones se permitió la presencia del observador sin previo aviso.

El docente se mostró dispuesto a trabajar en la dinámica desde el inicio y compartió la manera en que desarrolla sus recursos didácticos. Menciona que a pesar de que cuentan con cursos de preparación intersemestrales, no cuenta con una formación integral sobre el

desarrollo de materiales didácticos y en gran medida elabora estos desde su experiencia con herramientas análogas o digitales.

Como el maestro Ramón, cada docente tiene características que lo definen y que marcan la dinámica de la clase. En Educación Media Superior, en particular, en la Preparatoria N°2, la gran mayoría de los profesores no tienen formación pedagógica y no conocen alternativas suficientes sobre la elaboración de material didáctico, que pudiese apoyarles en ciertas actividades o cátedras. Luego entonces ¿con qué instrumentos deberían trabajar? De acuerdo con Díaz Barriga: “No existe una vía única para promover el aprendizaje, y es necesario que el docente, mediante un proceso de reflexión sobre el contexto y las características de su grupo, decida qué es conveniente hacer en cada caso” (Díaz Barriga y Hernández, 2010, p.7).

Así pues, como resultado de la dinámica de observación al docente se reporta lo siguiente:

Fase 2. Observaciones en el aula

Periodo agosto-diciembre 2018.

Procedimiento

Se registró la dinámica de clase que el profesor lleva a cabo en el aula.

La actitud y los recursos intelectuales del docente son determinantes en el éxito o el fracaso del material que se propone implementar, de ahí la importancia de la observación y registro de la dinámica que lleva a cabo el docente de manera cotidiana frente a grupo.

Se gestionaron los permisos a través de la dirección del plantel (Preparatoria Diurna N°2), y con el docente Ramón Carlos Bustamante para poder ingresar al salón de clases al inicio de la sesión y hasta el fin de la misma durante el semestre agosto-diciembre del año 2018.

Resultados de la observación

Se observó la dinámica de clase del profesor Ramón Carlos Bustamante en seis sesiones (7, 8, 9, 14, 15 y 16 de noviembre del año 2018) de la clase de Química para primer semestre, en los grupos A, H y J). De lo anterior se reporta lo siguiente:

1. El docente da indicaciones claras y precisas a los estudiantes.
2. Si la actividad no se ha comprendido de manera general o particular, el docente repite las indicaciones.
3. Describe los objetivos para la clase de manera clara.
4. Permite el uso de dispositivos móviles (tablets, laptops, celulares) para búsqueda de información.
5. Se asegura que todos hayan comprendido las indicaciones.
6. Regularmente no Informa sobre los logros obtenidos en clase.
7. No Informa objetivos cumplidos en la clase.
8. Por lo regular comienza la clase a tiempo.
9. Termina la clase a tiempo.
10. Maneja las transiciones entre las actividades con fluidez.
11. Considera espacio en la clase para preguntas.
12. Considera espacio en la clase para reflexiones finales.
13. El tiempo asignado para la clase NO es suficiente para abordar el tema planteado.
14. En general, distribuye adecuadamente el tiempo de la clase para abarcar el tema propuesto.
15. Mantiene comunicación con los alumnos al hacer preguntas relacionadas con la clase.

16. Responde dudas con respecto al tema abordado en clase y temas vinculados.
17. Realiza dinámicas de retroalimentación para la clase.
18. Favorece la socialización a través de espacios de discusión.
19. Favorece la reflexión para la construcción de propuestas.
20. Promueve la investigación entre los estudiantes.
21. Hace analogías de una experiencia familiar para explicar algo poco familiar.
22. Relaciona el conocimiento del tema visto con otros conocimientos.
23. Pide tareas o trabajos para la siguiente clase con relación a la presente.
24. Relaciona tareas o trabajos con el tema o los temas de la presente clase.
25. Se dirige respetuosamente hacia los alumnos (no utiliza malas palabras o conducta inadecuada).
26. Respeta las opiniones de los estudiantes.
27. Demuestra empatía frente a las necesidades físicas y afectivas de los alumnos.
28. Promueve el respeto entre los estudiantes (no permite malas palabras o malos tratos entre pares).
29. Domina el espacio físico donde se imparte la clase (recorre el salón de clase, modula la voz, mira a sus alumnos, etcétera).
30. No usa regularmente herramientas propias de la clase (pizarrón, pantalla, cañón, etc.)
31. No utiliza material didáctico para fomentar el interés del estudiante por el tema (diapositivas, películas, revistas, etcétera).
32. No utiliza material didáctico para fomentar la participación de los alumnos (juegos, por ejemplo).
33. No hace uso de algún libro de apoyo para la asignatura.
34. No utiliza algún otro material de lectura para apoyar la teoría (revistas científicas, artículos de periódicos, folletos, etcétera).

Los datos anteriores no significan que durante todo el semestre o durante todas sus clases se observen la misma dinámica. Los datos obtenidos sólo reportan seis clases del semestre agosto-diciembre del año 2018, y sirvieron para caracterizar al docente.

Material de apoyo en biblioteca

Se debe mencionar también y con relación al punto 34 de la lista anterior, que la institución no contaba hasta el semestre enero-junio del 2019 con material didáctico de apoyo para el docente que imparte la materia de Química o Química Orgánica, sin embargo, el docente no tiene conocimiento de lo anterior o no lo menciona.

En una visita a la biblioteca de la institución se pudo constatar que:

1. No se cuenta con material didáctico para la asignatura de Química o Química Orgánica.
2. No se cuenta con revistas científicas ni publicaciones diferentes a los libros con relación a la materia de Química o Química Orgánica.
3. Se cuenta con 15 títulos de libros relacionados con la materia de Química. 4 de Química Inorgánica y 7 de Química Orgánica (la mayoría de ellos no actualizado, según testimonio del bibliotecario).
4. El encargado de la biblioteca escolar reporta que (de acuerdo con las listas de registro de los visitantes a biblioteca) los alumnos o profesores no consultan de manera regular los títulos que ahí se encuentran y que se relacionan con el tema de Química. Sólo en casos de alguna actividad específicamente requerida por el docente consultan el material, pero esto ocurre de manera esporádica.
5. **El encargado de la biblioteca no sabe lo que es una infografía.** Cuando se le explica qué es la reconoce, aunque nunca ha trabajado con alguna ni tiene un material de naturaleza semejante en sus archivos o materiales de biblioteca.

Derivado de las cuestiones anteriores, el docente sin apoyo didáctico facilitado por su institución, se encuentra ante la necesidad de crear sus propios recursos didácticos de apoyo para la cátedra -o cátedras- que imparte; aludiendo básicamente a su experiencia para crear e implementar su propio material.

El docente Ramón Carlos Bustamante menciona que al igual que otros docentes recibe de manera semestral (regularmente durante los periodos vacacionales para los

alumnos) cursos y orientación acerca de la creación e implementación de material didáctico desde la teoría, pero en la práctica la cuestión se complica, debido a que en dichos cursos para la formación docente no se capacita a los docentes en el manejo de programas o recursos que faciliten la tarea de creación de material didáctico.

Más allá de entender al docente como parte central del proceso de enseñanza, se debe tomar en cuenta que, en el contexto particular de la presente investigación, específicamente en el escenario de esta misma, el docente en términos generales no se percibe como capaz de crear su material didáctico; considera que los cursos que recibe no le son suficientes para apoyarlo en la creación de este material mencionado. En consecuencia, no percibe que el resultado de sus productos didácticos sea el más adecuado. Sin embargo, se muestra interesado en el proceso creativo.

Por otra parte, se registraron ciertas preferencias de los alumnos con respecto al uso de las imágenes ámbito editorial impreso, lo cual se relaciona con lo observado desde la teoría en la primera parte de este documento (apartado: *Qué se ha escrito sobre la infografía en la educación*). Lo anterior se realizó con la intención de sustentar la pertinencia del material didáctico impreso, con integración de elementos textuales, paratextuales e icónicos, para respaldar la propuesta del material infográfico como texto mixto.

Para tal efecto se llevó a cabo la siguiente fase:

Fase 3. Colecta de información sobre preferencias lectoras

Procedimiento

Se registraron preferencias de los estudiantes en los documentos impresos de la divulgación de la ciencia o apoyo educativo, a través de soportes de lectura de diferentes características.

Muestra y muestreo:

34 jóvenes de primer año de bachillerato (de un grupo con características similares a las de los grupos experimentales). Se solicitó para ello el permiso, tanto de la dirección como de los docentes de la Preparatoria Diurna n°2 que tenían clase con los grupos, para que les permitiesen salir a realizare la dinámica. Se asignó para tal efecto el laboratorio de Química donde se pudo llevar a cabo la dinámica, en la cual los jóvenes de manera individual ingresaron al mencionado espacio de manera ordenada y siguiendo las instrucciones del investigador.

Se proporcionaron dos soportes *formato carta* con el mismo tema:

1. uno con contenido exclusivamente textual.
2. El segundo con contenido textual e icónico.

Se solicitó a cada uno de estos alumnos que escogieran uno de los textos para leer y registrar la preferencia individual de cada alumno, con el fin de registrar posibles hábitos de lectura y percepción de la imagen en los soportes de apoyo educativo. Los alumnos ingresaron uno a uno al espacio asignado y analizaron los textos de manera superficial. Luego cada uno debía escoger un texto que le interesaba y que estaba dispuesto a leer.

A través de una serie de preguntas posteriores a la dinámica explicada se registraron las opiniones de los alumnos acerca del texto que escogieron.

Resultados

El análisis de datos se realizó mediante análisis de frecuencias. A continuación, se presentan las gráficas de resultados.

Se tomó como muestra a 34 alumnos con las siguientes características:

Tabla 1

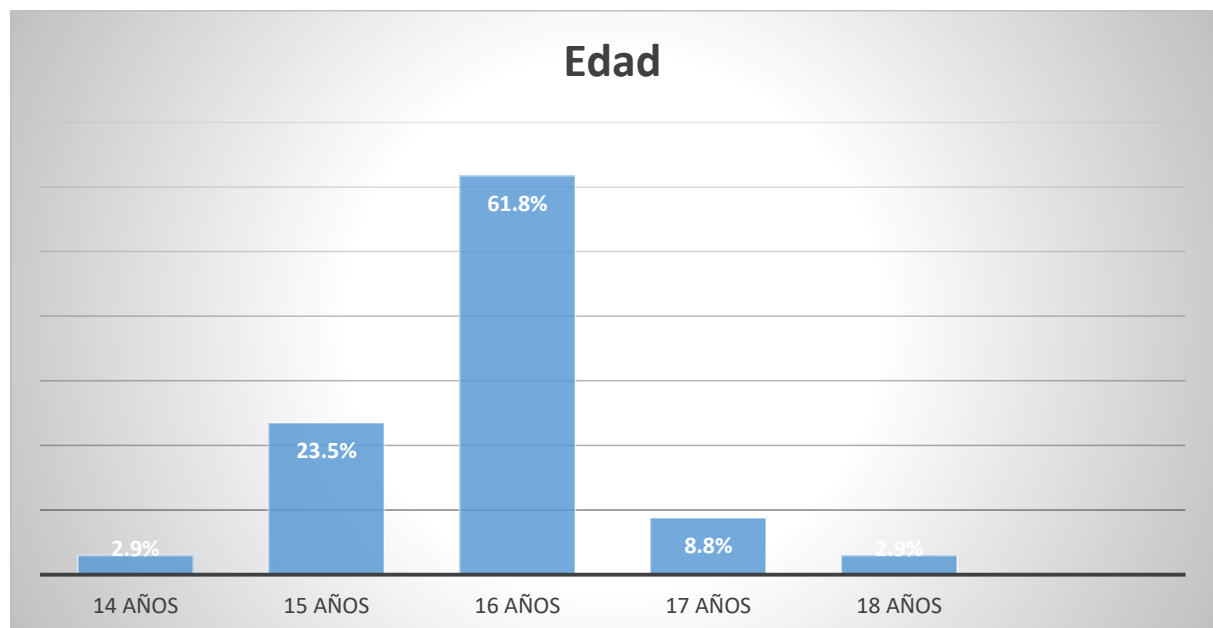
Edad del público muestra.

Estadísticos		
Edad		
N	Válido	34
	Perdidos	0
Media		15.85
Desviación estándar		.744
Mínimo		14
Máximo		18

Nota. Participaron 34 jóvenes de primer año de bachillerato (de un grupo con características similares a las de los grupos experimentales).

Figura

Edad del público muestra.

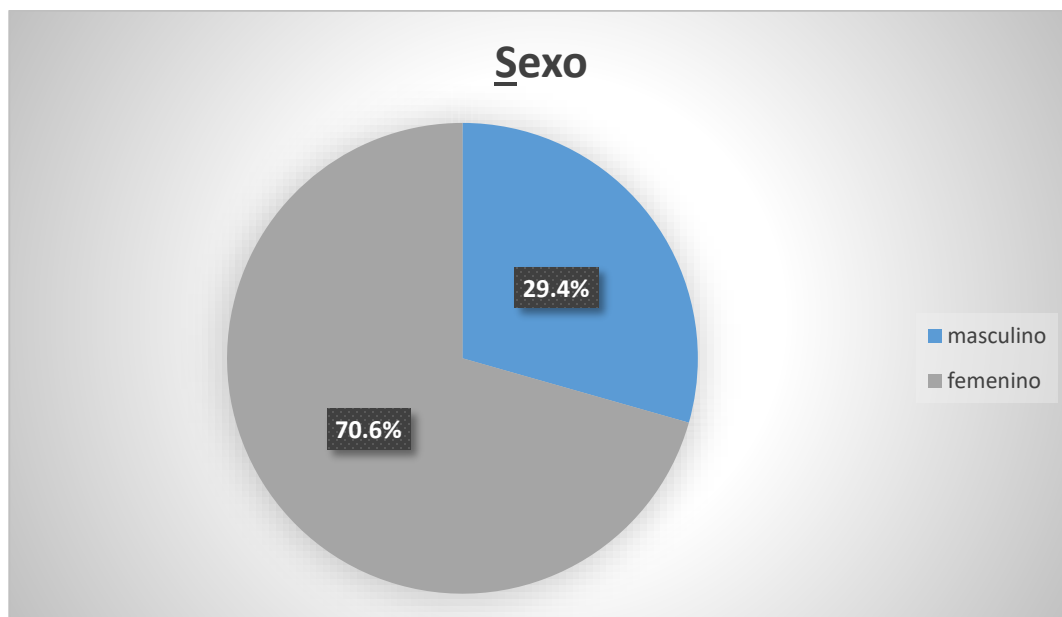


Nota. Participaron 34 jóvenes de primer año de bachillerato (de un grupo con características similares a las de los grupos experimentales). Correspondiente con la tabla 1.

Tabla 2

Sexo del público muestra.

		Sexo			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	masculino	10	29.4	29.4	29.4
	femenino	24	70.6	70.6	100.0
	Total	34	100.0	100.0	



Como se puede observar el número de participantes del sexo femenino es dos veces más en número que el del sexo masculino.

Tabla 3
Hábitos de lectura del público muestra.

Creo que el hábito de la lectura es:					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy importante	22	64.7	66.7	66.7
	Importante	11	32.4	33.3	100.0
	Total	33	97.1	100.0	
Perdidos	99	1	2.9		
Total		34	100.0		

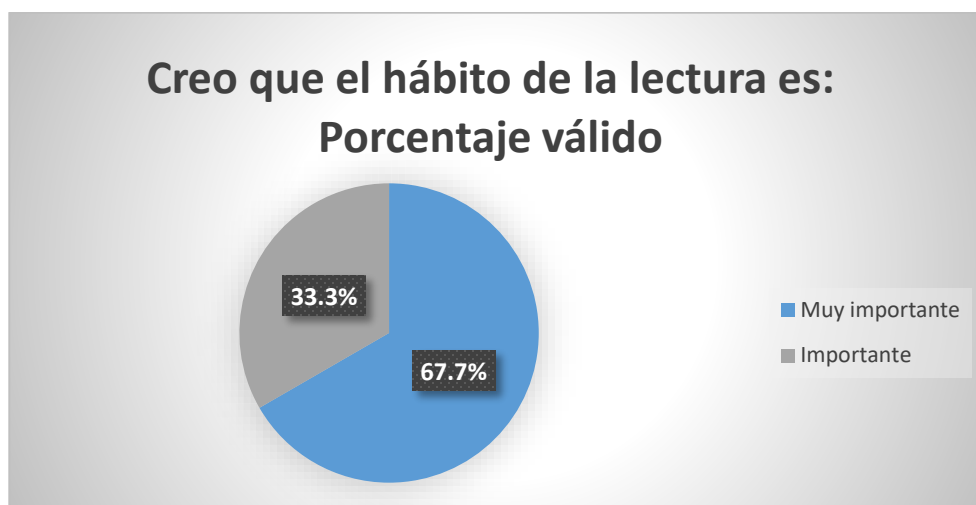


Tabla 4
Qué tipo de lector se considera el informante.

Me considero un lector:					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	2	5.9	5.9	5.9
	Promedio	27	79.4	79.4	85.3
	Bajo	5	14.7	14.7	100.0
Total		34	100.0	100.0	



Lo que puede inferirse de este resultado es que aunque los participantes consideran que la lectura es una actividad importante, sólo el 5.9% de ellos se consideran como altos lectores. Esto es, de acuerdo con la MOLEC, lectores de más de 3.5 libros por año.

Tabla 5
Motivos del informante para la lectura.

		Cuando leo lo hago por:			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Gusto	11	32.4	33.3	33.3
	Interés	12	35.3	36.4	69.7
	Recomendación	9	26.5	27.3	97.0
	Tarea	1	2.9	3.0	100.0
	Total	33	97.1	100.0	
Perdidos	99	1	2.9		
Total		34	100.0		

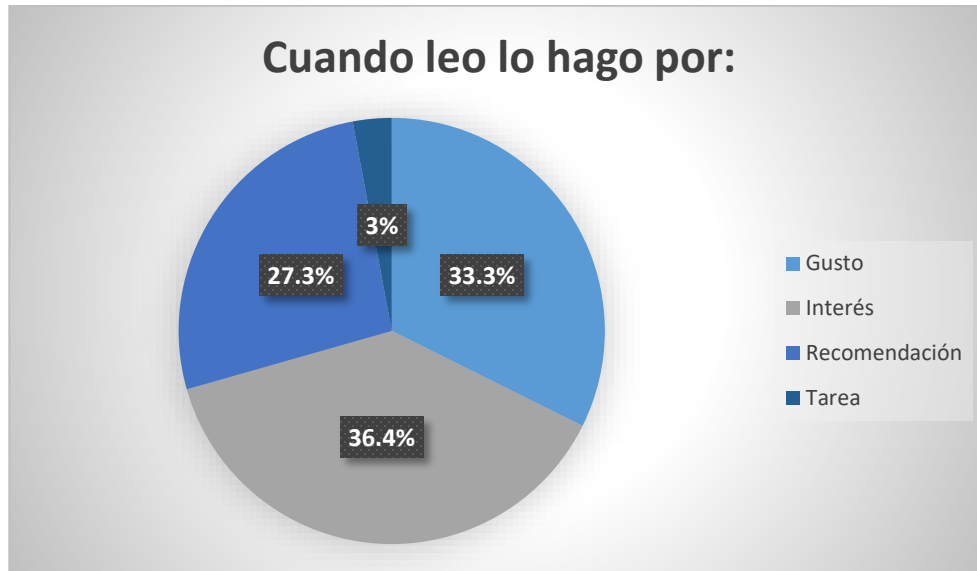
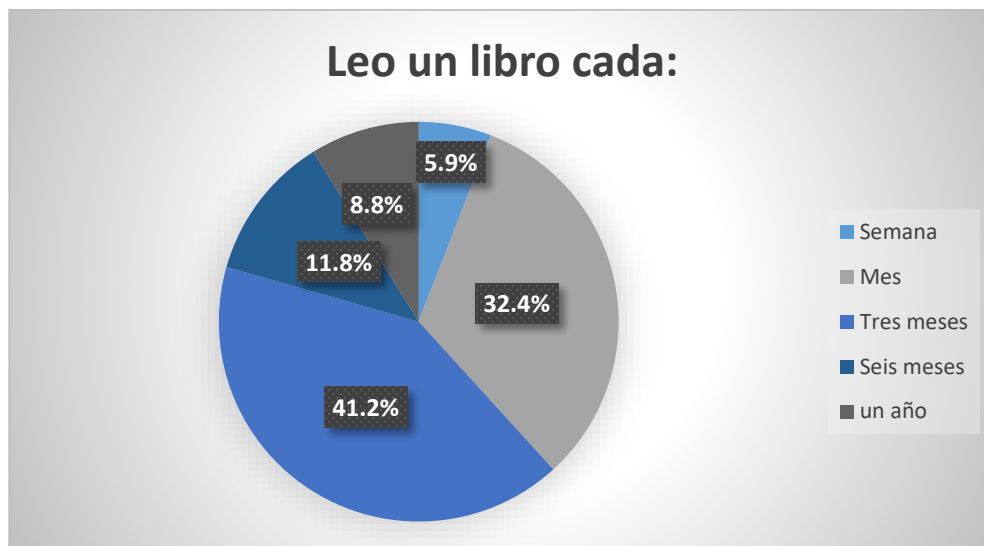


Tabla 6
Periodicidad de lectura por parte de los informantes.

		Leo un libro cada:			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Semana	2	5.9	5.9	5.9
	Mes	11	32.4	32.4	38.2
	Tres meses	14	41.2	41.2	79.4
	Seis meses	4	11.8	11.8	91.2
	un año	3	8.8	8.8	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

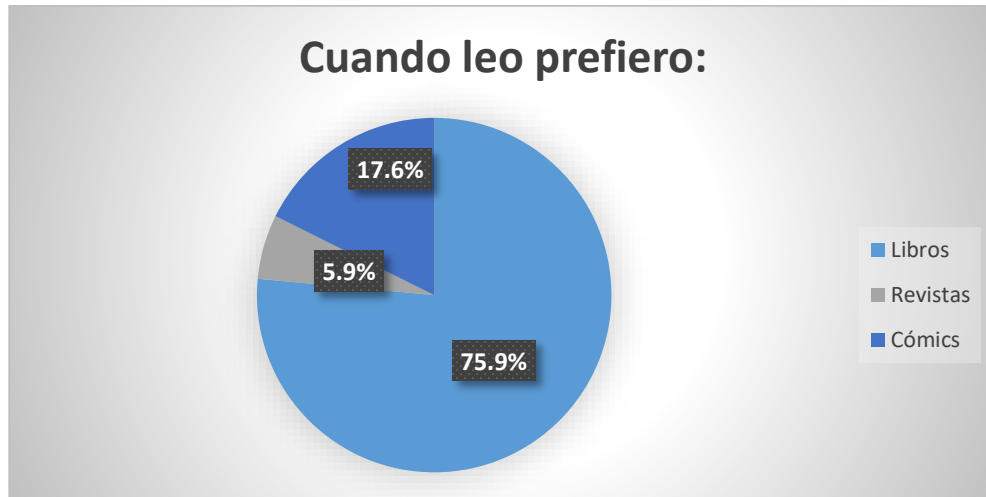


El resultado obtenido parecería no corresponder con los indicadores anteriores que señalan que son pocos los denominados *altos lectores*. Lo que sugiere un estudio de mayor profundidad a este respecto.

Tabla 7

Preferencias de soportes para la lectura por parte de los informantes.

		Cuando leo prefiero:			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Libros	26	76.5	76.5	76.5
	Revistas	2	5.9	5.9	82.4
	Cómics	6	17.6	17.6	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

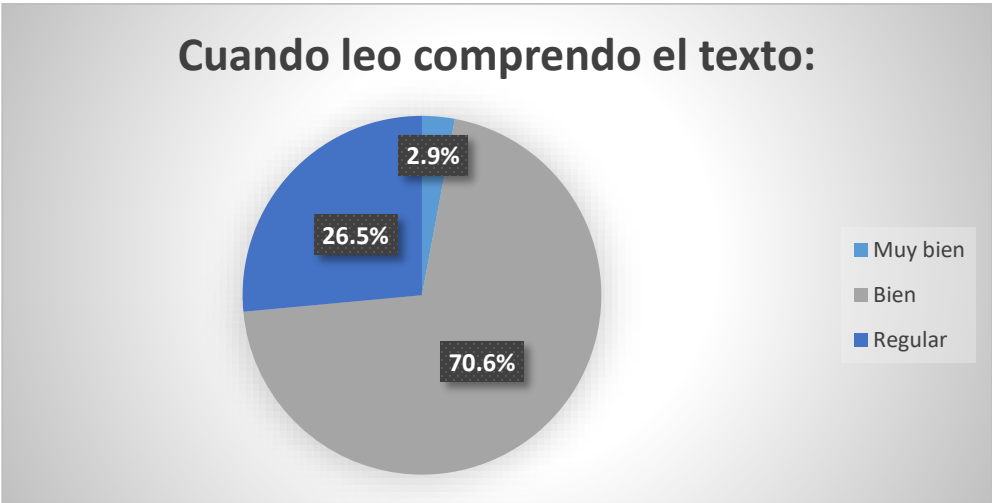


Aunque se mostraron otras opciones, las que destacan por sobre otras son las que se ilustran en la gráfica de pastel. Cabe señalar que los cómics y revistas ofrecen una buena alternativa como soporte de lectura.

Tabla 8

Nivel de comprensión sobre la lectura por parte de los informantes.

Cuando leo comprendo el texto:					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bien	1	2.9	2.9	2.9
	Bien	24	70.6	70.6	73.5
	Regular	9	26.5	26.5	100.0
Total		34	100.0	100.0	



Este resultado concuerda en cierta medida con las pruebas de PISA, que arroja como resultado un bajo promedio de comprensión lectora, donde sólo un pequeño porcentaje comprendería un texto de manera profunda. Es decir, podría llegar al nivel crítico y no sólo literal e inferencial.

Tabla 9
Velocidad de la lectura que reportan de los informantes.

		A la velocidad que leo es:			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy rápido	1	2.9	2.9	2.9
	Rápido	7	20.6	20.6	23.5
	Regular	21	61.8	61.8	85.3
	Lento	5	14.7	14.7	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

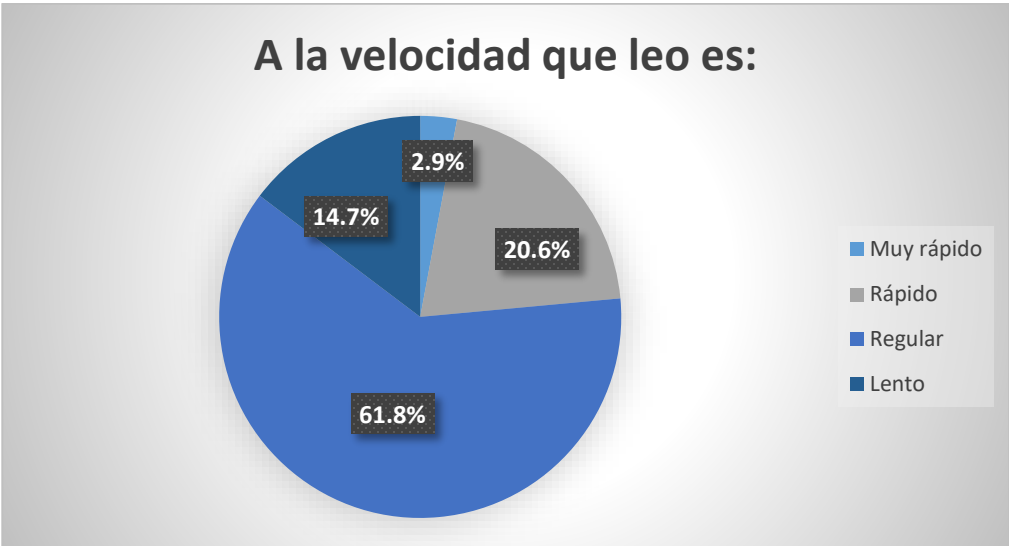


Tabla 10
Necesidad de relectura que reportan de los informantes.

Cuando leo necesito regresar porque no comprendí lo leído					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	1	2.9	2.9	2.9
	Casi siempre	2	5.9	5.9	8.8
	A veces	21	61.8	61.8	70.6
	Casi Nunca	8	23.5	23.5	94.1
	Nunca	2	5.9	5.9	100.0
Total		34	100.0	100.0	

Quando leo necesito regresar porque no comprendí lo leído:

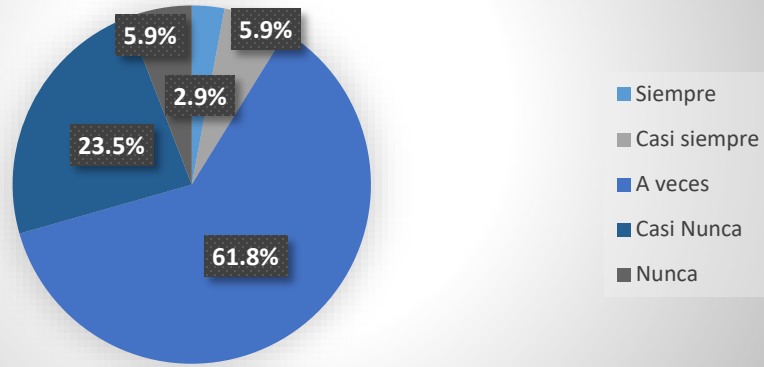


Tabla 11

Nivel crítico que reportan de los informantes con referencia a la lectura.

Quando leo puedo emitir un juicio acerca de lo que he leído

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	3	8.8	8.8	8.8
	Casi siempre	18	52.9	52.9	61.8
	A veces	10	29.4	29.4	91.2
	Casi Nunca	3	8.8	8.8	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

Quando leo puedo emitir un juicio acerca de lo que he leído:

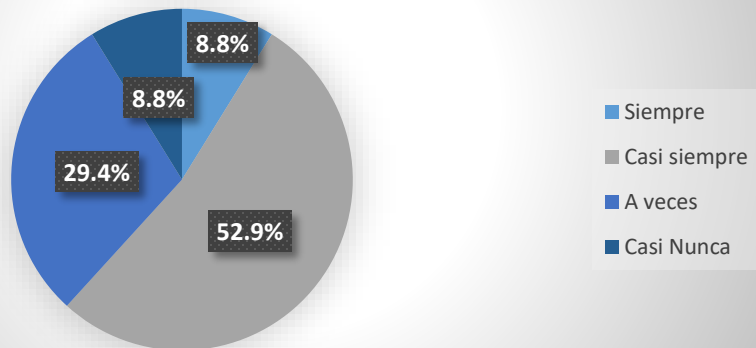


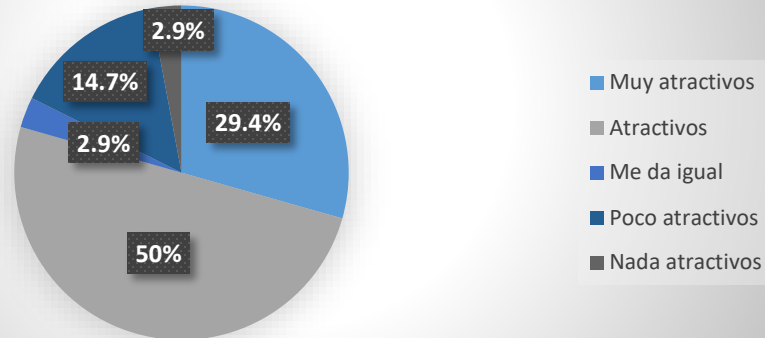
Tabla 12*Nivel inferencial que reportan de los informantes con referencia a la lectura.*

Cuando leo puedo relacionar lo leído con otros temas					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	3	8.8	8.8	8.8
	Casi siempre	15	44.1	44.1	52.9
	A veces	15	44.1	44.1	97.1
	Casi Nunca	1	2.9	2.9	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

**Tabla 13***Atracción por los textos que incluyen imágenes.*

Cuando los textos llevan imágenes me resultan:					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy atractivos	10	29.4	29.4	29.4
	Atractivos	17	50.0	50.0	79.4
	Me da igual	1	2.9	2.9	82.4
	Poco atractivos	5	14.7	14.7	97.1
	Nada atractivos	1	2.9	2.9	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

Cuando los textos llevan imágenes me resultan:



De acuerdo con estos resultados podríamos inferir que las imágenes resultan un factor de atracción, con el 79.4% de la aceptación entre los informantes.

Tabla 14
Atracción por los textos sin imágenes.

Cuando los textos NO llevan imágenes me resultan:					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy atractivos	3	8.8	8.8	8.8
	Atractivos	8	23.5	23.5	32.4
	Me da igual	6	17.6	17.6	50.0
	Poco atractivos	16	47.1	47.1	97.1
	Nada atractivos	1	2.9	2.9	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

Cuando los textos no llevan imágenes me resultan:

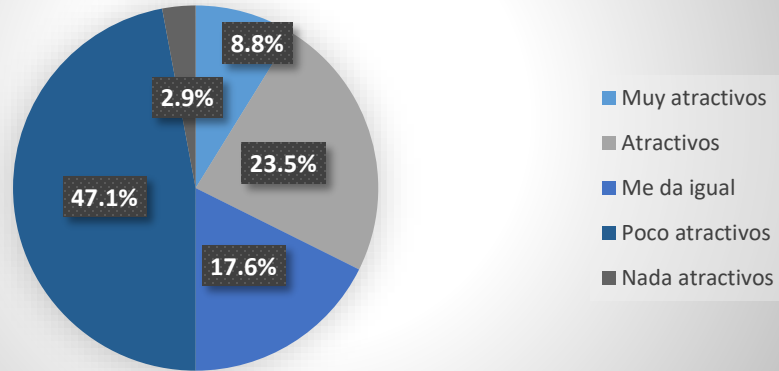
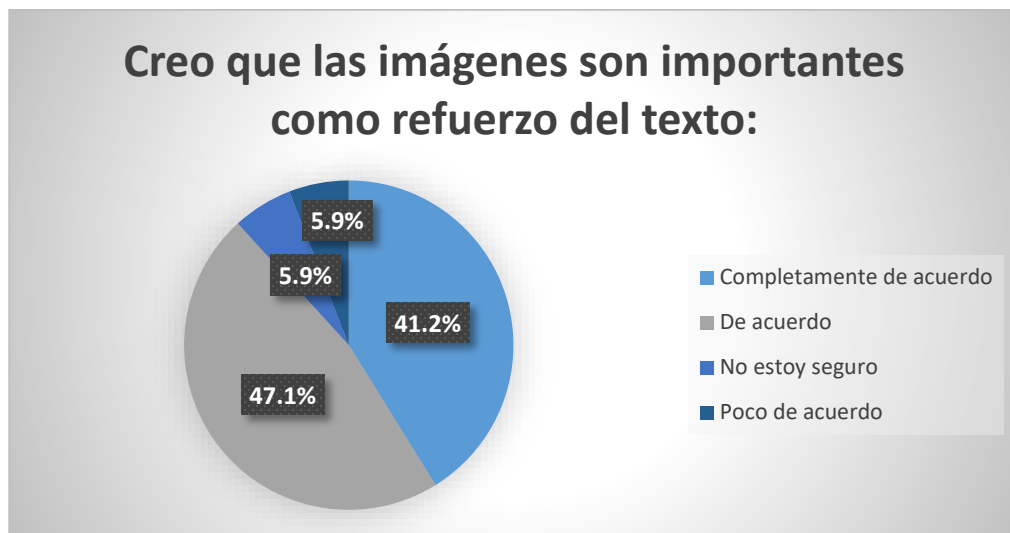


Tabla 15
Importancia de las imágenes como refuerzo textual.

Creo que las imágenes son importantes como refuerzo del texto					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Completamente de acuerdo	14	41.2	41.2	41.2
	De acuerdo	16	47.1	47.1	88.2
	No estoy seguro	2	5.9	5.9	94.1
	Poco de acuerdo	2	5.9	5.9	100.0
	Total	34	100.0	100.0	



Se encuentra nuevamente un resultado que señala la importancia de las imágenes como elemento relevante. Con 88.3% puede considerarse un factor de relevancia como refuerzo de los textos.

Tabla 16
Imágenes como distractivo textual.

Creo que las imágenes son un distractivo para la lectura de textos					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Completamente de acuerdo	1	2.9	2.9	2.9
	De acuerdo	3	8.8	8.8	11.8
	No estoy seguro	5	14.7	14.7	26.5
	Poco de acuerdo	13	38.2	38.2	64.7
	En desacuerdo	12	35.3	35.3	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

Creo que las imágenes son un distractivo para la lectura de textos:

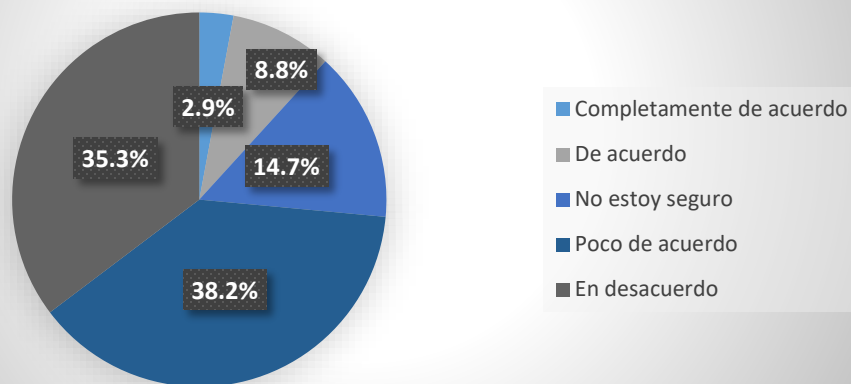
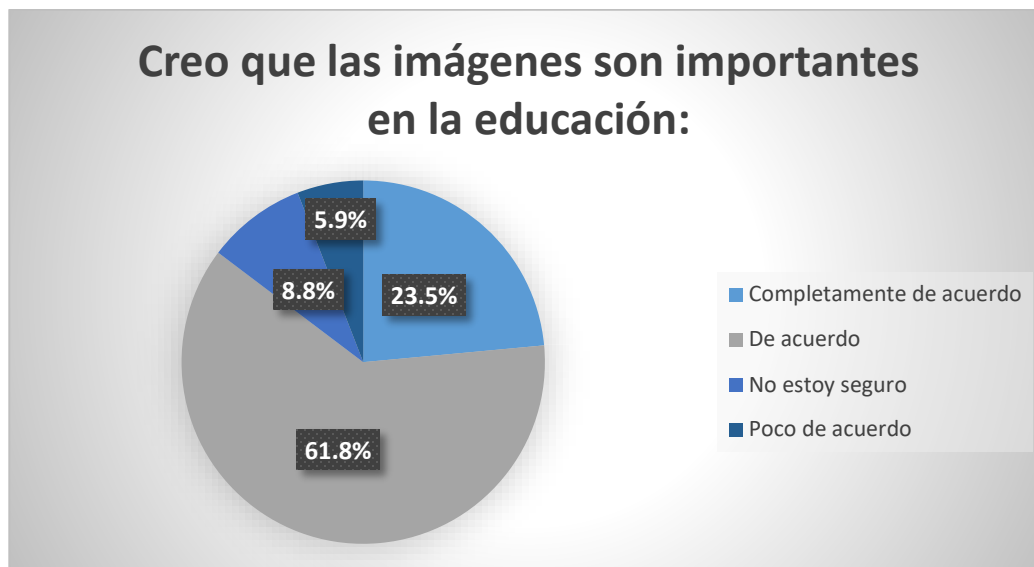


Tabla 17
Importancia de las imágenes en la educación.

		Creo que las imágenes son importantes en la educación			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Completamente de acuerdo	8	23.5	23.5	23.5
	De acuerdo	21	61.8	61.8	85.3
	No estoy seguro	3	8.8	8.8	94.1
	Poco de acuerdo	2	5.9	5.9	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

Creo que las imágenes son importantes en la educación:



Aunque la pregunta podría parecer ambigua o demasiado general, lo que enmarca es un gusto evidente por las imágenes, lo que puede resultar un hallazgo interesante para poder profundizar sobre este tema en una investigación posterior.

Tabla 18

Relación entre imagen y asignatura, según los informantes.

Creo que no todas las materias necesitan el uso de las imágenes					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Completamente de acuerdo	3	8.8	8.8	8.8
	De acuerdo	11	32.4	32.4	41.2
	No estoy seguro	11	32.4	32.4	73.5
	Poco de acuerdo	5	14.7	14.7	88.2
	En desacuerdo	4	11.8	11.8	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

Creo que no todas las materias necesitan del uso de las imágenes:

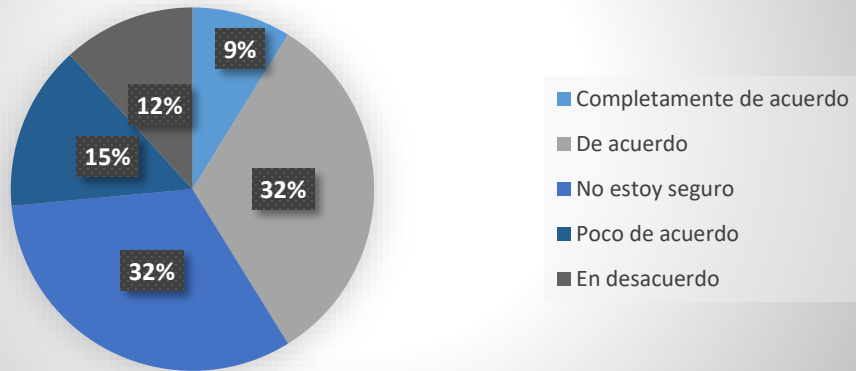
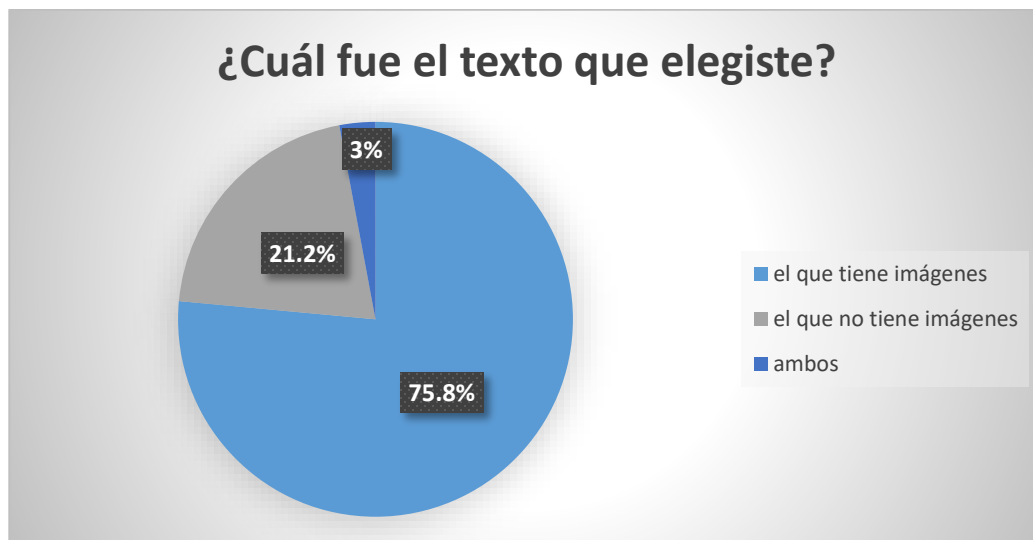


Tabla 19

Elección del soporte de lectura que realizan los informantes.

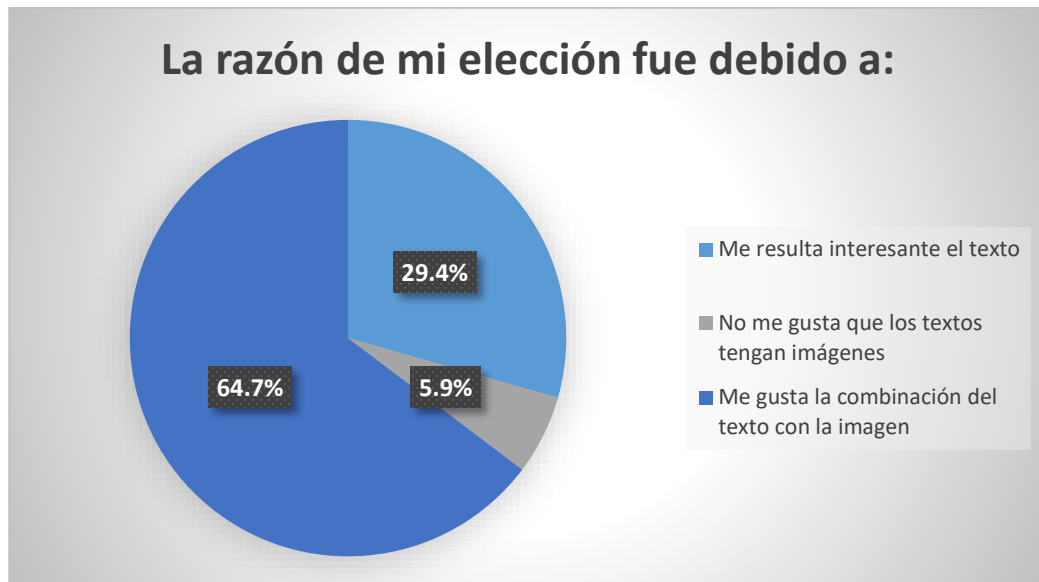
		¿Cuál fue el texto que elegiste?			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	el que tiene imágenes	25	73.5	75.8	75.8
	el que no tiene imágenes	7	20.6	21.2	97.0
	ambos	1	2.9	3.0	100.0
	Total	33	97.1	100.0	
Perdidos	99	1	2.9		
Total		34	100.0		



Con respecto a lo observado a través de esta gráfica, y con relación con las gráficas anteriores, podemos enunciar que los jóvenes que participaron en la dinámica se inclinan por los textos que contienen imágenes. Una investigación posterior podría registrar, con ayuda de una muestra más robusta, preferencias que servirían como sustento base para la elaboración de materiales de apoyo pedagógico o de lectura.

Tabla 20
Razones de la elección según los informantes.

		La razón de mi elección fue debido a:			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Me resulta interesante el texto	10	29.4	29.4	29.4
	No me gusta que los textos tengan imágenes	2	5.9	5.9	35.3
	Me gusta la combinación del texto con la imagen	22	64.7	64.7	100.0
	Total	34	100.0	100.0	



Los indicadores anteriores, dieron base al soporte infográfico planteado desde el inicio de la propuesta de investigación, y la justificación para perfilarlo como una herramienta didáctica que podría favorecer la atención de los alumnos o receptores y podría ofrecer al docente una ventaja diferencial, dado que los recursos infográficos son mayormente textuales e icónicos y favorecen la *atención* que podría detonar hipotéticamente otros factores del pensamiento de orden inferior, (base para el pensamiento desarrollado o superior).

Con base en los resultados anteriores se procedió a la creación de una infografía didáctica.

Fase 4. Elaboración de la infografía didáctica. La etapa de la multidisciplinaria

La creación de material didáctico desde una perspectiva multidisciplinaria con integración de elementos textuales, paratextuales e icónicos (infografía) favorece la comprensión porque se adapta a las necesidades del aprendizaje escolar en EMS (Reinhardt, 2011).

Planteamiento

La elaboración de la infografía en esta investigación se ha propuesto como una suma de colaboradores, que desde distintas áreas aportan su conocimiento para crear una herramienta didáctica, que pueda convertirse en un recurso didáctico, y que pueda ser aprovechada por los estudiantes. No se pretende minimizar ni desplazar la importancia que tienen otros soportes didácticos como los libros o los audiovisuales, sino más bien destacar las ventajas de la infografía desde los medios impresos y digitales como facilitadores del proceso enseñanza aprendizaje.

De manera parecida a lo que ocurre con los libros de texto, la infografía impresa es de uso directo o más directo que los recursos digitales como los tutoriales, las animaciones o las infografías digitales, que necesitan de otros instrumentos o medios adicionales como la computadora o las pantallas para poder ser apreciados (Ledesma, 2019; Spiegel, 2019).

La infografía didáctica no se presenta como un material obligatorio sino un recurso que se ofrece como parte de las posibilidades que tiene el docente para convertir a este soporte en material didáctico con ventajas diferenciales para su cátedra. En el entendido que este material es susceptible de modificarse, dependiendo de lo que el docente requiera para adecuarlo a sus necesidades pedagógicas. En este sentido la creación o modificación del material infográfico a través de programas digitales ofrece la ventaja de la edición o producción editorial para dar salida impresa o digital a la infografía didáctica.

La infografía que servirá para abordar el tema en el aula, será evaluada en lo referente a la validez del contenido por tres docentes y tres expertos en Química. Será revisada en su contenido textual por un corrector de estilo. En cuanto al diseño y contenido visual será evaluada por tres diseñadores gráficos.

Lo que busca al final este material es servir como vínculo en el proceso de enseñanza-aprendizaje bajo un enfoque constructivista, al aludir a la experiencia personal y grupal del alumno, su experiencia, sus conocimientos previos y la capacidad individual de relacionar dichos elementos, en función de la adquisición de nuevos conocimientos o de reforzar de los ya aprendidos, mediante material didáctico atrayente.

Creación de la infografía

Objetivo para la fase de la creación de la infografía didáctica

El objetivo de esta fase fue crear un material que funcione como instrumento pedagógico para la clase de Química Orgánica que facilitase el proceso y el tratamiento del tema, para favorecer la comprensión del mismo, mediante elementos textuales e icónicos. Se contó con el apoyo de expertos en el área, tanto de Química como de Diseño para la revisión y evaluación del material, así como con el apoyo de docentes y expertos en comprensión lectora.

A través de este instrumento de apoyo pedagógico se intentó desarrollar o estimular la *comprensión* en sus dimensiones principales, que pudiesen dar pie a ciertas bases del pensamiento de orden superior.

Se optó por un medio impreso y no un digital bajo la premisa de los datos obtenidos a través de Gabriela Ramos (directora del Gabinete de la OCDE), quien reporta que México tiene el menor número de computadoras por alumno en todos los niveles educativos (sólo superado por República Dominicana), y la menos proporción de CPUs conectados a internet (México X, 2017). Lo anterior representaba un problema para trabajar para plataformas digitales. Por tal motivo se pensó de inicio en un soporte impreso, con posibilidad de adecuarlo a un formato digital en lo futuro.

Procedimiento

El tema fue sugerido por dos docentes de la misma preparatoria (Prepa 2, profesor Antonio L. Mora del Castillo), con base en la planeación curricular oficial de la UAEM, para la asignatura *Química Orgánica*.

Por cuestión de logística se acordó este tema por tres puntos esenciales: 1) era posible emplearlo al inicio de semestre, 2) estaba acorde con el cronograma de la materia y

3) los docentes y el investigador consideran que es un tema que podría para trabajar con el que se puede trabajar de manera dinámica, desde una perspectiva didáctica.

Un grupo de tres expertos en química fueron encargados de revisar el texto (mismo que estaba impreso en el documento oficial de la UAEM considerado como parte de la carta programática o plan de materia aprobado para el plan de estudios vigente). Una vez aprobado, el texto fue revisado por una correctora de estilo, así como por una experta en comprensión lectora. Posteriormente dicho documento se presentó a tres docentes para su revisión y validación.

De igual manera, para dar confiabilidad al texto que se emplearía en términos de legibilidad y comprensión literal, éste se probó con 7 jóvenes de 14 y 15 años de edad (es decir, menores al público objetivo con la hipótesis de que al poder comprenderlo lectores de menor edad los de mayor estarían en posibilidad de comprenderlo también, al menos de manera literal). Se les pidió que respondieran una serie de preguntas, con las que se intentó registrar la relación de la lectura del texto con el primer nivel de la comprensión lectora: el *nivel literal*, esto es, que se entendiera de manera general lo que se estaba leyendo.

Se les pidió que respondieran preguntas simples relacionadas con el texto leído, por ejemplo:

1. El texto me resulta comprensible.
2. Me resulta fácil de leer.
3. Me resulta demasiado técnico.
4. Me resulta complicado para leer
5. El texto debe corregirse o replantearse.

Una vez implementadas o consideradas las observaciones el texto fue afinado para su implementación en el material infográfico.

El material infográfico didáctico fue elaborado por un diseñador y revisado por un docente para afinar detalles e intercambiar ideas. Para el diseño se tomaron en cuenta aspectos de la literatura. Es decir, se consideró:

- a) Qué formato debería aplicarse (vertical, apaisado).
- b) Qué tratamiento, fuente y acomodo daríamos al texto.
- c) Qué imágenes queríamos presentar (de qué tipo, con qué calidad).
- d) Con qué intenciones (decorar, divertir, explicar, complementar, consolidar).
- e) Qué o cuáles elementos de refuerzo se podrían emplear (vgr. Líneas de tiempo).
- f) Asociadas a qué explicaciones o descripciones verbales, y
- g) A quiénes serían dirigidas (características de los alumnos como conocimientos previos, nivel de desarrollo cognitivo, etcétera). (Barriga, 2010. P. 168).

El material visual, así como el diseño de la infografía fueron revisados y validados por tres expertos en Diseño Gráfico.

Una vez realizada la infografía se les pidió a los mismos 7 jóvenes que revisaran la infografía para evaluar los aspectos iconográficos y la facilidad para el manejo del material.

La planeación y la estrategia de implementación del instrumento fueron observadas junto con el docente, con el fin de que éste conociera qué es una infografía, así como los elementos que la conforman y la utilidad que presenta. Esto le ayudó al docente a familiarizarse con el soporte, visualizar la dinámica e involucrarse con la creación del material. El incluir al docente en el proceso de diseño abre la posibilidad de que éste se interese por crear o participar en la creación de material didáctico, propio de la asignatura o asignaturas que imparte, así como de evaluar la posibilidad de emplear material infográfico y encontrar en él ventajas en el proceso pedagógico de su cátedra.

Tabla de proceso para la creación del material infográfico con el tema *La química del petróleo*.

<i>Participante/experto</i>	<i>Rubros de evaluación/Requerimientos</i>	<i>Lo que reportaron/aprobaron</i>
Docentes (2)	<p>Se requiere del docente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Proponer un tema de donde se obtendrá el texto. Este debe ser parte del plan de estudios vigente y no haber sido observado en clase. 2. Revisión del texto y las imágenes. Se presentan primeras imágenes y texto al docente para recibir comentarios y sugerencias. 3. Consideración del formato físico propuesto para la infografía: Se propone un formato de 40x60 para la infografía que utilizarán los alumnos y de 60x90 para la del docente. Las medidas obedecen a criterios propios de la impresión en plotter. Se pide al docente que considere estas medidas para saber de su manejo posterior en clase. 4. Una vez creada la infografía se muestra una maqueta al docente. Se pide que considere la legibilidad y distribución de los elementos compositivos de la infografía. Lo que se requiere es que el docente pueda evaluar la ruta de lectura dentro del formato para que una vez que pueda manipularla en clase no encuentre obstáculos para impartir su clase con el material didáctico. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Propuesta del tema <i>La química del petróleo</i> 2. Revisión del texto y las imágenes 3. Aprobación del formato propuesto 4. Aprobación de los elementos que conforman a la infografía 5. Aprobación del material infográfico didáctico
Expertas en Química (3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar el tema propuesto <i>La química del petróleo</i>: Se requiere que las expertas puedan revisar el texto para dar validez al contenido del mismo (<i>validez por expertos</i>). Con esta revisión se busca que los datos sean confiables, verídicos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión y aprobación del tema propuesto <i>La química del petróleo</i>.
Correctora de estilo (1)	<p>Se requiere de la experta en corrección para que pueda revisar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Que el texto tenga concordancia con el tema. 2. Eliminar errores ortográficos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrega del texto revisado y corregido.

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Que haya cohesión entre párrafos y permita una lectura relacional. 4. Revisar que el texto permita una lectura fluida 	
Diseñadores (3)	<p>Se requiere de los diseñadores revisar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aspectos estéticos y de equilibrio visual (color, tono, saturación, iluminación, contraste). 2. Elementos textuales (jerarquía, puntaje, fuente, disposición, legibilidad) 3. Distribución de los elementos textuales e iconográficos en el soporte visual. 4. Formato y sustratos. Revisar si es pertinente el tamaño propuesto y el material en que la infografía será impresa. 5. Procesos de diseño. Primeras pruebas y pruebas finas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión, corrección y aprobación de elementos compositivos en la infografía didáctica. 2. Revisión y aprobación del material infográfico didáctico.
Jóvenes de entre 14 y 15 años (7)	<p>Se requiere su percepción acerca de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comprensión del texto que la infografía contiene. 2. Facilidad de lectura del texto y las imágenes. 3. Si la infografía les resulta atractiva. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizaron un cuestionario muy sencillo de 10 preguntas, que permitió saber acerca de los elementos textuales y visuales del material infográfico.

La infografía fue elaborada en tres programas de la suite de Adobe: *Adobe Illustrator*® y *Adobe Photoshop*® para el tratamiento de las imágenes. Luego, fue armado en *Adobe In Design*® para el proceso editorial. Se utilizó tipografía de la fuente *Helvética*® (en diferentes puntajes y tratamientos) para el cuerpo de texto. Se empleó la fuente *Scorched Heart*® únicamente para el título. Posteriormente, se realizó una impresión en plotter *Epson*®, en cuatricromía sobre papel fotográfico para darle mayor definición y durabilidad para el manejo en el escenario, con los diferentes actores que harían uso de la infografía impresa (alumnos y docente).

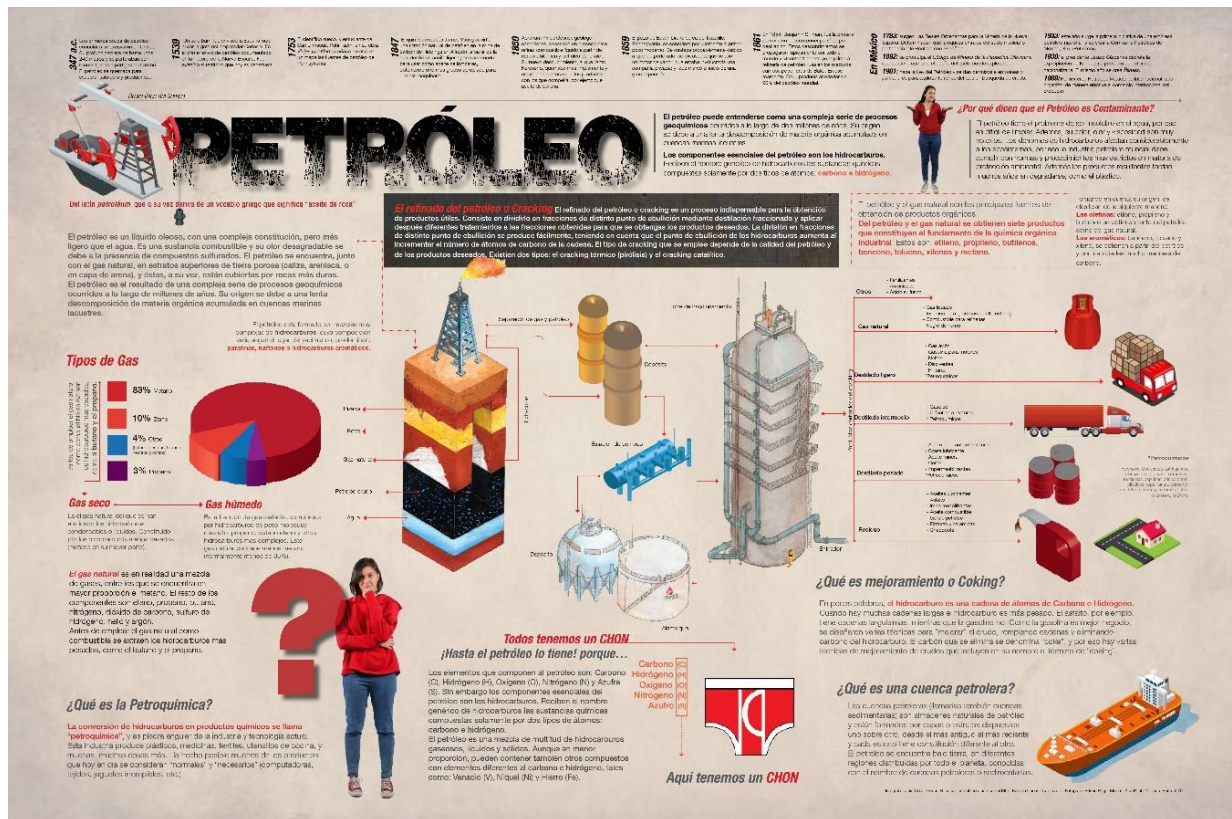
Una vez impresa, la infografía fue revisada por tres diseñadores, así como por el docente Ramón Carlos Bustamante para chequeo final y observaciones. Por sugerencia del

docente se anexó una línea del tiempo para ubicar el recorrido histórico del petróleo a nivel mundial y en el contexto nacional.

Se imprimieron seis ejemplares de 40x60 cm y uno más de 60x90 cm. Este último sirvió como apoyo para el docente.

Resultado

El resultado del trabajo multidisciplinario para crear el material infográfico se presenta a continuación:



Fase 5. Pre test, intervención, post test

Planteamiento general

La fase de pre test, intervención y post test es crucial para aterrizar lo que se ha propuesto desde el inicio de este documento: De qué manera la infografía didáctica podría favorecer la *comprensión* de un tema curricular en Educación Media Superior. En una institución que alberga a individuos provenientes de diferentes puntos geográficos, y en consecuencia características particulares.

Hipótesis 0:

El uso o elaboración de la infografía didáctica no impacta de manera mínima ni sustancial en la comprensión del tema *La química del petróleo*.

Hipótesis 1:

El uso de una infografía didáctica de creación multidisciplinar (diseñada por expertos) favorece la comprensión del tema *La química del petróleo*.

Hipótesis 2:

La elaboración de infografías por parte de los estudiantes será un elemento que incide de manera favorecedora en la comprensión del tema *La química del petróleo*.

Muestra y muestreo:

Grupo experimental (*H*), conformado por 28 alumnos. 19 hombres y 9 mujeres.

Grupo experimental (*I*), conformado por 30 alumnos. 16 hombres y 14 mujeres.

Grupo control (*A*), conformado por 30 alumnos. 10 hombres y 20 mujeres.

Todos alumnos jóvenes de entre 15 y 18 años de edad, con una media de 15.3977 por los tres grupos. En todos los grupos el profesor estuvo presente durante todas las pruebas y la intervención.

Panorama y procedimiento en los grupos experimentales y control

Grupo	Docente	Clasificación	Dinámica	Objetivo/por qué este grupo	Modo de evaluación
A Jóvenes de entre 15 y 18 años de edad	Mtro. Ramón Carlos Bustamante	Control	El docente llevó al grupo de manera habitual, sin otro tipo de intervención más que la presencia del investigador quien fungió como observador. El docente no empleó material didáctico diferente al que cuenta dentro del salón de clases, es decir, sólo empleó el pizarrón, el borrador y los plumones.	Tener un grupo con el mismo docente, pero sin el apoyo de la infografía como material didáctico y observar las diferencias con el resto de los grupos. El grupo servirá como referente de contraste con los demás grupos.	Pre y post test
I Jóvenes de entre 15 y 18 años de edad	Mtro. Ramón Carlos Bustamante	Experimental 1	Se pidió al docente que hiciera uso de la infografía impresa que se le proporcionó (60x90 cm) como parte relevante del tema de la clase. Los alumnos también hicieron uso de la infografía impresa que les fue proporcionada por equipos (30x60 cm). Se solicitó que se permitiera a los alumnos el trabajo en equipos para abordar el tema y trabajar con la infografía mencionada; que el docente pudiera guiarlos y apoyarlos con dicha infografía, en cuanto a la ruta de lectura o responder dudas que fuesen surgiendo durante la dinámica.	Analizar el uso de la infografía creada por expertos como parte del material didáctico, registrar el manejo y la atención hacia el material de naturaleza mixta (texto e imagen). Se presume que al trabajar con el apoyo infográfico se puede registrar la atención y la motivación que debe verse reflejada en el pos test.	Pre y post test

<p>H</p> <p>Jóvenes de entre 15 y 18 años de edad</p>	<p>Mtro. Ramón Carlos Bustamante</p>	<p>Experimental</p> <p>2</p>	<p>El docente explicó qué es una infografía y abordó el tema <i>La química del petróleo</i>. Luego pidió a los estudiantes que formasen equipos. Una vez conformados se les solicitó que elaborasen una infografía con base en el texto que proporcionó a cada equipo; así como en los referentes visuales que mostró para ilustrar la definición de infografía, es decir, que este grupo utilizó una infografía impresa como referencia. El docente dio seguimiento al grupo en lo referente a las dudas que surgieron con base en la elaboración del material o al tema del petróleo.</p>	<p>Analizar y registrar el proceso de la información por parte de los alumnos al elaborar una infografía con apoyo del tema planteado por el docente. Se presume que, al elaborar su propio material, el alumno se involucre con el contenido del tema y pueda comprender este mismo.</p>	<p>Pre y post test</p>
--	--------------------------------------	------------------------------	---	---	------------------------

Selección de la muestra

Se buscaron, para esta fase, a tres grupos de alumnos que tuviesen las mismas características:

- a) Rango de edad.
- b) Nivel de estudio (segundo semestre de bachillerato).
- c) Profesor de la asignatura sobre la cual se trabajó (*Química Orgánica*).
- d) Horario (matutino).
- e) Temas revisados dentro del plan de estudios.

De esta manera se pudo trabajar con la misma línea de partida para todos los grupos (*A, H e I*), sin darle preferencia a alguno de ellos, y sin que conocieran la dinámica sobre la cual se trabajaría.

La etapa de entrevistas estuvo conformada por alumnos y profesor de estos mismos grupos, quienes fueron elegidos de las listas que el docente proporcionó.

Pre test

Planteamiento

El objetivo de esta fase fue registrar el conocimiento de cada alumno y grupo con relación al tema *La química del petróleo*, de la materia Química Orgánica y obtener una *línea base*, al inicio de la dinámica, desde donde podría identificarse si un grupo tenía ventaja sobre otro, por ejemplo, al tener conocimientos previos sobre el tema, o haberlo visto en alguna clase anterior. De esta manera se intentó identificar si algún grupo presentaba alguna tendencia a sobresalir a partir de esta instancia con respecto al resto de los grupos; y si esto significaba o no un problema en el momento de realizar la evaluación o comparación de los resultados entre los diferentes grupos.

Metodología

Se aplicó el mismo pre test a los dos grupos experimentales (*H e I*) y al grupo control (*A*).

Las preguntas en este pre test fueron elaboradas con base en el modelo de las pruebas PISA.

Aplicación del instrumento

El instrumento fue aplicado y posteriormente analizado por cada aspecto que lo compone. Ningún reactivo presentó sesgo, todos los reactivos discriminaron. Cada componente, excepto el de nociones de Química fue sometido a análisis de componentes principales, con rotación ortogonal. Posteriormente, se analizaron las diferencias en el pre test por los grupos en el estudio mediante el análisis de varianza (ANOVA) con post hoc Scheffé. El grupo *A* fungió como *grupo control*. Los *grupos experimentales* son *H e I*.

El instrumento del pre test, está conformado por los siguientes componentes:

1. Explora la percepción que de la química del alumno tiene. Está constituida por cuatro reactivos en escala Tipo Likert, desde 1 (nada) hasta 5 (mucho).
2. Frecuencia con la que el docente emplea apoyos didácticos, consiste de cuatro reactivos en escala Tipo Likert, desde 1 (nada) hasta 5 (mucho).
3. Frecuencia con la que el estudiante hace uso de sus recursos para el estudio, consiste de diez reactivos en escala Tipo Likert, desde 1 (nada) hasta 5 (mucho).
4. Percepción de la relación de la química con otras disciplinas, consiste de tres reactivos en escala Tipo Likert, desde Totalmente en desacuerdo (1) hasta 5 (Totalmente de acuerdo).
5. Gusto por la química por parte del estudiante, consiste de siete reactivos en escala Tipo Likert, desde Totalmente en desacuerdo (1) hasta 5 (Totalmente de acuerdo).
6. Actitud hacia la química, consiste de seis reactivos en escala Tipo Likert, desde Totalmente en desacuerdo (1) hasta 5 (Totalmente de acuerdo).
7. Nociones sobre el tema del petróleo y la química orgánica, consiste de diez reactivos que fueron calificados como “conoce la respuesta”, “conoce parcialmente la respuesta” y “no conoce la respuesta”. Los reactivos fueron elaborados por el docente y calificados por el docente.

Aunque los primeros puntos no serán desarrollados en esta investigación, forman parte de lo que podemos llamar *variables extrañas*. Son fenómenos que podemos identificar, pero sobre los que no se tiene control. Sin embargo, sí podrían llegar a influir sobre el resultado.

Nivel de dificultad para el pre test

La prueba PISA enmarca el nivel de exigencia cognitiva (equiparable a los niveles de profundidad en la *comprensión*: literal, inferencia y crítico) y la divide en tres niveles, que se toman en cuenta como indicadores de conocimiento del contenido y de las operaciones cognitivas que se requieren para procesar preguntas. Estos tres niveles son:

1. Bajo. Se requiere de un sólo paso, por ejemplo, recordar un hecho, un vocablo, un principio o un concepto, o localizar cierta información sencilla en un gráfico o una tabla.
2. Medio. Se usa y se aplica conocimiento conceptual para describir o explicar fenómenos, seleccionar procedimientos adecuados que implican dos o más pasos, organizar o mostrar datos, interpretar o usar conjuntos de datos.
3. Alto: Se analiza información y datos complejos, sintetiza y sopesa las pruebas, justifica y razona partiendo de diversos tipos de fuentes, desarrolla un plan o secuencia de pasos para enfrentarse a un problema.

El pre test incluyó 16 reactivos que buscaron medir el nivel de conocimiento sobre el tema la Química del petróleo. Los 16 reactivos fueron clasificados como *de escala*, porque califican con 0% la opción *no sabe o no conoce la respuesta*, con 50% la opción *conoce parcialmente la respuesta* y 100% para: *conoce la respuesta*. Todos los reactivos o preguntas fueron los mismos para todos los grupos con los cuales se trabajó. Es decir, los dos grupos experimentales y el grupo control.

Estos 16 reactivos se consideraron tomando en cuenta tres elementos para darles validez:

1. Validez teórica: según lo planteado sobre los niveles de comprensión y tomando en cuenta la clasificación de PISA
2. Validez por expertos: supervisados los reactivos por tres docentes.
3. Validez interna: mediante un análisis de frecuencias

Estos 16 reactivos conformaron 3 componentes. En el primer componente (*El petróleo en la vida cotidiana*) el Alpha de Cronbach arroja como resultado .688 con 6 elementos; para el segundo componente (*Importancia del petróleo*) se reporta un Alpha de Cronbach de .687 con 4 elementos; y para un tercer componente (*Aspectos generales de la Química Orgánica*), se reporta un Alpha de Cronbach de .553 con 3 elementos.

Así mismo se realizó para los 16 reactivos un análisis de confiabilidad con un resultado de .666 en el Alpha de Cronbach.

Con los datos recabados en los tres grupos se realizaron pruebas *T de Student* para muestras independientes. El objetivo de dichas pruebas fue relacionar el nivel de conocimientos que reportaron los alumnos de cada grupo, para asegurar que ninguno de ellos tuviera ventajas o desventajas en el conocimiento sobre el tema, y contar con una línea de partida.

Resultados

Las pruebas de *T de Student* para muestra independientes comparando a los tres grupos (los dos experimentales y el grupo control) dan como resultado diferencias poco significativas en el p valor (o significancia asintótica bilateral) con resultados por encima del 5% ($p < 0.05$). Por lo que se puede afirmar que los tres grupos presentan un nivel de conocimientos similar.

Se realizó por último un análisis de Tablas cruzadas para comparar los resultados de los tres grupos. Todos los grupos presentaron un bajo nivel de respuestas, lo que se interpreta o traduce como falta de conocimiento de los tres grupos sobre el tema del petróleo.

Por ejemplo:

¿Qué es el petróleo? *Grupo tabulación cruzada

			Grupo			
			A	H	I	Total
¿Qué es el petróleo?	Conoce la respuesta	Recuento	0	1	0	1
		% dentro de Grupo	0.0%	3.6%	0.0%	1.1%
	Conoce parcialmente la respuesta	Recuento	0	1	3	4
		% dentro de Grupo	0.0%	3.6%	9.4%	4.3%
	No conoce la respuesta	Recuento	33	26	29	88
		% dentro de Grupo	100.0%	92.9%	90.6%	94.6%
Total		Recuento	33	28	32	93
		% dentro de Grupo	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

¿Cuáles hidrocarburos componen al gas natural que se asocia con el petróleo? Por favor menciona algunos.

*Grupo tabulación cruzada

			Grupo			
			A	H	I	Total
¿Cuáles hidrocarburos componen al gas natural que se asocia con el petróleo? Por favor menciona algunos.	Conoce parcialmente la respuesta	Recuento	0	1	0	1
		% dentro de Grupo	0.0%	3.6%	0.0%	1.1%
	No conoce la respuesta	Recuento	33	27	32	92
		% dentro de Grupo	100.0%	96.4%	100.0%	98.9%
Total		Recuento	33	28	32	93
		% dentro de Grupo	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Los reactivos mostraron la misma tendencia a las respuestas nulas o parciales, lo que permite afirmar que el tema no había sido abordado por el docente en clase, y que se podía trabajar con los grupos experimentales y control bajo el supuesto de que todos los grupos con los que se trabajó tenían un nivel similar de conocimientos al inicio de la dinámica.

Intervención en grupos

Se detalla a continuación la dinámica de intervención en los tres grupos, los dos experimentales y el grupo control, llevada a cabo el mes de febrero del año 2019.

Metodología Grupo Experimental H

Para el grupo *H* el docente explicó qué es una infografía (con el apoyo del investigador en caso necesario. No requirió de apoyo (por parte del investigador) y abordó el tema *La química del petróleo*.

El docente explicó la dinámica y pidió a los alumnos que formaran equipos. Se formaron 8 equipos, cada uno de 5 alumnos. A cada equipo se le entregaron juegos de copias con información sobre el tema de *La química del petróleo*, (texto que fue tomado de la carta programática o planeación curricular vigente para la materia Química Orgánica de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, para Bachilleratos). El docente explicó el tema, dio definiciones; se apoyó en el juego de copias que tenía en mano, mismas copias con las que contaron los alumnos. En cada punto el docente hizo preguntas y complementó la información. Se analizó el contenido completo del texto. El docente dio ejemplos de la vida cotidiana y los relacionó con el tema y los subtemas que la infografía refiere. Se fomentó en todo momento la participación. El docente pidió ejemplos de lo que fueron analizando. Luego pidió a los estudiantes que elaboraran, junto con sus respectivos equipos, una infografía con base en el texto que proporcionó; y con base también en los referentes visuales que mostró para ilustrar la definición de infografía. Se colocó sobre el pizarrón un referente impreso: una infografía sobre el tema de *La química del petróleo*, que sirvió como modelo o referente para que los estudiantes elaborasen su propia infografía. El docente brindó seguimiento al grupo en lo referente a las dudas que surgieron con base en la elaboración del material o al tema del petróleo. Al final de la sesión los equipos presentaron su material para observación y registro.

Metodología Grupo Experimental I

En el grupo *I* se pidió al docente que hiciera uso de la infografía como parte relevante del tema de la clase, para ello se proporcionó al docente, con un día de anterioridad, una infografía de 60x90 cm. Se solicitó al docente que permitiera a los alumnos el trabajo en equipos para abordar el tema, que pudiera guiarlos y apoyarlos con dicha infografía. Se repartieron nueve infografías iguales, con el mismo contenido, de las mismas medidas (30x60 cm) a cada uno de los equipos de trabajo.

El docente explicó la dinámica y pidió a los alumnos que leyeran por turnos y en voz alta. En cada punto el docente hizo preguntas, invitó a los alumnos a compartir opiniones y complementó la información con lo que anteriormente habían estudiado en

clases. No se presentaron problemas significativos que afectaran la lectura en voz alta (pausas largas, interrupciones de terceros, falta de iluminación, etcétera). Se analizó el contenido completo de la infografía. El docente da ejemplos de la vida cotidiana, los relaciona con el tema y los subtemas que la infografía refiere. Se fomenta la participación. El docente pide ejemplos de lo que analizan.

La clase dio inicio a las 12:55 y culminó a las 14 hr, sin incidentes que afectaran la dinámica propuesta.

Metodología Grupo Control

No hubo intervención en el grupo A (control), salvo la observación y registro en la bitácora respectiva. El grupo control abordó el tema *La química del petróleo* sin apoyo de material didáctico, salvo el habitual (pizarrón, plumones). El investigador no proporcionó al docente o al grupo material alguno para trabajo en clase. La intención fue que el docente impartiera su clase como habitualmente la había diseñado.

Con las bitácoras de observación para este grupo se pretendió reportar únicamente la regularidad o incidencias dentro de la dinámica para saber si de manera sustancial algún evento podría haber influido en los resultados tanto de la dinámica como del post test.

Post test

Metodología

El objetivo de esta fase, o sub fase, fue conocer y registrar el nivel de comprensión que cada alumno (grupos experimentales A, H, e I) obtuvo del tema *La química del petróleo* y de la materia Química y registrar posibles diferencias entre los grupos.

Se aplicó un cuestionario con los mismos 16 reactivos que se usaron para el pre test y con las mismas características, con base en los niveles de conocimiento que marcan las

pruebas de PISA, aunque sólo se consideraron 4 de los 6 niveles de la prueba mencionada. Dos razones principales fueron la causa de esta decisión: El tema *La Química del Petróleo* en el plan de estudios de este plantel, no es fundamental ni de integración, sino complementario. Esto es: no es un tema considerado como de especialización, por lo que el nivel de profundidad es relativamente bajo. La segunda razón, es derivada de la percepción de los docentes, quienes familiarizados con los resultados de la prueba PISA 2018, no consideran viable explorar el nivel 5 o 6 de la clasificación para evaluar niveles de comprensión, lo cual es coincidente con los resultados de la prueba PISA 2018, que ubican a nuestro país con un nivel promedio correspondiente al nivel 2. Consideraron que el alumno difícilmente podría alcanzar dichos niveles (5 y 6), en consecuencia, podría guiarlos hacia una probable frustración al no poder responder de manera asertiva. Por las razones mencionadas se exploraron solo 4 niveles de medición del conocimiento de acuerdo a la clasificación que hace PISA.

Se tomaron en cuenta para ello las siguientes categorías: Competencias, tipo de conocimiento científico y dificultad o exigencias cognitiva. Se tomaron en cuenta también los términos de la categoría de Bloom para identificar aspectos de la comprensión en su dimensión cognitiva: Interpretar, Ejemplificar, Resumir, Inferir, Comparar, Explicar.

Se realizó un análisis de frecuencia para observar si alguno de los 16 reactivos presentaba sesgo.

Se realizaron pruebas de fiabilidad para los dos componentes mediante un *Análisis de fiabilidad*.

Así mismo, se realizaron una serie de pruebas de *T de student* para muestras relacionadas con el objetivo de conocer si se encontraban diferencias en los niveles de conocimiento de los informantes entre el *pre* y el *post test* con los mismos 16 reactivos sobre el tema la química del petróleo.

Se realizaron además pruebas de análisis de la varianza (ANOVA) para comparar a los tres grupos mediante el análisis de un factor o una vía.

Finalmente se realizó un análisis mediante tablas cruzadas para conocer el nivel de respuesta comparando a los tres grupos (dos experimentales H e I, y el grupo control A).

Resultados

A través de los análisis de *Frecuencia*, se encontró que 8 reactivos presentaban sesgo o discriminación, por tal motivo fueron descartados para hacer la reducción de dimensiones. Los 8 reactivos restantes se agruparon en dos componentes: *Aspectos generales de la Química Orgánica* y *El petróleo en la vida cotidiana*.

Mediante el *Análisis de fiabilidad* realizado se encontró que *Aspectos generales de la Química Orgánica* reporta un Alpha de Cronbach de .701 con 5 elementos.

En tanto que el componente *El petróleo en la vida cotidiana* reporta un Alpha de Cronbach de .613 con 3 elementos. Así mismo se reporta un Alpha de Cronbach de .725 con 8 elementos.

Se reporta también que los resultados de la prueba *T de student* para muestras relacionadas para todos los grupos, arrojan que hay un incremento lógico entre las respuestas del pre y el post test, es decir, en el *antes* y el *después*. En el pre test no se había abordado el tema y en el post el tema ya había sido revisado. La prueba T de Student para muestras relacionadas reporta un nivel de significancia asintótica bilateral de menos del 5% ($p < 0.05$) para todos los reactivos entre el pre y el post test para todos los grupos, lo que indica un incremento o cambio significativo en los niveles de respuesta de los reactivos.

En el grupo A de entre los 8 reactivos que pueden medir el aprendizaje, no hay diferencias significativas bilaterales en 4 reactivos: react_04 (.293), react_06 (.326), react_07 (.293) y react_08 (.073). Esto quiere decir que estas respuestas del pre test no cambiaron de manera significativa luego de responder el post test. En consecuencia, sólo hubo diferencias en los reactivos restantes.

Prueba de muestras emparejadas				Sig.
		t	gl	(bilateral)
Par 1	¿Qué estudia la Química Orgánica? - ¿Qué estudia la Química Orgánica?	1.980	29	.057
Par 2	¿Qué es el petróleo? - ¿Qué es el petróleo?	4.539	29	.000

Par 3	¿Qué elementos conforman al petróleo? - ¿Qué elementos conforman al petróleo?	2.562	29	.016
Par 4	¿Crees que la humanidad ha cambiado a partir del uso del petróleo y sus derivados? Explica por qué - ¿Crees que la humanidad ha cambiado a partir del uso del petróleo y sus derivados? Explica por qué	1.795	29	.083
Par 5	¿Qué productos derivados del petróleo utilizas más en tu vida diaria? - ¿Qué productos derivados del petróleo utilizas más en tu vida diaria?	3.071	29	.005
Par 6	¿Qué efectos tiene para nuestro medio ambiente la extracción y uso del petróleo y sus derivados? - ¿Qué efectos tiene para nuestro medio ambiente la extracción y uso del petróleo y sus derivados?	1.000	29	.326
Par 7	¿Por qué se considera al petróleo como contaminante? Da un ejemplo de contaminación a causa del petróleo - ¿Por qué se considera al petróleo como contaminante? Da un ejemplo de contaminación a causa del petróleo	1.072	29	.293
Par 8	¿Consideras que el petróleo es importante para la economía de nuestro país? Explica por qué - ¿Consideras que el petróleo es importante para la economía de nuestro país? Explica por qué	1.861	29	.073

En el grupo H, los resultados de la prueba T de student para muestras relacionadas indican que no hay diferencias significativas bilaterales en 4 reactivos: react_01 (.095), react_05 (.691), react_6 (.202) y react_07 (.088). Esto indica que dichas respuestas del pre test no cambiaron de manera significativa luego de responder el post test. En consecuencia, sólo hubo diferencias en los reactivos restantes.

Prueba de muestras emparejadas

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	¿Qué estudia la Química Orgánica? - ¿Qué estudia la Química Orgánica?	1.730	27	.095
Par 2	¿Qué es el petróleo? - ¿Qué es el petróleo?	3.950	27	.001
Par 3	¿Qué elementos conforman al petróleo? - ¿Qué elementos conforman al petróleo?	4.091	27	.000
Par 4	¿Crees que la humanidad ha cambiado a partir del uso del petróleo y sus derivados? Explica por qué - ¿Crees que la humanidad ha cambiado a partir del uso del petróleo y sus derivados? Explica por qué	4.357	27	.000

Par 5	¿Qué productos derivados del petróleo utilizas más en tu vida diaria? - ¿Qué productos derivados del petróleo utilizas más en tu vida diaria?	.402	27	.691
Par 6	¿Qué efectos tiene para nuestro medio ambiente la extracción y uso del petróleo y sus derivados? - ¿Qué efectos tiene para nuestro medio ambiente la extracción y uso del petróleo y sus derivados?	1.307	27	.202
Par 7	¿Por qué se considera al petróleo como contaminante? Da un ejemplo de contaminación a causa del petróleo - ¿Por qué se considera al petróleo como contaminante? Da un ejemplo de contaminación a causa del petróleo	1.769	27	.088
Par 8	¿Consideras que el petróleo es importante para la economía de nuestro país? Explica por qué - ¿Consideras que el petróleo es importante para la economía de nuestro país? Explica por qué	3.808	27	.001

Para el grupo I, los resultados de la prueba de T de student para muestras relacionadas indican que todos los reactivos tuvieron diferencia en sus respuestas. Todos los reactivos tienen una significancia bilateral menor al 0.05, lo que indica que las respuestas del post test cambiaron de manera significativa con respecto a lo respondido en el pre test.

Prueba de muestras emparejadas

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	¿Qué estudia la Química Orgánica? - ¿Qué estudia la Química Orgánica?	6.180	29	.000
Par 2	¿Qué es el petróleo? - ¿Qué es el petróleo?	7.413	29	.000
Par 3	¿Qué elementos conforman al petróleo? - ¿Qué elementos conforman al petróleo?	2.536	29	.017
Par 4	¿Crees que la humanidad ha cambiado a partir del uso del petróleo y sus derivados? Explica por qué - ¿Crees que la humanidad ha cambiado a partir del uso del petróleo y sus derivados? Explica por qué	3.746	29	.001
Par 5	¿Qué productos derivados del petróleo utilizas más en tu vida diaria? - ¿Qué productos derivados del petróleo utilizas más en tu vida diaria?	3.067	29	.005

Par 6	¿Qué efectos tiene para nuestro medio ambiente la extracción y uso del petróleo y sus derivados? - ¿Qué efectos tiene para nuestro medio ambiente la extracción y uso del petróleo y sus derivados?	4.709	29	.000
Par 7	¿Por qué se considera al petróleo como contaminante? Da un ejemplo de contaminación a causa del petróleo - ¿Por qué se considera al petróleo como contaminante? Da un ejemplo de contaminación a causa del petróleo	3.247	29	.003
Par 8	¿Consideras que el petróleo es importante para la economía de nuestro país? Explica por qué - ¿Consideras que el petróleo es importante para la economía de nuestro país? Explica por qué	5.135	29	.000

Con respecto a las pruebas de *Análisis de la varianza* (ANOVA) para comparar a los tres grupos mediante el análisis de un factor o una vía. Se encuentra que no hay diferencias significativas (la mayoría tiene un resultado mayor al 5%, o $p < 0.05$) según esta prueba. Lo que podría deberse al tamaño de la muestra.

ANOVA primer componente 3 elementos

		gl	F	Sig.
¿Qué estudia la Química Orgánica?	Entre grupos	2	8.617	.000
	Dentro de grupos	85		
	Total	87		
¿Qué es el petróleo?	Entre grupos	2	5.420	.006
	Dentro de grupos	85		
	Total	87		
¿Qué elementos conforman al petróleo?	Entre grupos	2	.076	.927
	Dentro de grupos	85		
	Total	87		

ANOVA segundo componente 5 elementos

		gl	F	Sig.
¿Crees que la humanidad ha cambiado a partir del uso del petróleo y sus derivados? Explica por qué	Entre grupos	2	1.584	.211
	Dentro de grupos	85		
	Total	87		
	Entre grupos	2	2.100	.129

¿Por qué se considera al petróleo como contaminante? Da un ejemplo de contaminación a causa del petróleo	Dentro de grupos	85		
	Total			
¿Qué productos derivados del petróleo utilizas más en tu vida diaria?	Entre grupos	2	.191	.826
	Dentro de grupos	85		
	Total	87		
¿Qué efectos tiene para nuestro medio ambiente la extracción y uso del petróleo y sus derivados?	Entre grupos	2	2.640	.077
	Dentro de grupos	85		
	Total	87		
¿Consideras que el petróleo es importante para la economía de nuestro país? Explica por qué	Entre grupos	2	2.555	.084
	Dentro de grupos	85		
	Total	87		

Un aspecto interesante se presenta en el Análisis de *Tablas cruzadas*, donde se pueden identificar las diferencias que existen en los grupos comparados.

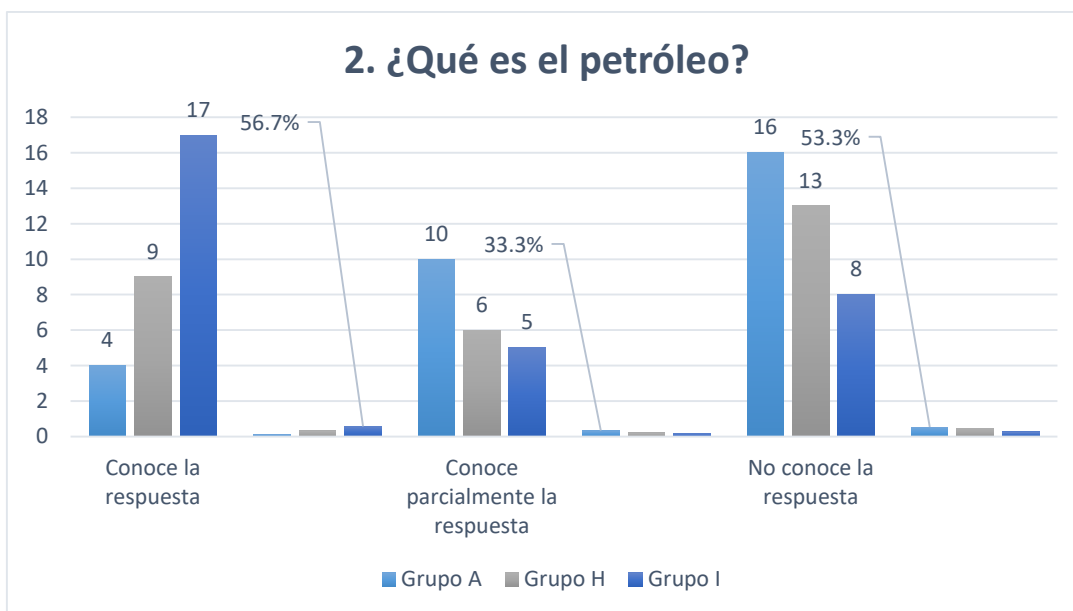
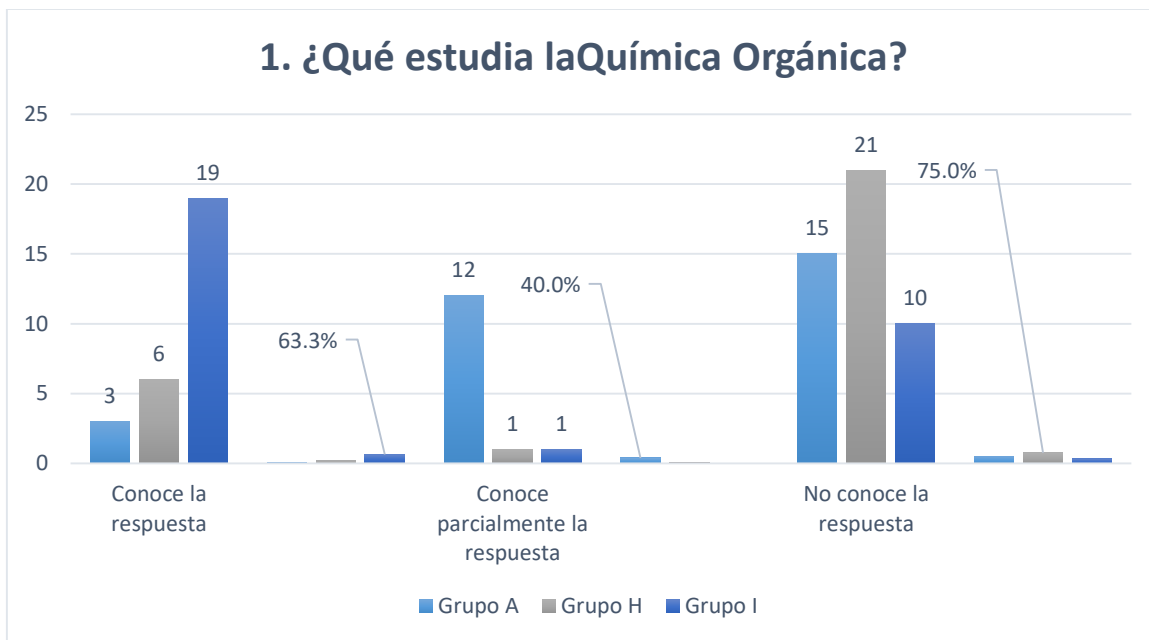
Se reporta a continuación parte de los resultados del análisis de *Tablas cruzadas* para los tres grupos. Se incluye en la información adicional sobre la Chi² para observar la asociación entre las variables.

El grupo I se destaca en el nivel de respuestas (conoce la respuesta y conoce parcialmente la respuesta) con respecto al resto de los grupos.

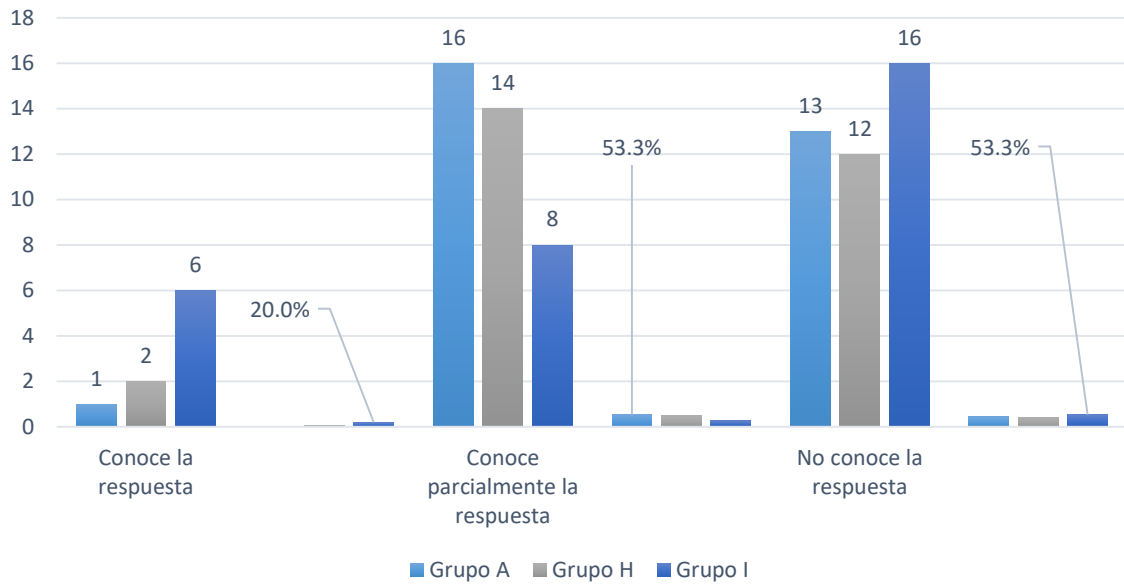
Los números sobre las barras representan al número o la cantidad real de los informantes, mientras que los números acompañados de una línea o vector señalan el recuento porcentual dentro del propio grupo, esto es, una parte del porcentaje total dentro del grupo en sí mismo.

Así, por ejemplo, el grupo I tiene 19 informantes que *conocen la respuesta* y su porcentaje interno sumatorio es del 63.3%; el mismo grupo tiene un (1) informante que *conoce parcialmente la respuesta*, es decir, el 3% interno sumatorio, y 10 que *no conocen la respuesta*, es decir, el 33.3% del porcentaje interno sumatorio, lo que da como resultado

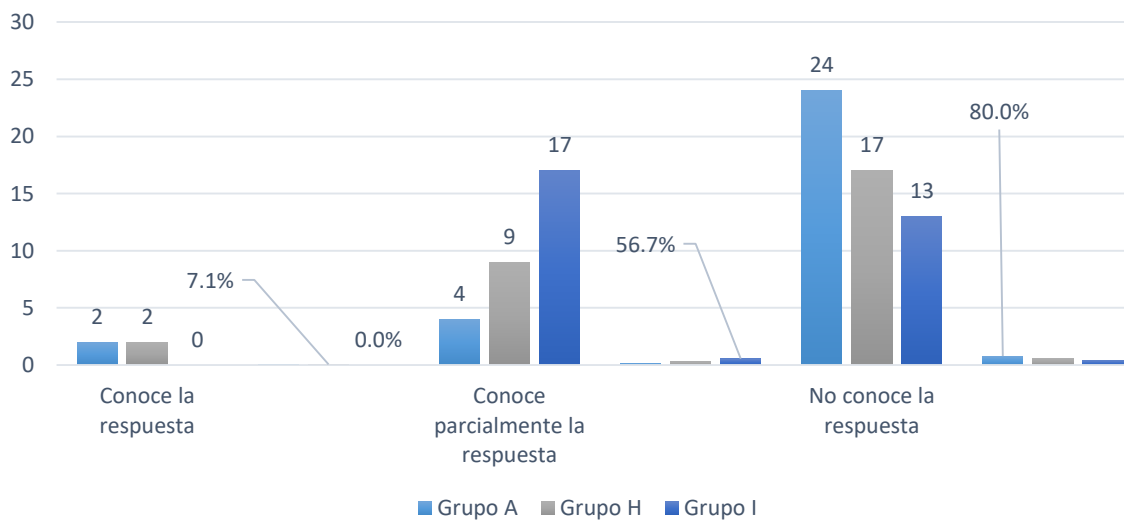
del 100% interno sumatorio. Aunque en las gráficas sólo aparecerán los porcentajes de los índices dominantes.



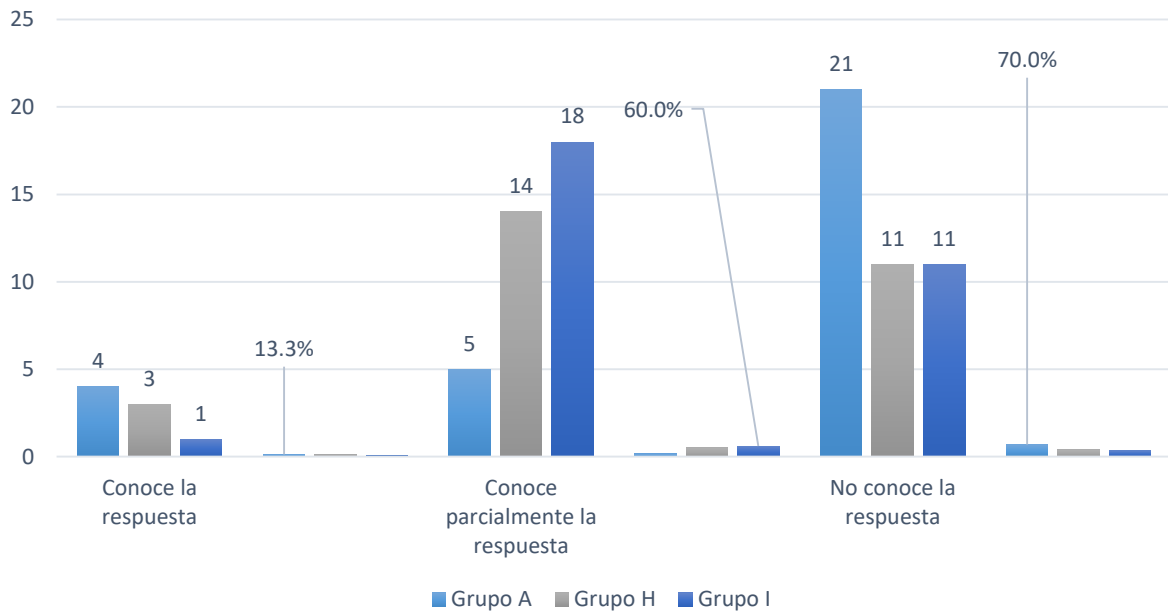
3. ¿Qué elementos conforman al petróleo?



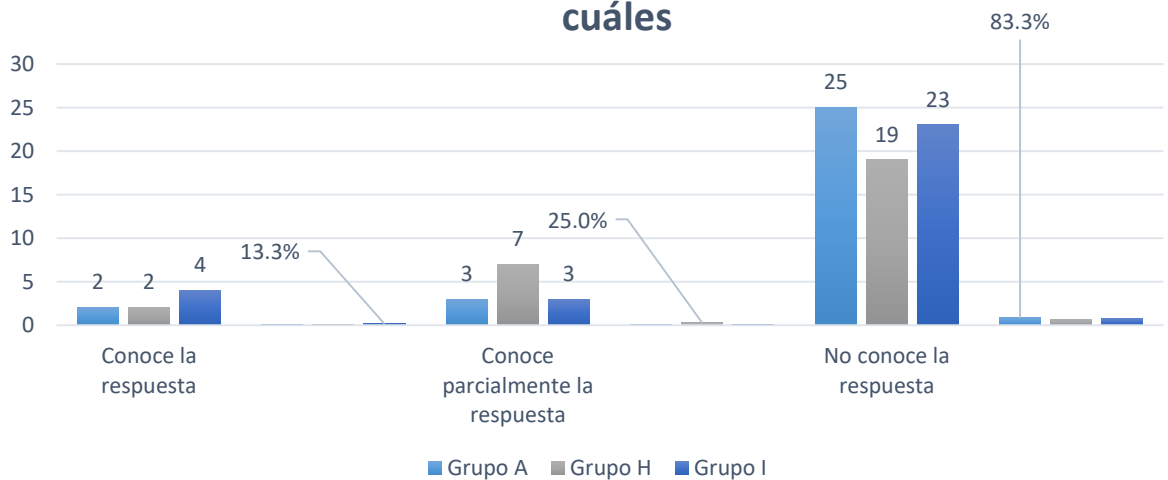
4. ¿Por qué se considera al petróleo como contaminante? Da un ejemplo de contaminación a causa del petróleo



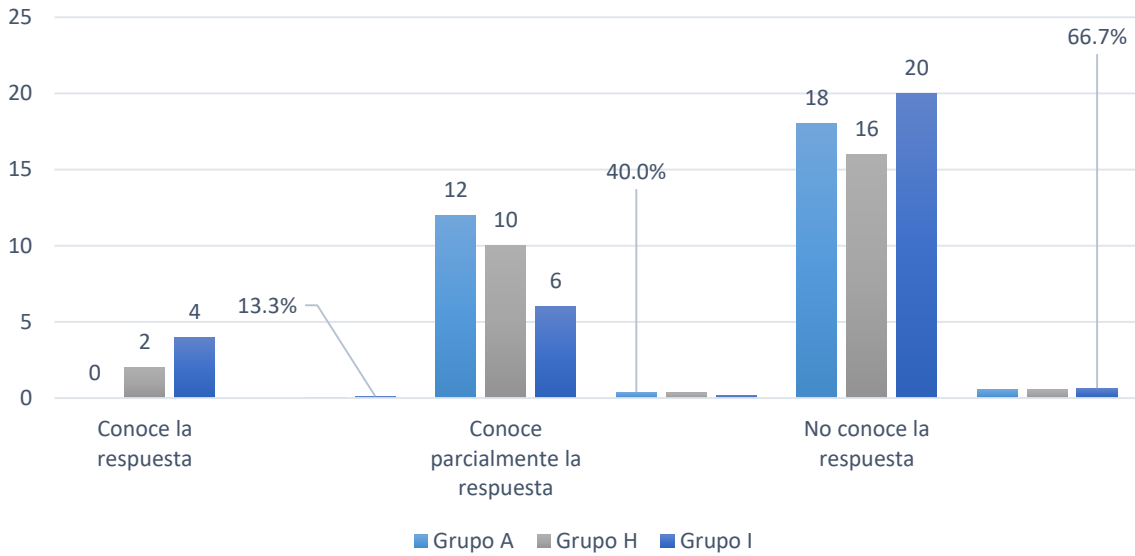
5. ¿Crees que la humanidad ha cambiado a partir del uso del petróleo y sus derivados?



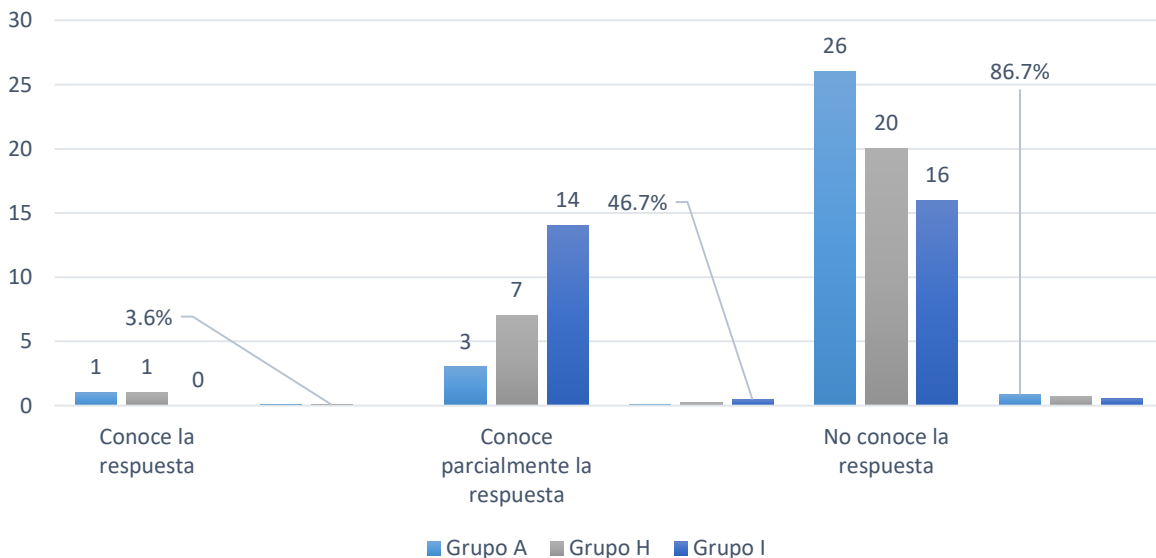
6. ¿Conoces otras fuentes de energía que podrían sustituir al petróleo o sus derivados? Menciona cuáles



7. ¿Qué productos derivados del petróleo utilizas más en tu vida diaria?



8. ¿Qué efectos tiene para nuestro medio ambiente la extracción y uso del petróleo y sus derivados?



Resultados del post test

Los resultados que arroja el post test indican que el grupo experimental *I* (el grupo que trabajó con infografía creada por expertos) obtuvo resultados que aventajan sobre el resto de los grupos. Esta tendencia se había registrado anteriormente, en el año de 2018, en una intervención similar, realizada como parte inicial de esta misma investigación.

En casi todas las respuestas el *Grupo I* se destacó sobre el resto por el nivel de respuestas acertadas o parcialmente acertadas y aunque la diferencia podría parecer de poca relevancia, resulta de gran importancia porque podría señalar un indicador a repetirse en una situación de condiciones similares, o con una muestra más robusta.

Se debe mencionar una cuestión a considerar para este grupo: la información textual que se incluyó en la infografía y que sirvió para esta investigación, se consideró tomando en cuenta la carga que reportaban los informantes como un promedio de lectura (dos cuartillas editoriales). Con esta base se consideró la inclusión del texto justo en esta medida; sumando a esta extensión textual la carga icónica o visual. Pero el nivel de respuestas en el post test para el grupo *I* podría sugerir que el tema fue demasiado extenso, ya que los informantes no respondieron acertadamente todas las preguntas, sino que de manera marcada respondieron a aquellos ítems que representaban un subtema menos extenso en carga textual. En otras palabras, podemos suponer que este tema podría dividirse en subtemas y quizá obtener mejor resultados. Dice Cairo al respecto: "...el grado de recuerdo que el lector tiene de la información suele ser mayor si esta se obtiene de una correcta combinación de gráficos y texto..." (Cairo, 2011, p. 74). Probablemente la combinación no fue la correcta.

Por otro lado, el grupo experimental *H* que trabajó en la elaboración de una infografía por grupos a partir de un referente visual, obtuvo resultados por debajo del grupo experimental (*I*) que trabajó con una infografía impresa. Se pensó, al inicio de la investigación que este grupo (*H*), podría haber puntuado con ventaja sobre los otros grupos, sin embargo, no sucedió así. Esto puede deberse a diferentes causas, que pueden considerarse a partir de lo que se observó en la dinámica de *intervención*, así como en el

pre test. Hay algunas variables que se observaron en la dinámica con el grupo *H*, que para otra investigación podrían resultar relevantes. Por ejemplo:

1. Los alumnos aparentemente estaban más preocupados por la elaboración del material que por la organización de la información textual.
2. El grupo no tenía conocimiento de qué era una infografía o la visualización de datos. Al suponer esto desde el inicio, el investigador realizó un planteamiento sobre lo que es una infografía, la relevancia del soporte, así como su utilidad y sus partes componentes.
3. Por otra parte, y como se puede hallar en la literatura, los alumnos en esta instancia (Educación Media Superior), se muestran distraídos o interesados en otras cuestiones de índole personal, pero también grupal y social. Aunado a esto habrá que tomar en cuenta lo que los alumnos opinan acerca del gusto que tienen por la Química: les resulta una materia poco interesante y difícil, aunque entienden su importancia. En consecuencia, se muestran poco interesados en indagar sobre el tema o la creación del soporte infográfico.
4. Se debe mencionar también que el tiempo con el que contaron los tres grupos fue el mismo, y elaborar el material (grupo *H*) de manera manual les consumió una gran parte del tiempo. Probablemente una extensión mayor en el lapso podría haber dado como resultado la exposición de indicadores diferentes en el *post test*. Sin embargo, esto supondría una dinámica diferente y una desventaja con respecto a los otros grupos. La consideración de una investigación a este respecto resulta importante.
5. Otro aspecto que se debe resaltar dentro de la dinámica –en particular el caso del grupo *H* quienes elaboraron una infografía a partir de un referente-, es la poca preparación que poseen los alumnos de todos los grupos que participaron en la dinámica en cuanto a la elaboración de material gráfico, de acuerdo con lo que ellos mismos reportaron en el *pre test*, acerca de que nunca habían recibido preparación o guía para elaborar su material didáctico, y que nunca habían trabajado o elaborado una infografía.

En el grupo A como se observó no hubo un apuntalamiento con respecto a los otros dos grupos. Este comportamiento del grupo control se observó también en las investigaciones anteriores, esto es, con respecto a los grupos experimentales obtuvo bajo promedio en los niveles de respuesta. Lo que puede indicar una posible relación con el *gusto por la Química* que en el *pre test* el alumno reporta con relación a la asignatura, además de los aspectos sociales y personales que se han señalado ya, y que son propios de la etapa de la vida de un adolescente.

Se comprueba entonces la *hipótesis 1* que propone que: El uso de una infografía didáctica de creación multidisciplinar (diseñada por expertos) favorece la comprensión del tema *La química del petróleo*.

Conclusión de la investigación a partir de los resultados

A partir del recorrido en la investigación, así como de los resultados, podemos señalar que la infografía didáctica creada a partir de un ejercicio multidisciplinario y aplicada en sesiones curriculares como material de apoyo pedagógico, favorece la comprensión del tema *La química del petróleo*, (como ocurrió en los grupos experimentales de dos años consecutivos). Pero que también este mismo ejercicio de creación y de aplicación podría implementarse o replicarse (con las particularidades de cada caso) para otros temas similares, gracias a las ventajas comunicativas, así como de atractivo visual que presenta la infografía didáctica a través de la disposición de los elementos distribuidos dentro del espacio visual del soporte, el cual puede ser impreso.

Se puede afirmar que la infografía didáctica debe ser creada a partir de:

1. Los contenidos curriculares.
2. Las consideraciones y asesorías pedagógicas.
3. La supervisión expertos en el área particular (en este caso expertos en Química).
4. Y elaborados gráficamente por expertos en Diseño, partir de las consideraciones anteriores, sin olvidar el factor de interpretación o la evaluación del destinatario.

Este trabajo no intentó demostrar, como se ha mencionado a lo largo del documento, que la infografía didáctica es el único recurso pedagógico del que el docente puede disponer para desarrollar su cátedra o apoyarla. La investigación intenta analizar algunas de las posibilidades didácticas del recurso infográfico, y analizar de qué manera podría favorecer el proceso de aprendizaje, específicamente la comprensión.

Se puede concluir, retomando la idea central del libro de Reinhardt (2011), que la infografía representa un recurso didáctico propicio para el aprendizaje significativo y el desarrollo cognitivo; favorece el aprendizaje e introduce al lector hacia lenguajes simbólicos. En este mismo sentido, abre la puerta a nuevas prácticas educativas, al proponer un nuevo concepto de competencia lectora en términos de textos mixtos.

En este recurso el docente puede encontrar una *ventaja diferencial* que le permita apoyar el contenido curricular de su asignatura, y encontrar el detonante de la atención para propiciar los procesos de aprendizaje entre los que se encuentra la comprensión. Así mismo puede contribuir en la formación docente en términos de la llamada *Transposición didáctica*, que surge del proceso por el cual se modifica un contenido de *saber* para *adaptarlo* a su enseñanza (Díaz Barriga y Hernández, 2010, p. 381).

Algunas recomendaciones a partir de los resultados

Es importante mencionar que lo que hasta aquí se ha escrito se debe entender como un estudio o investigación con características muy particulares; que si bien puede replicarse y encontrarse coincidencias en otro escenario (con los elementos que conformarán a ese escenario y que podrían emular al presentado en este documento), se tratarán sólo de indicadores que ofrecerían una guía sobre lo que podría plantearse como una posible alternativa de solución para los modelos de enseñanza aprendizaje que se adecuan a la situación actual del quehacer docente.

Bajo ninguna consideración se pretende enunciar que la infografía es la mejor o la única alternativa para los materiales didácticos. Se trata únicamente de una de tantas herramientas que ofrecen al docente una ventaja diferencial, que puede ser usada en su beneficio como herramienta o recurso didáctico, pero también en beneficio del estudiante por las razones que se han presentado como evidencia de aprendizaje.

Por lo anterior se consideran pertinentes algunas recomendaciones a partir del recorrido, experiencia y resultados de esta investigación.

Las infografías didácticas deben ser el resultado de una creación multidisciplinar.

Como se ha mencionado dentro del documento, diversos autores (Minervini, 2011; Cairo, 2011; Baptista, 2011; Serra, 2020) sugieren que la creación multidisciplinar en la elaboración infográfica, así como en la visualización de la información, es necesaria porque enriquece el resultado y beneficia al destinatario.

Lo que se ha probado desde el ámbito periodístico o publicitario es posible probarlo en el ámbito educativo con resultados similares: la atención inicial, la sostenida, que da paso a la concentración, a la profundización y la posible comprensión, son elementos a considerar de manera enfática porque puede beneficiar (como se ha esbozado en el presente documento) tanto al receptor como al empleador de este recurso comunicativo.

Reinhardt (2011) menciona que la participación multidisciplinar puede convertir “una simple herramienta informativa en una máquina constructora de procesos de aprendizaje” (p.125). Lo que parece sugerir es, que desde la perspectiva de cada uno de los participantes en la creación del material *didáctico/infográfico* y la multidisciplina, se podría encontrar la riqueza que aportaría elementos de relevancia desde el contenido temático, textual e icónico o de diseño para crear material asertivo, pertinente para el aprendizaje.

El docente es fundamental en el proceso creativo de material infográfico didáctico

En este mismo sentido multidisciplinario, el profesor no solamente debe involucrarse en la creación de su material didáctico (si esto es posible) sino conocer las ventajas del mismo. La educación no puede ser aislada sino una labor colaborativa donde inciden más de una disciplina, lo que permite interrelacionar campos semánticos y conocimientos de una materia con otras materias o asignaturas, aun las consideradas

ajenas. De tal suerte que se entienda que Biología y Matemáticas; Español y Artes son asignaturas colaborativas aun cuando no se encuentre en ellas una relación aparente.

En este sentido el docente debe considerar que la creación del material didáctico que aquí se enmarca se enriquecerá si la colaboración y el aporte de los diferentes expertos están presente para dar respaldo y veracidad a la información que la infografía contendrá. En el caso específico de la infografía didáctica el docente, además, debería recibir asesoría u orientación sobre la creación y manejo de la interfaz que representa el material infográfico, así como la visualización de la información, probablemente en un curso intersemestral, por ejemplo.

En el año 2018, entre enero y junio, una maestra de quinto año de primaria en el estado de Morelos, México, realizó junto con los niños de su grupo -y con asistencia de un grupo de investigadores-, una serie de infografías a lo largo de un periodo de cuatro meses aproximadamente. Previo a la realización de las infografías la docente recibió orientación sobre modos de visualización y sintaxis visual, así como la dinámica de trabajo con el material infográfico. Su experiencia resultó -según palabras de la propia docente- muy gratificante e innovadora para ella, porque se encontraba frente a un recurso sobre el cual nunca había escuchado y por consecuencia nunca había empleado. Los alumnos que participaron en la dinámica presentaron una dinámica de participación y evaluación con resultados positivos. Los datos obtenidos con estos alumnos fueron presentados en otra investigación, sin embargo, el testimonio de la profesora deja constancia de que la probabilidad de conocer un material didáctico desde su concepción y creación ofrece un gran apoyo como recurso para el docente.

Infografía impresa o digital

La infografía por sí misma es un elemento que contiene información, y en cierta medida, estructuras de conocimiento e interfases gráficas. El modo de visualizarlo dependerá en gran medida del medio en el que se le presente. No es lo mismo ver una infografía en una pantalla que verla en un cartel informativo o una revista de ciencias.

Lo impreso y lo digital ofrecen ventajas y desventajas que, dependiendo del uso, el espacio, la dinámica, la accesibilidad, la experiencia y las preferencias de cada quien será conveniente para uno u otro usuario.

Específicamente en el escenario donde se realizó la investigación no existieron las condiciones necesarias para desarrollar la intervención: no había pantallas o cañones con la calidad de proyección necesaria, salones o espacios adecuados, etcétera. De tal suerte que tuvo que ser una infografía impresa la que se ocupó para la dinámica referida. Esto no significa que la infografía impresa sea una opción que predomine sobre lo digital, en cambio enuncia la versatilidad de la herramienta que, una vez creada por medio de los programas de diseño pertinentes, puede convertirse en una infografía impresa o digital, incluso animada, para computadora, tablets o dispositivos móviles. Sin embargo, como se ha mencionado, el tratamiento y diseño en una infografía digital o animada tendrían sus particularidades, que aquí no trataremos.

Por lo anterior se recomienda realizar el material infográfico en programas de edición que permitan la fácil adecuación para ambas salidas: la impresa y la digital.

La distribución

Si bien la distribución podría quedar a cargo de los institutos o escuelas a nivel regional, estatal o nacional, también es cierto que mucho dependerá de la aceptación y aprobación (por parte de las autoridades correspondientes o de los docentes) del material en la planeación o implementación como recurso didáctico. La distribución dependerá también de que sea un archivo digital o impreso.

De cualquier manera, la distribución no es algo que represente más ventajas y dificultades que cualquier otro soporte de difusión en sus medios de distribución habituales. La ventaja de los archivos digitales es que se pueden enviar a cualquier buró de impresión o imprenta los *archivos finales* para poder prepararse e imprimirse, y así salvar costos en la transportación.

Al ser una herramienta didáctica de -relativo- bajo costo, la infografía puede imprimirse en pequeños o grandes tirajes. Mientras menor sea el tiraje el costo será mayor y viceversa. La calidad del soporte en medios impresos es otra consideración importante: es más caro imprimir en papel fotográfico que en papel bond, sin embargo, la calidad en un papel fotográfico es mucho mayor, por ejemplo.

Repositorio

Un gran aporte de la comunidad educativa, sin duda, sería la creación y mantenimiento de un repositorio de acceso gratuito o de bajo costo, con infografías de creación multidisciplinaria que pudiese servir para los docentes, estudiantes o cualquier usuario para tener acceso a infografías didácticas que ofrezcan una alternativa de aprendizaje. Una recomendación para las instituciones, que alberguen planteles de Educación Media Superior, así como Superior, es invertir recursos humanos y materiales en la creación de repositorios de materiales educativos y didácticos que pudiesen servir al acervo de la misma institución como al público en general, para contribuir al conocimiento colectivo. Nuestras instituciones en general, no cuentan con dichos repositorios.

Cursos de actualización docente sobre creación de material didáctico

A partir de los resultados obtenidos en el presente documento podría sugerirse que los docentes pudieran recibir cursos intersemestrales, no sólo teóricos (acerca del material didáctico) sino desde la parte creativa y operacional.

Esta afirmación se hace con respecto y de acuerdo a lo que sugieren los profesores participantes en las diferentes etapas de la investigación, quienes mencionan que los cursos que reciben de manera intersemestral no son suficientes para dotarlos de herramientas o habilidades para crear o utilizar materiales didácticos sobre los que pudieran ayudar a sus cátedras.

Otras conclusiones

Cada ruta tiene condiciones específicas, y en cada investigación se encontrarán caminos muy particulares. De acuerdo con los autores consultados dentro de esta investigación, resulta una labor casi imposible elaborar modelos infográficos o piezas de comunicación visual que se adecuen a todos los casos. La educación siempre está en constante transformación. Las piezas resultantes de labores multidisciplinarias deben también evolucionar y transformarse, estar sujetas a las modificaciones pertinentes para funcionar dentro del quehacer pedagógico.

La infografía, el recorrido, la dinámica, los datos que han resultado de la presente investigación son, en su conjunto, sólo un ejemplo de creación e implementación que podría replicarse en condiciones similares. Sin embargo, como se ha señalado, cada caso tendrá variantes muy particulares dentro del escenario. Para cada caso deberán crearse, modificarse o implementarse herramientas para recolectar datos de naturaleza específica que deberán abonar al desarrollo de cada investigación.

En este sentido, se ha seguido la recomendación de los expertos (Barona, 2018) en cuanto a crear herramientas de medición o instrumentos propios para la instancia de estudios de Doctorado. Sin embargo, dentro de esta investigación se encontró ante la disyuntiva de la construcción de instrumentos con toda conciencia de las inconveniencias que podrían surgir: si estos abarcarían las dimensiones que se habían propuesto, o si podrían replicarse, si habría algún instrumento confiable el cual tomar como base, etcétera. Lo que se ha resuelto es presentarlos como herramientas de medición o instrumentos que buscan indicadores, no validez en sí mismos (o validez externa) por la imposibilidad de aumentar el tamaño de la muestra y tener una distribución probabilística más sólida. Se tuvo presente siempre que se trabajaría con una población reducida, de características muy particulares. Ante tales motivos podría cuestionarse la validez por constructo dentro de las herramientas de medición. Sin embargo, la elaboración de los instrumentos para esta investigación se realizó aludiendo principalmente a dos tipos de validez:

1. Validez de contenido teórico.

2. Validez por expertos.

No obstante, se propusieron y depuraron los instrumentos en el afán de buscar herramientas que permitieran en cierta medida y forma obtener mediciones que evidenciaran patrones en la comprensión como parte del aprendizaje.

Se entiende y asume aquí, que para hablar de *aprendizaje* se deba hablar de *cambio*. Una de las formas en que se puede registrar –de cierta manera- este cambio es a través de una *medición* (México X, 2017). Con base en esta medición es que se pueden hacer conjeturas o enunciar indicadores. Es por esta razón que se decidió realizar esta medición y no atenernos únicamente al sustento de lo que la literatura podría aportar.

Para enmarcar a la *comprensión* como parte del *aprendizaje* dentro del post test se tomaron en cuenta -como se ha mencionado- elementos de la dimensión en los procesos cognitivos que marca la taxonomía de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001, p.70). Sumado a esto, en la literatura y los diferentes instrumentos para la observación y la medición que se implementaron en la investigación, se pudieron observar comportamientos e indicadores que nos permiten enunciar lo siguiente:

Los alumnos se sienten atraídos por publicaciones que utilizan ilustraciones

Afirmar lo anterior nos hace conscientes de las posibles críticas que podrían relegar a las ilustraciones a una subcategoría en los procesos educativos, pero también nos hace contemplar el rezago en las investigaciones sobre el mismo tema.

Se han mencionado, en el documento, algunos puntos de vista que cuestionan la poca inclusión de material iconográfico en las publicaciones dirigidas a públicos jóvenes o adultos o que se integran sin orden aparente o consideraciones que parecen no tener jerarquía. No obstante, y de acuerdo con lo anterior, se puede suponer que las imágenes podrían ser un factor de integración, refuerzo o detonadoras de la comprensión en la medida que sean utilizadas desde lo prefigurativo, desde la planeación.

Diversos autores han enmarcado la importancia de las imágenes en los diferentes ámbitos del arte, de la publicidad o del diseño y han clasificado en términos de iconicidad a las representaciones y sus diferentes grados de abstracción. En el ámbito que nos ocupa parece pertinente observar la siguiente clasificación:

Para usar ilustraciones debemos plantearnos de una o de otra forma las siguientes cuestiones: *a)* qué imágenes queremos presentar (de qué tipo, con qué calidad); *b)* con qué intenciones (decorar, divertir, explicar, complementar, consolidar); *c)* asociadas a qué explicaciones o descripciones verbales, y *d)* a quiénes serán dirigidas (características de los alumnos como conocimientos previos, nivel de desarrollo cognitivo, etcétera) (Díaz Barriga, 2010, p.168).

En la misma edición de Barriga (2010) se enmarca la siguiente clasificación, sobre los tipos de ilustración más comunes, que podría ser de utilidad para repensar la inclusión del material iconográfico dentro de los materiales, no sólo educativo sino incluso en otros ámbitos, como el diseño o la publicidad (que aquí no analizaremos):

Ilustraciones:

1. *Decorativas*. Entretener y divertir a lector, o bien dar una mejor apariencia a la presentación de la información textual. Funcionan como simples comparsas y no tienen repercusión alguna en la comprensión del discurso escrito. Desafortunadamente, la mayor parte de las ilustraciones en los libros de texto suelen ser de este tipo.
2. *Representacionales*. Ilustraciones descriptivas que muestran gráficamente la apariencia de un objeto (que generalmente es aquel que se está presentando en la explicación textual), de modo que sólo proponen un referente pictórico al lector. Como las anteriores, estas ilustraciones son muy utilizadas en los libros de texto.

3. *Organizativas*. Presentan relaciones cualitativas entre conceptos o relaciones entre elementos de un objeto. Pueden ser mapas conceptuales, diagramas de objeto, cuadros, diagramas de llaves...
4. *Relacionales*. Representan gráficamente relaciones cuantitativas entre dos o más variables. Histogramas, gráficas de pastel, de fiebre, gráficas de perfiles, etcétera.
5. *Transformacionales*. Son las ilustraciones que tratan de demostrar cambios o modificaciones de un objeto en el tiempo, también sirven para dar cuenta gráficamente de procesos de diverso tipo.
6. *Interpretativas*. Permiten acotar y comprender los fenómenos o eventos intangibles o de difícil observación. Este tipo de ilustraciones ofrecen un referente visual a los alumnos, para que sobre el mismo interpreten mejor la situación a la que se refieren y puedan tematizarla (Díaz Barriga, 2010, pp.168-169).

Si son bien seleccionadas y utilizadas las ilustraciones representacionales, organizativas, transformacionales e interpretativas en un texto de enseñanza se puede garantizar que ocurran las siguientes funciones:

- Permitir una explicación complementaria e interconectada con la información lingüística. Tal como se suscribe en la teoría de la codificación dual de Paivio. "Se aprende mejor si se presenta la información en dos canales (imágenes y discurso) que en uno solo (discurso)".
- Favorecer la retención de la información; se ha demostrado que las ilustraciones favorecen el recuerdo y el aprendizaje de textos científicos.
- Ayudar a comprender el material nuevo de aprendizaje (por ejemplo, las ilustraciones transformacionales e interpretativas).
- Ayudar a organizar el material de aprendizaje (por ejemplo, las ilustraciones organizacionales).
- Permitir integrar en un todo la información por aprender, construyendo modelos mentales verbo-icónicos.

- Pueden contribuir a mejorar la integración de la información con los conocimientos previos (Díaz Barriga, 2010, pp.169-170).

Las ilustraciones que nutren a la infografía se asocian ineludiblemente con el ámbito de lo icónico o del manejo de las imágenes dentro de sus diferentes niveles de iconicidad, y en consecuencia se debe analizar previa creación de infografías didácticas qué o cuál imagen se adecua al público receptor al cual la edición irá destinada.

Los alumnos parecen tener mayor aprovechamiento al utilizar la infografía didáctica con el apoyo docente como parte de la clase.

Los resultados del post test parecen indicar que los alumnos que hicieron uso de la infografía didáctica impresa tienen la capacidad de interpretar, ejemplificar, inferir, comparar y explicar con un registro en sus respuestas más alto que el resto de los grupos. Aunque la diferencia con respecto al nivel de los otros grupos no es abismal, podría afirmarse que la infografía ofrece la posibilidad de atraer al lector y detonar una dinámica interesante en la clase. Esta misma dinámica fue realizada un año antes de la que este documento presenta y con resultados muy parecidos, lo que parece indicar que la misma dinámica podría replicarse en condiciones similares en otros escenarios.

Como se había enunciado, la imagen como elemento de atracción dentro de la infografía parecería favorecer la comprensión al estimular la atención en el receptor e invitaría a profundizar sobre el tema luego de este primer *barrido* sobre el soporte infográfico. “La visión es rápida, pero la razón es lenta”, escribió el neurocientífico Antonio Damasio: “el cerebro humano es un cartógrafo nato”. (Cairo, 2011, p. 162).

Las imágenes llegan más rápido que las palabras, dice John Berger (2012). Y en este sentido, valdría la pena observar que la infografía plantea temas complejos de una manera sencilla (según las concepciones citadas al inicio del documento), y que tiene que ver con el manejo de un tema general que da entrada e invita a buscar información detallada siguiendo la misma ruta temática e incluso alguna relacionada. Al respecto dice Díaz Barriga: “La teoría de la elaboración de Reigeluth propone presentar en un principio

los elementos más simples, generales y fundamentales del contenido, y después pasar a elaborar cada uno de ellos mediante la introducción de información detallada y cada vez más compleja” (Díaz Barriga, 2010, p.34). Siguiendo el enunciado anterior, la infografía cumpliría con lo enmarcado al presentar elementos o temas generales en jerarquías de orden dentro del formato para enseguida dar pie a información más detallada. Estaría además acorde con la corriente constructivista que desde la insistencia de Ausubel enuncia la necesidad de utilizar materiales introductorios de mayor nivel de abstracción, generalidad e inclusividad (los organizadores anticipados), con el fin de lograr a este aprendizaje significativo (Díaz Barriga, 2010, p.43).

Podemos concluir de manera parcial, y de acuerdo con los resultados obtenidos desde la presente investigación, que las ilustraciones o imágenes que son aplicadas de manera estratégica en una publicación o material didáctico pueden tener un impacto diferente que cuando se usan mayormente de manera aleatoria u ornamental (ver clasificaciones en el apartado *Por qué son importantes las imágenes*).

Por otra parte, podemos decir que, si bien los alumnos que han servido de muestra en la presente investigación han preferido los textos que contienen ilustraciones y que suponen un factor de atracción, también es cierto que esta aseveración tendría que pasar por una prueba mucho más robusta para darle validez en un contexto y radio más amplios.

El docente parece motivado por el material que se le facilita

El docente, con quien se llevó a cabo el trabajo en el aula durante la investigación, había demostrado desde el inicio interés en la dinámica, y al culminar esta se mostró interesado en aprender a construir sus propias infografías y materiales para la visualización de datos. Luego de las primeras actividades de planeación el docente compartió la propuesta a sus dos colegas -profesores de Química- para llevar a cabo reuniones de academia, donde pudiesen generar propuestas para crear material didáctico. Entre este material didáctico se contempla la infografía creada por medios digitales con ayuda de programas de edición. El docente, al igual que el investigador concluye, que la creación de material didáctico se hace eficiente cuando se realiza en colaboración multidisciplinaria. Definir material

didáctico o recurso didáctico nos permite observar lo que al respecto dice Alejandro Spiegel (2006):

...recurso didáctico es todo material que a partir de sus ventajas para el contexto en que será utilizado, se convierte en el instrumento para la composición en función de la necesidad docente. O sea, en todo material hay un recurso didáctico en potencia, y esta potencia se convierte en acto en tanto lo requiera un docente para utilizarlo en sus clases [...] Un material pasa a ser *recurso* para una clase en tanto resulta útil -totalmente o en alguna de sus partes- a partir de la evaluación del docente. (Spiegel, 2006. P. 42)

El interés que demuestra el docente por el material didáctico -específicamente por la infografía didáctica- parece provenir de dos necesidades: la primera de ellas es la carencia del material didáctico que ofrece la institución. La segunda de ellas es el aparente interés que demuestra el docente y la disposición para crear su propio material didáctico, más allá de lo que intuitivamente ha creado ya para sus propias clases y con lo que se siente insatisfecho. Es decir, el docente se muestra dispuesto a elaborar material didáctico a partir de programas de diseño sobre los cuales se muestra interesado.

Se ha sostenido, casi desde el inicio de este documento, que la infografía didáctica no pretende ser enunciada como el *remedio* para los *males* de la comprensión o el déficit de lectura o interés por alguna materia o tema. Más debe entenderse como un recurso del que el docente puede disponer cuando lo considere útil para complementar o apoyar su cátedra, y sobre el cual tiene la posibilidad de incidir desde su elaboración.

Si el docente encuentra en la infografía didáctica una *ventaja diferencial* (Spiegel, 2006), puede entonces tener la posibilidad de apoyarse en este recurso de naturaleza mixta para complementar su cátedra. Así entonces, la infografía didáctica se presenta como un elemento dentro del gran abanico de posibilidades sobre el cual el docente puede encontrar el material adecuado para cada grupo y sus particularidades. Lo que la infografía didáctica funciona para un grupo puede no ser funcional para el otro; y en esta coyuntura el docente

debe decidir cuál de los materiales de este abanico de posibilidades didácticas empleará, para ofrecer una mejor cátedra.

La ventaja diferencial (término utilizado por Spiegel, 2006) que el docente encuentra en ciertos materiales contribuye a el aprendizaje significativo, el cual ocurre si se cumplen una serie de condiciones y no sólo por el material presentado. Debe además considerarse: la naturaleza de la estructura cognitiva del alumno, su disposición por aprender, su capacidad para relacionar conocimiento nuevo y antiguo: pero además el factor docente -pieza clave en la motivación del aprendizaje- y los recursos de éste y de la institución, entre estos recursos, materiales o contenidos de aprendizaje que posean significado potencial o lógico y que sean canalizados por el docente (Díaz Barriga, 2010, p.49).

Existe interés sobre el material didáctico por parte de la institución

Desde el inicio de la actividad en el escenario, los tres docentes se mostraron interesados por participar en la creación del material de apoyo pedagógico. Las razones que ellos mismos comentaron fueron entre otras: 1) colaborar en este ejercicio de creación de la infografía, para crear posteriormente -y con la experiencia en la dinámica de creación del material impreso- material propio para su clase; 2) apoyar la actividad para a través de ella dejar una muestra del trabajo al interior de la institución; 3) creer que los estudiantes se sentirían motivados con el material visual. Los docentes de cada materia tienen periódicamente lo que llaman reuniones de academia, y estas reuniones sirven para poder coordinar trabajos y temas conjuntos, que les permitan llevar a sus grupos con el mismo recorrido temático dentro de un calendario similar. Dentro de esta planeación, también se contempla el compartir material didáctico y experiencias sobre los grupos. La institución considera que el trabajo realizado durante dos años con el profesor Ramón, ofrece una gran oportunidad para la posible capacitación de los profesores de la institución para poder crear material didáctico apoyado la creación multidisciplinar y a través de las nuevas tecnologías de diseño y creación.

La infografía se relaciona con las teorías planteadas

Los resultados que aquí se han presentado encuentran coincidencia con las teorías mencionadas en este documento (Código Dual, de la Carga Cognitiva, Gestalt, Genético Cognitiva), y la infografía. Así mismo, tentativamente, podría relacionarse con algunas otras que aquí no enmarcaremos.

Se menciona de manera ampliada lo que se afirma en este párrafo:

Código Dual. Se identifican relaciones con éste porque maneja códigos textuales y visuales dentro del espacio gráfico. Ambos códigos complementarios enmarcan a la infografía didáctica dentro de los llamados recursos mixtos para el aprendizaje (Achugar, 2012).

Teoría de la Carga Cognitiva. La carga cognitiva se ha planteado en términos de cuánta información textual y visual puede soportar el alumno promedio de este plantel de EMS sin que pierda interés en el documento que se le presenta. Aparentemente dos cuartillas editoriales, acompañadas de descansos y soportes visuales resultan adecuados, por lo menos para la dinámica planteada en esta investigación.

Gestalt o de la percepción. Sobre este tema se trabajó durante la elaboración del material infográfico, donde se incluyeron elementos que contempla la teoría de la Gestalt. Por ejemplo, con los códigos y elementos básicos de la comunicación visual que apoyan a la percepción en términos de: figura-fondo, simplicidad (abstracción y elementos sintéticos), similitud, semejanza, conexión, continuidad, cerramiento, etcétera. Las leyes de la Gestalt no explican los mecanismos reales de la percepción. Sus principios no son explicativos y sus investigaciones no sustentan sus predicciones. Aun así, como ha sido enmarcado al inicio de este apartado, la Teoría de la Gestalt es, sin lugar a dudas, una gran influencia para poner acento en la relevancia de los efectos asociados a la iconografía y la percepción (Schunk, 2012, p. 176).²⁵

²⁵ Aunque esto mismo se ha enmarcado en capítulos anteriores es relevante su mención en este apartado.

Genético Cognitiva. Como se presentó en capítulos anteriores, dentro de esta corriente, el aprendizaje se nutre de dos factores fundamentales: la *asimilación* y la *acomodación*. El primer factor referente a proceso de integración de nuevos conocimientos con anteriores adquisiciones del intelecto. El segundo factor, la acomodación, se refiere a al acomodo, organización o reformulación de estructuras creadas a partir del conocimiento previo a fin de crear nuevas bases.

David Ausubel, aporta a esta teoría el argumento del *Aprendizaje significativo*. El aprendizaje significativo según el autor supone la interacción que otorga al individuo significado y sustancia. Ausubel distingue también tres tipos de aprendizaje significativo (el aprendizaje de representaciones, el aprendizaje de conceptos y el aprendizaje de proposiciones), de los cuales tomaremos el más relacionado con el tipo de aprendizaje identificado en esta investigación:

a) *El aprendizaje de representaciones.* En resumidas cuentas, es el aprendizaje relacionado con el uso de los símbolos y los significados. Así el individuo puede entender y generar códigos comunes y aprender mediante representaciones visuales, auditivas, etcétera. En este sentido, la infografía didáctica se relaciona con este tipo de aprendizaje de manera directa al combinar símbolos y significados con el lenguaje textual.

c) *El aprendizaje de proposiciones.* La relación con dos o más conceptos y la correlación, predicción, o asociación que el individuo realice es parte de este aprendizaje; el cual se considera el más intrincado o difícil de llevar a cabo (Giménez, 1993, pp. 44-48).

Por otra parte, dice Rico (2011) que, en el aprendizaje significativo existe una intencionalidad de la relación entre los conocimientos nuevos y los adquiridos previamente; la información se incorpora de una manera sustantiva -no arbitraria- a la estructura cognitiva de una persona, por surgir una implicación afectiva al establecerse dicha relación... Los contenidos potencialmente significativos hacen más fácil la adquisición (Rico y Gómez 2011, p. 31). Lo anterior que alude a lo potencialmente significativo relaciona a la infografía y sus contenidos verbales e icónicos como un soporte de preferencias lectoras, según lo demostrado en las pruebas incluidas en esta investigación.

Se puede concluir pues, de manera general, que la infografía debe ser vista y considerada como un elemento significativo en la comprensión como parte del aprendizaje porque se adecua a los requerimientos de un público actual, acostumbrado a los soportes mixtos y a la atención fragmentada. La ventaja diferencial que el docente podría encontrar en la infografía didáctica se hace evidente en los resultados que, considerados como indicadores ofrecen la oportunidad de consolidarse en un estudio más extenso. Repetimos enfáticamente que no se pretende considerar a la infografía didáctica como la solución a los bajos índices en la materia de Ciencias, sino como un elemento que apoye al docente en su práctica pedagógica y coadyuve a la comprensión como elemento del pensamiento de orden inferior (base para el pensamiento de orden superior).

Dice Pérez (1993): “La didáctica necesita teorías que se acerquen a lo que ocurre en situaciones reales donde se produce el aprendizaje de forma sistemática o de modo informal” (Giménez, 1993, p.58).

A pesar de la distancia temporal, estamos de acuerdo con él.

Glosario de términos

Nota. Las definiciones que se presentan son breves y tienen el propósito de orientar al lector desde el inicio de la investigación.

Alfabetidad visual. La alfabetidad significa que todos los miembros de un grupo comparten el significado asignado a un cuerpo común de información. La alfabetidad visual debe actuar de alguna manera dentro de los mismos límites. No puede estar sometida a un control más rígido que la comunicación verbal, ni tampoco a uno menor. El alfabeto visual se refiere a como leer la imagen, es decir, son todos los elementos que componen un objeto de comunicación visual.

Alfabetidad es un término que Justo G. Beramandi introduce al hacer la traducción de la obra de Donis A. Dondis *La sintaxis de la imagen* (1972, p.9). Este neologismo intenta hacer referencia a la palabra inglesa Literacy, y a falta de su equivalente en español, el traductor llama alfabetidad a la habilidad para leer y escribir, no sólo texto sino las imágenes e incluso las combinaciones y derivaciones de ambos. Según algunas referencias, el concepto de alfabetización visual fue utilizado anteriormente por John Debes, cofundador de la Asociación Internacional de Alfabetización Visual, y según las mismas podría haber utilizado el término en 1969. Debes define el término Alfabetización Visual así:

"La Alfabetización Visual se refiere a un grupo de competencias de visión que un ser humano puede desarrollar al ver, y al mismo tiempo, tener e integrar otras experiencias sensoriales. El desarrollo de estas competencias es fundamental para el aprendizaje humano normal" (Debes, 1969, p.27).

Otra definición dice:

"La alfabetización visual implica la capacidad de comprender, producir y usar imágenes, objetos y acciones visibles culturalmente significativas... Con la formación y la práctica, las personas pueden desarrollar la capacidad de reconocer, interpretar y emplear la sintaxis y la semántica distintas de las diferentes formas visuales. El proceso de convertirse en alfabetizados visuales continúa durante toda una vida aprendiendo formas nuevas y más sofisticadas de analizar y usar imágenes" (Felten, 2008, pp.60-63).

La alfabetidad visual o alfabetización visual, son términos que buscan acercarse a las mismas cuestiones. Al igual que el término Infografía devienen de un origen poco claro, quizá ecléctico, y sin embargo son términos utilizados ampliamente por el mundo editorial y gráfico.

Aprendizaje significativo (Ausubel). "La esencia del aprendizaje significativo, reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial con lo que el alumno ya sabe. El material que aprende es potencialmente significativo para él" (Ausubel 1976:57). El aprendizaje significativo, ya sea por recepción, o por descubrimiento, se opone al aprendizaje mecánico, repetitivo, memorístico. Comprende la adquisición de nuevos significados. Ahora bien, esta operación requiere unas condiciones precisas que Ausubel se detiene y preocupa en identificar:

Significatividad lógica: coherencia en la estructura interna del material, secuencia lógica en los procesos y consecuencia en las relaciones entre sus elementos componentes.

Significatividad psicológica: que sus contenidos sean comprensibles desde la estructura cognitiva que posee el sujeto que aprende.

Comprensión lectora. La comprensión lectora es la capacidad de entender lo que se lee, tanto en referencia al significado de las palabras que forman un texto como con respecto a la comprensión global en un escrito. La comprensión lectora es el proceso de elaborar un significado al aprender las ideas relevantes de un texto, es también la decodificación de un texto y relacionarlas con los conceptos que ya tienen un significado para el lector. Es importante entender y relacionar el texto con el significado de las palabras. Es el proceso a través del cual el lector "interactúa" con el texto, sin importar la longitud o brevedad del párrafo.

La lectura es un proceso de interacción entre el pensamiento y el lenguaje; el lector necesita reconocer las letras, las palabras, las frases. Sin embargo, cuando se lee no siempre se logra comprender el mensaje que encierra el texto; es posible, incluso, que se comprenda de manera equivocada. Como habilidad intelectual, comprender implica captar los significados que otros han transmitido mediante sonidos, imágenes, colores y movimientos. Es un proceso donde se dan decodificaciones de acuerdo al contexto, a las ideas secundarias, etc.

La comprensión lectora es un proceso más complejo que identificar palabras y significados; esta es la diferencia entre lectura y comprensión. Es una habilidad básica sobre la cual se despliega una serie de capacidades conexas: manejo de la oralidad, gusto por la lectura y pensamiento crítico. Es una tarea cognitiva que entraña gran complejidad ya que el lector no solo ha de extraer información del texto e interpretarla a partir de sus conocimientos previos.

Comprensión Lectora puede definirse de manera breve como la capacidad para compenetrarse con el texto y entenderlo. No sólo poder decodificarlo, sino relacionarlo con conocimientos previos y otorgarle sentido y significado. El proceso de comprensión abarca diferentes niveles y pueden clasificarse en:

1. Comprensión literal, donde se recupera la información explícitamente planteada en el texto y se la reorganiza mediante clasificaciones, resúmenes y síntesis;
2. Comprensión inferencial, que permite, utilizando los datos explicitados en el texto, más las experiencias personales y la intuición, realizar conjeturas o hipótesis;
3. Comprensión crítica, mediante la cual se emiten juicios valorativos;
4. Comprensión apreciativa, que representa la respuesta emocional o estética a lo leído.
5. Comprensión creadora, que incluye todas las creaciones personales o grupales a partir de la lectura del texto (Camba, M. "Los niveles de Comprensión Lectora" 2017).

Competencia. Las competencias son los conocimientos, habilidades y destrezas que desarrolla una persona para comprender, transformar y practicar en el mundo en el que se desenvuelve.

La noción de competencia, referida inicialmente al contexto laboral, ha enriquecido su significado en el campo educativo en donde es entendida como un saber hacer en situaciones concretas que requieren la aplicación creativa, flexible y responsable de conocimientos, habilidades y actitudes.

Concepto. Un concepto es una unidad cognitiva de significado. Nace como una idea abstracta (es una construcción mental) que permite comprender las experiencias surgidas a partir de la interacción con el entorno y que, finalmente, se verbaliza (se pone en palabras).

Es importante tener en cuenta que la noción de concepto siempre aparece vinculada al contexto. La conceptualización se desarrolla con la interacción entre los sentidos, el lenguaje y los factores culturales.

Conocer algo mediante la experiencia y transformar ese conocimiento en un concepto es posible por las referencias que se realizan sobre una cosa o una situación que es única e irrepetible.

Conductismo. *m. psicol.* Escuela psicológica que prescinde de los hechos de conciencia y explica todos los fenómenos psíquicos limitándose al estudio del comportamiento. Estudio de la conducta del ser con base en reacciones ante estímulos y respuestas El conductismo es una teoría de aprendizaje.

Constructivismo. Es una corriente pedagógica basada en la teoría del conocimiento constructivista, que postula la necesidad de entregar al estudiante herramientas (generar andamiajes) que le permitan construir sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo que implica que sus ideas se modifiquen y siga aprendiendo.

El constructivismo educativo propone un paradigma donde el proceso de enseñanza se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción operada por la persona que aprende (por el "sujeto cognoscente"). El constructivismo en pedagogía se aplica como concepto didáctico en la enseñanza orientada a la acción.

Como figuras clave del constructivismo destacan principalmente Jean Piaget y a Lev Vygotski. Piaget se centra en cómo se construye el conocimiento partiendo desde la interacción con el medio. Por el contrario, Vygotski se centra en cómo el medio social permite una reconstrucción interna. La instrucción del aprendizaje surge de las aplicaciones de la psicología conductual, donde se especifican los mecanismos conductuales para programar la enseñanza de conocimiento.

Didáctica. Parte de la pedagogía que estudia las técnicas y métodos de enseñanza. El origen etimológico de la palabra didáctica puede hallarse a mediados del siglo XVI. Etimológicamente la palabra didáctica, perteneciente a la enseñanza, es tomada del griego tardío *didaktikó* "yo enseño". Como verbo, viene del verbo griego *didáskein* que significa enseñar, instruir o explicar de manera clara. Así, desde sus orígenes etimológicos, la palabra didáctica se ubica en el campo de lo práctico.

Diseño de la Información. Es una derivación de la Visualización de datos. El diseño de la información es definido por Isabel Meirelles (2014, p.13) como la actividad que se realiza y se materializa para describir las

prácticas de diseño en las que el objetivo principal es informar, a diferencia de los enfoques persuasivos empleados por la publicidad. Prácticamente toda información puede llevar diseño, casi cualquier información puede ser representada gráficamente.

Docencia. Actividad de la persona que se dedica a la enseñanza.

Imágenes eidéticas. Variedad de imagen mnémica (relativo a la memoria) que consiste en la representación mental de una experiencia sensorial previa (de una percepción), que conserva todas o la mayor parte de las propiedades de dicha percepción, y que la persona puede evocar a voluntad.

Infografía. Derivada de dos vocablos ingleses (information graphics) la infografía se presenta como un soporte gráfico, ya sea material o virtual, donde se ofrece información *digerida* y trabajada de tal suerte que pueda ser comprendida en un periodo corto de atención. Conformada por lenguajes visuales y textuales la infografía pretende facilitar información compleja de manera ágil y amena. Busca *una media* entre funcionalidad y estética. Es un término acuñado por el mundo editorial y no tiene un autor reconocido. Sin embargo, la mayoría de los infografistas consultados coincide en que proviene la unión de dos palabras inglesas: information & graphics (infographics). Se deriva junto con el diseño de la información de la actividad denominada visualización de datos. Sin embargo, hay algunos autores que usan los términos infografía, *diseño de la información y visualización de datos* de manera indistinta, aludiendo a la ambigüedad de los vocablos.

Hipertexto. Es una herramienta con estructura secuencial que permite crear, agregar, enlazar y compartir información de diversas fuentes por medio de enlaces asociativos. La forma más habitual de hipertexto en informática es la de hipervínculos o referencias cruzadas automáticas que van a otros documentos (lexías). Si el usuario selecciona un hipervínculo, el programa muestra el documento enlazado. Otra forma de hipertexto es el stretchtext que consiste en dos indicadores o aceleradores y una pantalla. El primer indicador permite que lo escrito pueda moverse de arriba hacia abajo en la pantalla.

Logocentrismo. En teoría crítica y deconstrucción, el logocentrismo es una frase acuñada por el filósofo alemán Ludwig Klages en los años 20 para referirse a la tendencia percibida en el pensamiento occidental de situar el centro de cualquier texto o discurso en el logos.

Metacognición. El concepto de *metacognición* se refiere a la capacidad de las personas para reflexionar sobre sus procesos de pensamiento y la forma en que aprenden. Gracias a la metacognición, las personas pueden conocer y regular los propios procesos mentales básicos que intervienen en su cognición

Pedagogía. 1. Ciencia que estudia la metodología y las técnicas que se aplican a la enseñanza y la educación, especialmente la infantil. La pedagogía contemporánea está relacionada con la psicología y con la

sociología / Práctica educativa o método de enseñanza en un terreno determinado "Pedagogía publicitaria; pedagogía del deporte; pedagogía del ocio; pedagogía de la cultura.

Preatentividad u organización preatentiva. Organización de atención selectiva que permite superponer y seleccionar de manera anticipada.

Procesos cognitivos. En principio la cognición (del latín: *cognoscere*, 'conocer') se define como la facultad de un ser vivo para procesar información a partir de la percepción, el conocimiento adquirido (experiencia) y características subjetivas que permiten valorar la información. Consiste en procesos tales como el aprendizaje, el razonamiento, la atención, la memoria, la resolución de problemas, la toma de decisiones los sentimientos, el ser humano tiene la capacidad de conocer con todos los procesos mencionados logrando una Gestalt.

Sin embargo, también se dice que los procesos cognitivos pueden ser no sólo naturales, sino también artificiales, así como conscientes o inconscientes, lo que explica por qué se ha abordado su estudio desde diferentes perspectivas, incluyendo la neurología, la psicología, el psicoanálisis u otras teorías de la mente la sociología, la filosofía, las diversas disciplinas antropológicas como la antropología cultural, antropología filosófica, antropología médica, y las ciencias de la información —tales como la inteligencia artificial, la gestión del conocimiento y el aprendizaje automático—.

Fritjof Capra presenta en el apéndice de su libro, *La trama de la vida*, los seis criterios fundamentales de Gregory Bateson para el proceso mental y los compara con la teoría propuesta por Humberto Maturana:

1. Una mente es un agregado de partes o componentes interactuantes.
2. La interacción entre las partes de la mente es desencadenada por la diferencia.
3. El proceso mental requiere energía colateral.
4. El proceso mental requiere cadenas circulares de determinación.
5. En el proceso mental, los efectos de la diferencia deben ser vistos como transformaciones de sucesos que los han precedido.
6. La descripción y clasificación de esos procesos de transformación revelan una jerarquía de prototipos lógicos inmanentes en los fenómenos.

Considera que es en los dos últimos criterios donde se presenta la diferencia entre los puntos de vista de Bateson y Maturana sobre la cognición.

La Actividad Cognoscitiva es:

1. Proceso mental a través del cual el sujeto capta los aspectos de la realidad, a través de los órganos sensoriales con el propósito de comprender la realidad.

2. Proceso en el cual un individuo es capaz de recibir, integrar, relacionar y modificar la información circundante.
3. Es la acción mental mediante la cual el individuo, asimila ideas, se forma imágenes, crea y se recrea hasta llegar a la construcción del conocimiento.
4. Proceso mediante el cual el ser humano estructura el conocimiento haciendo uso de los mecanismos de la mente. Algunos de los principales aspectos de la estructura cognitiva:
5. Observación: actividad basada en la detección y asimilación de los rasgos de un elemento o varios elementos, por medio del sentido de la vista como principal instrumento. Como técnica de investigación consiste en ver y oír el fenómeno que se quiere estudiar.
6. Identificación de variables: ubicación puntual y precisa de los elementos o partes involucradas en un fenómeno de estudio.
7. Comparación: medio a través del cual se ponen en relación dos fenómenos con la finalidad de identificar los aspectos similares y distintivos de cada uno de ellos.
8. Relación: proceso cognitivo a partir del cual se detectan correspondencias o conexiones entre dos o más cosas.
9. Ordenamiento: proceso cognitivo a través del cual se da acomodo o distribuyen dos o más objetos, también puede realizarse a partir de sus características o cualidades.
10. Clasificación jerárquica: proceso cognitivo a través del cual se articulan o relación diversos fenómenos en relación a su importancia. De modo general se puede presentar de lo general a lo particular (método deductivo) o de lo particular a lo general (método inductivo).

Razonamiento inductivo. El propósito del razonamiento inductivo o lógica inductiva es el estudio de las pruebas que permiten medir la probabilidad de los argumentos, así como de las reglas para construir argumentos inductivos fuertes. A diferencia del razonamiento deductivo, en el razonamiento inductivo no existe acuerdo sobre cuándo considerar un argumento como válido. De este modo, se hace uso de la noción de "fuerza inductiva", que hace referencia al grado de probabilidad de que una conclusión sea verdadera cuando sus premisas son verdaderas. Así, un argumento inductivo es fuerte cuando es altamente improbable que su conclusión sea falsa si las premisas son verdaderas.

Tradicionalmente se consideraba que el razonamiento inductivo es una modalidad del razonamiento que consiste en obtener conclusiones generales a partir de premisas que contienen datos particulares o individuales. Por ejemplo, a partir de la observación repetida de objetos o eventos de la misma índole se establece una conclusión general para todos los objetos o eventos de dicha naturaleza

Sistema. 1. Conjunto ordenado de normas y procedimientos que regulan el funcionamiento de un grupo o colectividad, *Vgr.* "un sistema político; un sistema jurídico; el entrenador decidió cambiar el sistema de juego del equipo"

2. m. Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí. *Vgr.* "el sistema gramatical; sistema de numeración vigesimal"

Transposición didáctica. Es el proceso por el cual se modifica un contenido de saber para adaptarlo a su enseñanza. De esta manera, el saber sabio es transformado en saber enseñado, adecuado al nivel del

estudiante. *Un contenido de saber que ha sido designado como saber a enseñar, sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para ocupar un lugar entre los objetos de enseñanza. El «trabajo» que transforma un "objeto de saber a enseñar" en un "objeto de enseñanza", es denominado la transposición didáctica (Yves Chevallard).*

Validez externa. En 1966, Campbell y Stanley propusieron una definición de validez externa comúnmente aceptada.

"La validez externa hace la pregunta de la generalización: ¿sobre qué poblaciones, entornos, variables de tratamiento y variables de medición se puede generalizar este efecto?"

La validez externa se suele dividir en dos tipos, la validez de población y la validez ecológica. Ambos son elementos esenciales para juzgar la fuerza de un diseño experimental.

Muchas disciplinas científicas, especialmente las ciencias sociales, deben luchar para demostrar que sus descubrimientos representan a la población en general en situaciones del mundo real. Los criterios más importantes de validez externa son el proceso de generalización y si los resultados obtenidos de un grupo de muestra pequeño, a menudo en un entorno de laboratorio, se pueden ampliar para hacer pronósticos sobre toda la población. La realidad es que, si un programa de investigación tiene poca validez externa, los resultados no serán tomados en serio. Por eso, todo diseño de la investigación debe justificar el muestreo y los métodos de selección.

Validez interna. La validez interna es una medida crucial en los estudios cuantitativos, ya que asegura que el diseño del experimento de un investigador siga de cerca el principio de causa y efecto. La validez interna es un elemento importante en la mayoría de las disciplinas científicas, especialmente en las ciencias sociales.

La forma más fácil de describir la validez interna es la confianza que podemos poner en la relación de causa y efecto de un estudio. La pregunta clave que debes hacer en todo experimento es la siguiente:

"¿Podría existir una causa o causas alternativas que expliquen mis observaciones y resultados?"

Visualización de Datos. Todos los datos pueden ser visualizados según Fernando Baptista (2013), la definición se da por sí misma al entender que todos los datos pueden ser traducidos a expresiones visuales con diferentes grados de abstracción. Así entonces, podemos encontrar por ejemplo los gráficos de barras, los gráficos de fiebre, los de pastel, etcétera, como expresiones abstractas. Pero también hay visualización de datos con representaciones realistas como los diagramas médicos para explicar la anatomía.

Referencias

- Abio, G. (2014). *Una aproximación a las infografías y su presencia en los libros de enseñanza de español para brasileños*. MarcoELE: Revista de Didáctica Español Lengua (18). Pdf recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4877217>
- Abilock, D. & Connie W. (2014). *Recipe for an Infographic*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/269464106_Recipe_for_an_Infographic
- Aguirre, C., Valencia, G., & Morales, H. (2015). *Elaboración de infografías: hacia el desarrollo de competencias del siglo XXI*. Diálogos, (15), 23-37. Pdf recuperado de: <https://www.lamjol.info/index.php/DIALOGOS/article/view/2207>
- Alvarez-Gayou, J. (2016). *Cómo hacer investigación cualitativa*. Fundamentos y metodología. México. Paidós.
- Alcas, N., Alarcón, M., Alarcón, H., Gonzáles, R., y Rodríguez, A. (2019). *Estrategias metacognitivas y comprensión lectora en estudiantes universitarios*. *Apuntes Universitarios*, 9(1), 36-45. Recuperado de <https://doi.org/10.17162/au.v1i1.348>
- Anderson, L. & Krathwohl, D., et al (eds.).(2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Pdf. Recuperado de: <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Anderson-Krathwohl%20-%20A%20taxonomy%20for%20learning%20teaching%20and%20assessing.pdf>
- Andrade-Lotero, L. (2012). *Teoría de la Carga Cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje*. Magis, Revista de Investigación en Educación. Redalyc. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2810/281024896005.pdf>
- Arizpe, E. & Morag S. (2004). *Lectura de imágenes. Los niños interpretan textos visuales*. México. Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Ávila, R. (2000). *Logocentrismo*. Recuperado de <http://filosofia.laguia2000.com/filosofia-contemporanea/logocentrismo>
- Backhoff, E. (2015). *Segundo Estudio Internacional sobre la Enseñanza y el Aprendizaje (TALIS 2013) Resultados México*. INEE. Pdf. Recuperado de: http://www.oecd.org/education/school/Mexico-TALIS-2013_es.pdf
- Backhoff, E., Baroja, J., Moran, Y., y Vázquez, R. (2017). *México en el proyecto TALIS-PISA. Un estudio exploratorio*. INEE. México. Editorial INEE. Pdf.
- Baptista, F. (2011). *La infografía y el arte son algo acumulativo*. Recuperado de: <https://textosteronas.wordpress.com/2011/05/24/fernando-baptista/>
- Barlow, H., Blakemore, C. & Weston-Smith (1990). *Images and Understanding*. USA. Editorial Cambridge Press.
- Barona, C. (2018). *Cátedra en Seminario, Doctorado en Educación*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, UAEM, 27/01/2018. México.
- Barresi, M (2017). Ensayo. *Enseñar y aprender para la comprensión de las disciplinas*. Programa de Reflexión e Innovación Pedagógica, Universidad de Palermo. Pdf. Recuperado de: https://www.academia.edu/34134450/Enseñar_y_aprender_para_la_comprensión_de_las_disciplinas
- Berger, J. (2002). *Modos de ver*. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
- Bohem, G. (2017). *Cómo generan sentido las imágenes*. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cáceres, A., Donoso, P. y Javiera Guzmán (2012). *Comprensión Lectora. Significados que le atribuyen al proceso de comprensión lectora en NB2*. Tesis. Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales.

- Cairo, A. (2011). *El Arte Funcional. Infografía y visualización de la información*. Madrid. Editorial Alamut.
- Caldeiro, G. (s.f.). *Breve historia de la publicidad*. Recuperado de <http://publicidad.idoneos.com/336236/>
- Camba, M. (2017). *Los niveles de Comprensión Lectora*. Recuperado de http://formacion-docente.idoneos.com/didactica_de_la_lengua/compreension_lectora/
- Carril, P., Abeledo, E., & Sanmamed, M. (2012). *Necesidades formativas del profesorado universitario en infografía y multimedia*. Revista de investigación educativa, 30 (2) 303-321. Pdf recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=283326278003>
- Clark, J & Paivio, A. (1991). *Dual Coding Theory and Education*. Educational Psychology Review, Vol.3, N°3, 1991. Pdf
- Coleman, J. (2003). *Psicología de la adolescencia*. Madrid. Editorial Morata.
- Conaculta (2017). *Encuesta Nacional 2015*. Recuperado de: https://observatorio.librosmexico.mx/files/encuesta_nacional_2015.pdf
- Davis, M. & David Q. (2014). *Visualizing Text: the New Literacy of Infographics*. Recuperado de: http://www.academia.edu/5615673/Visualizing_Text_The_New_Literacy_of_Infographics
- De Pablos, J. (1999). *Infoperiodismo. El periodista como creador de infografía*. Madrid. Editorial Síntesis.
- Díaz, M. (ed.). (2016). *México en PISA 2015*. México. INEE.
- Díaz Barriga, F. y Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México. McGrawHill.
- Diéguez, J. (1998). *El cómic y su utilización didáctica*. El tebeo en la enseñanza. Barcelona. Edit. Gustavo Gilli.
- Dondis, A. (1992). *La Sintaxis de la imagen*. Barcelona. Editorial Gustavo Gilli.
- Duarte, N. (2008). *Slide:ology. The art of science of creating great presentations*. Canada. Editroial O'Reilly.
- Eco, U. (1986). *La estructura ausente. Introducción a la semiótica*. España. Editorial Lumen.
- Eliade, M. (2001). *Imágenes y símbolos*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/37263061/Eliade-Mircea-Imagenes-y-Simbolos?>
- Frade, L. (2009). *Desarrollo de competencias lectoras y obstáculos que se representan*. México. Editorial Inteligencia Educativa.
- Felten, P (2008). *Visual Literacy*. Recuperado de: http://visualkenyon.weebly.com/uploads/4/2/8/5/4285724/felten_visual_literacy.pdf
- Garritz, A. & Trinidad-Velazco, R. (2004). *El conocimiento pedagógico del contenido*. Recuperado de: https://andoni.garritz.com/documentos/edit_cpc.pdf
- Gimeno, J. y Pérez, A. (1993). *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid. Editorial Morata.
- Giner, J. (2016). *Manifiesto: usted no es un artista gráfico sino un periodista visual. Society of New Design*. Recuperado de: <http://www.snd-e.com/es/paraleer/manifiesto-usted-no-es-un-artista-grafico-sino-un-periodista-visual>
- Göktas, K. (2014). *Semiology of teaching of history art*. Recuperado de: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
- Gutierrez, M. (2016). *Recursos lingüísticos en las Ciencias Naturales*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/5257/525755343002.pdf>

- Guzmán-Cedillo, Y., & Lima-Villeda, N., & Ferreira-Rosa, S. (2015). *La experiencia de elaborar infografías didácticas sobre diversidad sexual*. Revista Latina de Comunicación Social. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/819/81948469050.pdf>
- Hernández-Muñoz, O. & Barrio de Santos, A. (2016). *Necesidad de normalización en ilustración científica*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 13 (1), 160-175, 2016. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18021>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México. Editorial Mc Graw Hill.
- INEGI (2016). *Módulo sobre Lectura (MOLEC) Principales resultados. Febrero 2016*. Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/modulos/molec/doc/resultados_molec_feb16.pdf
- INEGI (2017). *Definición sobre educación OECD*. Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/rne/docs/Pdfs/Mesa5/20/EEI_fichatecnica.pdf
https://www.inegi.org.mx/eventos/otros/2008/rne/docs/Pdfs/Mesa5/20/EEI_fichatecnica.pdf
- Izunsá, S. (2015). *Niveles de interpretación que muestran estudiantes sobre gráficas para comunicar información de contextos económicos y sociodemográficos*. Número 65, Volumen XX. ABRIL-JUNIO de 2015. Recuperado de: <http://www.comie.org.mx/v1/revista/portal.php?idm=es&sec=SC03&sub=SBB&criterio=ART65009>
- Jardí, E. (2013). *Pensar con imágenes*. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
- Krauss, J. (2012) *Infographics: More than Words Can Say*. Learning & Leading with Technology, 39(5), 10-14. Pdf. Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ982831.pdf>
- Larranz, R. (2010). *Infografías como recursos didácticos*. Cuaderno Intercultural. Recuperado de: <http://www.cuadernointercultural.com/infografias-recurso-didactico/>.
- León, A. *Qué es la educación*. Educere, vol. 11, núm. 39, octubre-diciembre, 2007, pp. 595-604, Universidad de los Andes Venezuela. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/356/35603903.pdf>
- Lerner, V. (1997). Los adolescentes y la enseñanza de la historia. Recuperado de: http://rubenama.com/articulos/Lerner_adolescentes_ensenanza_historia.pdf
- Ledesma, M. (2010). *El Diseño Gráfico, una voz pública (de la comunicación visual a la era del individualismo)*. Argentina. Wolkowics Editores.
- Ledesma, M. (2019). *Entrevista personal en la Universidad de Buenos Aires (UBA)*. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU). Argentina.
- Lerner, V. (1998). *Los adolescentes y la enseñanza de la Historia*. Recuperado de: http://rubenama.com/articulos/Lerner_adolescentes_ensenanza_historia.pdf
- Llorens Tatay, A. y otros. (2011). *Prueba de Competencia Lectora para Educación Secundaria (CompLEC)*. Redalyc. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72722232043>
- Lyra, K., Isotani, S., Reis, R., Marques, L., Laís P., Jaques, P., & Bitencourt, I. (2016). *Infographics or Graphics+Text: which material is best for robust learning?* University of São Paulo, Brazil Pdf. Recuperado de: <https://arxiv.org/abs/1605.09170>
- Magro, C. (2014). *Educación y aprendizaje*. Publicado el [marzo 20, 2014](#) Recuperado de: <https://carlosmagro.wordpress.com/2014/03/20/educacion-y-aprendizaje/>
- Martínez Rizo, F. (coord.). (2015). *Las pruebas ENLACE y EXCALE. Un estudio de validación*. México: INEE.

- Meirelles, I. (2014). *La información en el diseño*. Barcelona. Editorial Parramón.
- México X. (2017) Curso: *Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación: PAPC17092X Ponte a prueba con PISA*. Recuperado de: http://mx.mexicox.gob.mx/courses/course-v1:INEE+PAPC17092X+2017_09/courseware/50c4846abc4a418f84cc1a22862a2618/6efe53e19fee4868a17998adbfa49242/?child=first
- Migueles, R. & Piñon, A. (2016). *México lee 3.8 libros al año, indica encuesta INEGI*. El Universal. Recuperado de: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/cultura/letras/2016/04/16/mexico-lee-38-libros-al-ano-indica-encuesta-de-inegi>
- Minervini, M. (2005). *La infografía como recurso didáctico*. Revista Latina de Comunicación Social, n° 59, de enero-junio del 2005- La Laguna (Tenerife). Recuperado de: <http://ull.es/publicaciones/latina/200506minervini.pdf>
- Morín, S. (2016). *Los súper poderes de la infografía*. Recuperado de: <https://lovevisualmarketing.com/super-poderes-de-la-infografia/>
- Muñoz-Muñoz, A. Y Ocaña de Castro, M. (2017). *Uso de estrategias metacognitivas para la comprensión textual*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3222/322249834011.pdf>
- Muñoz García, E. (2014). *Uso didáctico de las infografías*. Espiral. Cuadernos del Profesorado, 7(14), 37-43. Recuperado de: <http://www.cepcuevasolula.es/espiral>.
- OCDE. (2017). *Programa Internacional para la Evaluación de los Alumnos, PISA 2015*. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- OCDE (2020). *Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos (PISA)*. PISA 2018 Resultados. Recuperado de: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf
- OCDE (2019). *Resultados TALIS 2018*. Recuperado de: http://www.oecd.org/education/talis/TALIS2018_CN_MEX_es.pdf
- Orson, D. (1997). *El mundo sobre el papel. El impacto de la escritura y la lectura en la estructura del conocimiento*. Barcelona. Editorial Gedisa.
- Otten, J. & Cheng, K., & Drewnowski, A. (2016). *Infographics and Public Policy: Using Data Visualization to Convey Complex information*. Recuperado de: <http://content.healthaffairs.org/content/34/11/1901>
- Paivio, A (2006). *Dual Coding Theory and Education*. Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc>
- Panofsky, E. (1995). *El significado de las artes visuales*. Madrid. Editorial Alianza Forma.
- Pass, F., Tuovinen, J., Tabbers, H. & Van Gerven, P. (2003). *Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory*. Educational Psychologist. Pdf.
- Pelcastre, L. & Gómez Serrato, A. & Zavala, G. (2015). *Actitudes hacia la ciencia de estudiantes de educación preuniversitaria del centro de México*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/17603> <http://reuredc.uca.es>
- Perales, J. (2006). *Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias*. Investigación Didáctica. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/73529>
- Perkins, D. (1999) *¿Qué es la comprensión?* En M. Stone. *La enseñanza para la comprensión*. Capítulo 2. Buenos Aires. Editorial Paidós.
- Pereyra, J. (2010), *Fundamentos de la Comprensión Lectora. Informa sobre el texto de comprensión lectora del Ministerio de Educación*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/44905462/FUNDAMENTOS-PARA-LA-COMPRESION-LECTORA>

- Pérez, K y Hernández, J. (2014). *Aprendizaje y comprensión. Una mirada desde las humanidades*. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/hmc/v14n3/hmc10314.pdf>
- Piaget, J e Inhelder, B. (1996). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Ensayo sobre la construcción de estructuras operatorias formales*. Barcelona. Ediciones Paidós.
- Polman, J. & Gebre, E. (2015). *Towards Critical Appraisal of Infographics as Scientific Inscriptions*. Recuperado de: <http://onlinemilibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.21225/full>
- Pozo, J. (2002). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid. Ediciones Morata.
- Pro, M. (2003). *Aprender con imágenes. Incidencia y uso de la imagen en las estrategias de aprendizaje*. Barcelona. Paidós.
- Quenta, H. (2014). *Egocentrismo en la adolescencia. D. Elkind*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/240202654/Egocentrismo-en-la-adolescencia-David-Elkind-docx>
- Quiroga, B. (1995). *Psicología y Semiología aplicadas al Diseño Gráfico*. Mendoza. Editorial EDIUNC.
- Reinhardt, V. (2011). *La infografía didáctica. Producción interdisciplinaria de infografías didácticas para la diversidad cultural*. U.K. Editorial Académica Española.
- Rodríguez, J. (1988). *El cómic y su utilización didáctica. Los tebeos en la enseñanza*. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
- Rúbricas de observación de aula para Evaluación de Desempeño Docente. *Manual de aplicación 2017*. Perú. Recuperado de: <http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/MINEDU/5332/Rúbricas>
- Rusell, B. (2016). *Fundamentos de Filosofía*. México. Editorial DeBolsillo
- Saux, G., Londra, F. Natalia, I., Burin, D., Britt, A. & Rouet, J. (2019). *Comprensión lectora y representación de múltiples fuentes de información en estudiantes universitarios*. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6626842>
- SEP (2017). *Enlace. Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares*. Recuperado de: <http://www.enlace.sep.gob.mx/>
- Samara, T. (2006). *Diseñar con y sin retícula*. México. Editorial Gustavo Gili.
- Schleicher, A. (2017). *Evaluación y política pública en los países latinoamericanos: ¿Qué pueden hacer los titulares educativos con las evidencias del informe pisa?* Recuperado de: http://www.oecd.org/centrodemexico/medios/andreas%20schleicher_esp%C3%91ol-entrevista%20inee%202015.pdf
- Schulman, (2005). *Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la nueva reforma*. Pdf. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/26473063_Conocimiento_y_ensenanza_Fundamentos_de_la_nueva_reforma
- Scott, R. (1992). *Fundamentos del Diseño*. México. Editorial Limusa.
- Schunk, Dale. (2012). *Teorías del Aprendizaje*. México. Editorial Pearson.
- Smiciklas, M. (2012). *The Power of Infographics*. Indianapolis. Pdf. Editorial Que.
- Soncco, M. (2018). *Estrategias de comprensión lectora en estudiantes de segundo grado de la Institución Educativa Secundaria San Jerónimo de Asillo*. Recuperado de: <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/6641>
- Sowa, J. (2016). *The Virtual Reality of the Mind*. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916316738>
- Spiegel, A. (2006). *Planificando clases interesantes*. Buenos Aires. Ediciones Novedades Educativas.

- Spiegel, A. (2019). *Entrevista personal en la Universidad de Buenos Aires (UBA)*. Facultad de Filosofía (FILO). Argentina.
- Stemberg, D. (2009). *The essential Sternberg : essays on intelligence, psychology, and education*. New York. Springer Publishing.
- Sudakov, I., Bellsky, T., Usenyuk, S., & Polyakova, V. (2016). Infographics and Mathematics: A Mechanism for Effective Learning in the Classroom. PRIMUS, 26(2), 158-167. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10511970.2015.1072607?journalCode=upri20>
- Treagus, D. Chittleborough, G & Mimiala, T. (2014). *The role of submicroscopic and simbolyc represantation in chemical explanations*. <file:///C:/Users/jcgar/Desktop/Treagustetal.IJSE.2003.pdf>
- Thompson, Ch. (2015). *Creating "Visual Legacies": Infographics as a Means os Interpreting and Sharing Research*. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1080/17404622.20141001761>
- Tryphon, A. (2009). Piaget-Vigotsjy: la génesis socia del pensamiento. Buenos Aires. Editorial Paidós.
- UNESCO. *Glosario. Informe de seguimiento de la EPT en el mundo*. Recuperado de: www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ED/pdf/gmr2011-glossary-es.pdf
- Valero, J. (2014). *La visualización de datos*. Redalyc. Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Recuperado de: <http://ambitoscomunicacion.com/2014/la-visualizacion-de-datos/>
- Valero, J. (2000). *La infografía de Prensa*. Revista Latina de Comunicación Social (2000). Recuperado de: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/aa2000qjn/99valero.htm>
- Vanichvasin, P. (2013). *Enhancing the quality of learning through the use of infographics as visual communication tool and learning tool*. In Proceedings ICQA 2013 International Conference on QA Culture: Cooperation or competition (p. 135-143). Pdf.
- Vitta, M. (2003). *El sistema de las imágenes*. Barcelona. Paidós.
- Volkov, A. & Chulkov, V. & Kazaryan, R. (2014). *Functions asn Organizational Forms of Graphic Image Modelling of Knowledge*. Recuperado de: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>
- Wang, K. (2015). *Infographics & Data Visualizations*. Barcelona. Editorial Parramón.
- Wildbur, P. & Burke, M. (1998). *Infográfica. Soluciones innovadoras en el diseño contemporáneo*. Barcelona. Gustavo Gilli.
- Zamora, F. (2015). *La filosofía de la imagen. Lenguaje imagen y representación*. México. Editorial Espiral.
- Zarracina, J. (2015). *Donde hay una buena historia hay un buen gráfico*. Recuperado de: <http://miquelpellicer.com/2015/02/javier-zarracina-donde-hay-una-buena-historia-hay-un-buen-grafico/>

Anexos

Anexo

Instrumento de la percepción del docente

Tabla de frecuencia

Se realizó una serie de preguntas a 15 docentes del plantel donde se llevó a cabo la intervención. La intención de dicho levantamiento de datos fue caracterizar al público muestra. Los datos sirvieron como herramientas que permitieron abundar, reafirmar o contrastar aspectos que los docentes perciben de los alumnos, así como lo que se reporta en las bitácoras.

1. Según los datos obtenidos podemos afirmar que el 60% de los docentes percibe que los alumnos son *respetuosos con sus compañeros*. En tanto que el 40% dice que no lo son.
2. El 86.7% de los docentes encuestados piensa que sus alumnos *son amables con su profesor*. Mientras que el 13.3% piensa que no es así.
3. Por otra parte, el 86.7% de los docentes a quienes se aplicó esta encuesta considera que sus alumnos *son dedicados a su estudio*. En contraste el 13.3% considera que no son dedicados a su estudio.
4. Contrario a los puntos anteriores, donde las opiniones son divididas, el 100% de los docentes consideran que sus alumnos son *alegres*.
5. 53.3% de los encuestados reportan además, que sus alumnos *son atentos a las indicaciones del docente*, mientras que el 46.7% considera que no.
6. Según la muestra el 86.7% considera que los alumnos *son respetuosos de las autoridades* escolares, en tanto que el 13.3% considera que no son respetuosos de ellas.

7. En cuanto a la *calidad de los trabajos que los alumnos realizan en clase*, el 80% de los encuestados opina que los trabajos que realizan los alumnos no cuentan con la calidad requerida; en cambio sólo el 20% opina que sí cumplen con dicha calidad.
8. Por otro lado, el 80% de los docentes encuestados informa que sus alumnos *se distraen con facilidad*, mientras que sólo el 20% reporta que no es así.
9. El 73.3% de los docentes reportan que sus alumnos *se escapan* regularmente de clase, mientras que el 26.7% dice que no lo hacen.
10. Así mismo, el 73.3% de los encuestados reporta que los alumnos *se ausentan con frecuencia*. Sólo el 26.7% reporta que no se ausentan con frecuencia de la clase.
11. Según los datos el 60% de los docentes considera que sus alumnos cumplen con las tareas. En cambio el 40% considera que no cumplen con ellas.
12. El 60% de los docentes reporta que sus alumnos participan activamente en clase. El 40% de ellos opina que no participan activamente.
13. El 80% de los docentes considera que sus alumnos *demuestran interés en la clase que imparte*, y sólo el 20% considera que no demuestran interés.
14. Sólo el 26.7% de los encuestados opina que los alumnos *llegan puntuales a la clase*. El 73.3% opina que no llegan puntuales.
15. Mientras que el 60% considera que los alumnos *trabajan como grupo de manera organizada*, el 40% considera que no lo hacen así.
16. Considera en cambio, el 80% de los docentes, que los alumnos *trabajan de manera organizada cuando lo hacen en equipo*. Sólo el 20% no lo considera así.
17. En la misma proporción, el 80% de los docentes considera que los alumnos *tienen mayor desempeño cuando la actividad la realizan de manera individual*. El 20% no lo considera de igual manera.
18. Reporta el 46.7% de los docentes que sus alumnos con el teléfono celular *utilizan audífonos para escuchar música y distraerse en clase*. El 53.3% de los docentes no lo reportan.
19. En cambio el 86.7% de los docentes reporta que sus alumnos *utilizan el teléfono celular en clase para apoyar su estudio o investigación*. Sólo el 13.3% de los docentes no lo reporta así.

20. Por otra parte el 53.3% de los docentes opina que los alumnos *utilizan computadora en clase para apoyar su estudio o investigación*. El 46% dice que no la utilizan en clase.
21. En contraste con el dato anterior, 86.7 % de los docentes dicen que los alumnos *no hacen uso del material impreso que hay en la biblioteca*. Sólo el 13.3% dice que sí utilizan el material con que cuenta la misma.
22. El 66.7% de los docentes dice además que sus alumnos *no hacen uso de periódicos o revistas en clase para investigar o abordar un tema*. El 33.3% dice que sí lo hacen.
23. Por otro lado, el 66.7% de los encuestados opina que sus alumnos *no tienen un nivel aceptable de lectura en voz alta*. Sólo el 33.3% de los docentes opina que sí.
24. El 86.7% considera que sus alumnos *no tiene un nivel de escritura aceptable*. Únicamente el 13.3% de los docentes considera que sí tiene un nivel aceptable de escritura.
25. Además el 73.3% de los docentes dice que sus alumnos *no demuestran interés por la lectura*. El 26.7% de ellos dice que sí demuestra interés.
26. Por otra parte, el 73.3% de los docentes considera que los alumnos *sí toman notas en clase*. En cambio el 26.7% de los docentes considera que no es así.
27. Por último, el 60% de los docentes encuestados considera que sus alumnos *no muestran interés por mejorar su desempeño escolar*, mientras que el 40% considera que sí muestra interés por hacerlo.

Anexo

¿Qué opinan los alumnos acerca de la Química, el docente y el entorno escolar?

A través de una serie de preguntas en forma de reactivos dentro de un instrumento, se intentó identificar la precepción general que los estudiantes tienen de la Química, de su docente (con el propósito de identificar indicadores, tanto en el comportamiento como en

su proceder dentro del aula) y del entorno escolar, que pudiesen servir como comparativos dentro de la investigación.

Con los resultados obtenidos a través esta serie de reactivos se realizó la reducción de dimensiones para cada codificación.

Se presentan a continuación los resultados correspondientes a las dimensiones: *Material de apoyo, importancia y satisfacción, Recursos del alumno, Recursos del docente, Actitud del docente, Relación de la química con otras áreas del conocimiento, Gusto por la química.*

Para evaluar la validez de la dimensión que mide la percepción de los alumnos sobre *el material de apoyo* que existe tanto para el docente como para alumnos, se realizó un análisis factorial con rotación varimax de los cinco reactivos que lo constituyen. Los resultados de la varianza total explicada muestran que cinco reactivos se concentran en un sólo componente principal, con un eigen value del 2.094, que explica el 41.88% de la varianza.

Material de apoyo (*Mat_apoyo*)

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	.549
Prueba de esfericidad de Bartlett Aprox. Chi-cuadrado	81.460
gl	10
Sig.	.000

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	2.094	41.888	41.888

Matriz de componente^a

	Componente
	1 $\alpha = .649$
¿Has recibido algún curso o instrucción para crear tu propio material de apoyo?	.716

¿Has creado tu propio material de apoyo (textual, gráfico, audiovisual, visual)?	.713
¿El material de apoyo audiovisual con que cuenta tu institución es adecuado para la clase de Química? (cañones, videos, pantalla)	.691
¿El material de apoyo impreso con que cuenta tu escuela te parece útil para la clase de Química? (libros, revistas científicas...)	.622
¿El material de apoyo que utiliza el docente te parece adecuado? (pizarrón, rotafolios, maquetas, mapas...)	.458

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. 1 componentes extraídos.

En cuanto a la dimensión sobre el nivel *de importancia y satisfacción*, que consideran al estudiar química, el análisis factorial con rotación varimax muestra que se conforma en un solo factor con varianza total explicada de 48.55%, con un eigen value de 2.428.

Importancia y satisfacción (*imp_satis*)

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	.748
Prueba de esfericidad de Bartlett Aprox. Chi-cuadrado	92.478
gl	10
Sig.	.000

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	2.428	48.551	48.551

Matriz de componente^a

	Componente
	1 $\alpha = .719$
¿Qué tan satisfactoria ha sido tu experiencia al estudiar Química?	.801
¿Tu satisfacción al estudiar Química tiene que ver con tus expectativas sobre la materia?	.746
¿En qué medida tu satisfacción en el estudio de la química tiene que ver con la manera en la que tu profesor imparte la materia?	.711
¿Qué tan importante es la química en nuestra vida cotidiana?	.653
¿Es importante la Química en tus expectativas profesionales?	.546

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. 1 componentes extraídos.

El análisis de reducción de dimensiones en lo referente al rubro *Recursos del alumno* arroja que la varianza total explicada se configura principalmente en dos componentes que explican el 60.30% de la varianza. El primero con un eigen value de 2.956 (42.22% de la varianza), y el segundo con un eigen value de 1.265 (18.07% de la varianza).

Recursos del alumno (rec_alumn)

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	.764
Prueba de esfericidad de Bartlett Aprox. Chi-cuadrado	158.249
gl	21
Sig.	.000

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	2.956	42.229	42.229
2	1.265	18.078	60.307

Matriz de componente rotado^a

	Componente	
	1 α =.768	2 α =.656
En clase de Química ¿intercambias información a través del diálogo con tus compañeros?	.844	
En clase de Química ¿tú y tus compañeros trabajan en grupo?	.759	
En clase de Química ¿tú y tus compañeros trabajan intercambiando información escrita?	.730	
En clase de Química ¿Utilizas gráficos para representar tus ideas?	.673	
En clase de Química ¿tomas apuntes como lo indica el profesor?		.877
En clase de Química ¿trabajas de manera individual?		.765
En clase de Química ¿anotas libremente tus apuntes?		.600

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

Para la dimensión *Recurso del docente*, compuesta por seis reactivos se encontró que cuatro reactivos conforman un factor, cuya varianza total explicada es del 36.68% con un eigen value de 2.201. Dos reactivos que no conforman el factor se reportan como indicadores de manera independiente.

Recursos del docente (rec-doc)

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	.592
Prueba de esfericidad de Bartlett Aprox. Chi-cuadrado	88.295
gl	15
Sig.	.000

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2.201	36.681	36.681	2.201	36.681	36.681	2.020	33.663	33.663
2	1.132	18.859	55.539	1.132	18.859	55.539	1.313	21.877	55.539
3	.945	15.758	71.298						
4	.822	13.693	84.991						
5	.554	9.230	94.220						
6	.347	5.780	100.000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

	1 $\alpha = .625$
En tus clases de Química el profesor: ¿utiliza infografías como apoyo para algún tema?	.857
En tus clases de Química el profesor: ¿usa libros como apoyo para algún tema?	.720
En tus clases de Química el profesor: ¿les motiva para crear su propio material didáctico?	.622
En tus clases de Química el profesor: ¿usa videos como apoyo para algún tema?	.469

Actitud docente (act_doc)

Para evaluar la validez de la dimensión que mide la percepción sobre la *actitud docente*, se realizó un análisis factorial con rotación varimax de los cinco reactivos que lo constituyen. Los resultados de la varianza total explicada muestran que todos los reactivos se concentran en un componente principal, con un eigen value del 3.574, que explica el 71.47% de la varianza.

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	.785
Prueba de esfericidad de Bartlett Aprox. Chi-cuadrado	296.377
gl	10
Sig.	.000

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3.574	71.476	71.476	3.574	71.476	71.476
2	.555	11.099	82.575			
3	.440	8.799	91.374			
4	.284	5.687	97.061			
5	.147	2.939	100.000			

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Matriz de componente^a

	Componente
	1 $\alpha=.898$
En clase de Química el maestro da la oportunidad de que los alumnos expresen sus opiniones	.890
En clase de Química, mi profesor me brinda orientación cuando la requiero	.859
En clase de Química el maestro nos ofrece material que pueda orientarnos sobre un tema	.855
En clase de Química el maestro nos orienta sobre lo que debemos estudiar	.825
Al inicio de la clase el profesor de Química hace un breve repaso de lo visto en la clase anterior	.796

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. 1 componentes extraídos.

En cuanto a la dimensión que busca medir la percepción que el alumno tiene de la *Relación de la Química con otras áreas del conocimiento*, se reporta que se realizó un análisis factorial con rotación varimax de los tres reactivos que lo constituyen. Los resultados de la varianza total explicada muestran que tres reactivos se concentran en un componente principal, con un eigen value del 1.821, que explica el 60.70% de la varianza.

Relación de la Química con otras áreas de conocimiento (Rel_otras)

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	.516
Prueba de esfericidad de Bartlett Aprox. Chi-cuadrado	65.342
Gl	3
Sig.	.000

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	1.821	60.709	60.709	1.821	60.709	60.709
2	.875	29.152	89.861			
3	.304	10.139	100.000			

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Matriz de componente^a

	Componente
	1 $\alpha = .656$
La Química está relacionada con el estudio de la Biología	.908
La Química está relacionada con el estudio de la Física	.841
Cuando estudio Química puedo relacionar lo que aprendo con conocimientos de otras asignaturas	.539

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. 1 componentes extraídos.

Después de analizar el *Gusto por la Química* a través de la reducción de dimensiones podemos reportar que esta dimensión se conforma de dos componentes, con un eigen value de 2.381 y 1.296 respectivamente, que explican el 52.53% de la varianza.

Gusto por la química (gusto)

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	.677
Prueba de esfericidad de Bartlett Aprox. Chi-cuadrado	104.946
gl	21
Sig.	.000

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	2.381	34.016	
2	1.296	18.514	52.530

Matriz de componente rotado^a

	Componente	
	1 $\alpha = .520$	2 $\alpha = .600$
La clase de Química me parece aburrida	.725	-.290
Me entusiasma asistir a clases de Química	.723	.346
Me interesan las cosas que aprendo de Química	.686	.269
La clase de Química me resulta difícil	.351	.016
Practico actividades de Química porque me gusta	.034	.797

Planeo estudiar una carrera relacionada con Química	-.006	.716
Disfruto leer cosas sobre Química	.456	.635

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

Anexo

Impacto de la imagen

Se realizó además una serie de 18 preguntas para evaluar el *impacto de la imagen* en un medio impreso.

Procedimiento (a manera de contexto)

Se eligió para esta dinámica una muestra 35 jóvenes de primer año de bachillerato con características similares a las de los grupos experimentales y control. El criterio para escoger a dicha muestra fue que ninguno de estos alumnos participaría en el estudio final y así evitar sesgos en los resultados, dado que intuirían la dinámica posteriormente.

Se solicitó para llevar a cabo esta dinámica el permiso de la dirección y de los docentes - del plantel que sirvió de escenario-, y fue asignado el laboratorio de Química para poder llevar a cabo la práctica, en la cual los jóvenes de manera individual ingresaron al mencionado laboratorio. Se proporcionaron dos soportes *formato carta* con el mismo tema; uno con contenido exclusivamente textual y el segundo con contenido textual e icónico (infografía). Se solicitó a cada alumno participante que escogiera uno de los textos para leer y se registró la preferencia de cada uno, para tratar de identificar posteriormente en la investigación posibles hábitos de lectura y percepción de la imagen en los soportes de apoyo educativo.

Se registraron las opiniones de los alumnos acerca del texto que escogieron a través de 18 reactivos.

1. El 64.7% de los alumnos participantes consideró que *el hábito de la lectura* es importante, mientras que el 32.4% consideró que no lo es. Un informante no respondió.
2. El 79.4% de los alumnos *se considera un lector* promedio. El 14.7% un bajo lector y sólo el 5.9% se considera un lector promedio.
3. Por otro lado, con referencia al reactivo: *cuando leo lo hago por...*, se observa que mientras el 32.4% de los alumnos participantes lee por interés, el 35.3 lo hace por gusto, el 26.5 lee por recomendación, y sólo el 2.9% lee porque es parte de la tarea.
4. Se registra también que el 41.2% de los alumnos participantes *lee un libro cada* tres meses, y el 32% dice que lee un libro cada mes. Mientras que sólo el 5.9% lee un libro cada semana.
5. El 76.5% de los informantes indica que *cuando lee prefiere* los libros. En contraste el 5.9% prefiere leer revistas. Un dato relevante es que el 17.6% los informantes reportan que prefieren leer comics.
6. El 70% de los alumnos participantes dice que *cuando lee comprende* los textos bien. Sólo el 2.9% dice comprender muy bien los textos. Ningún informante declara que no comprende lo que lee.
7. También se registra que el 61.8% dice *leer a velocidad* regular. El 14.7% dice que lee de manera lenta y sólo el 2.9% informa que lee muy rápido.
8. El 61.8% de los alumnos participantes reporta que solo a veces *necesitan regresar a la lectura porque no comprenden lo que han leído*. En cambio sólo el 2.9% indica que siempre tiene que volver al texto porque no ha comprendido lo que le leyó.
9. Por otra parte, el 52.9% de los alumnos participantes indica que *cuando lee puede emitir un juicio acerca de lo que ha leído*, el 29% dice que casi siempre puede emitir un juicio sobre lo que ha leído y sólo el 8.8% indica que casi nunca puede hacer esto.
10. El 44.1% de los informantes dice que cuando lee casi siempre *puede relacionar lo que ha leído con otros temas*; 44% de los informantes afirma que a veces puede

relacionar lo que ha leído con otros temas, y únicamente el 2.9% dice que casi nunca puede realizar esta acción.

11. Cuando se pidió a los alumnos participantes *que escogiera uno de los dos soportes para leer* (el que contiene y el que no contiene imágenes), el 73.5% de los alumnos participantes eligió el texto que incluía o tenía imágenes; el 20.6% el que no contenía imágenes; y sólo el 2.9% dijo que le resultaban atractivas ambas presentaciones.
12. El 64.7% de los informantes dijeron que la razón de su elección se debió a que les gusta la combinación del texto con la imagen; y sólo el 5.9% declaró que su decisión se debió a que no le gustan los textos que contienen imágenes.
13. El 50% de los alumnos participantes informó que *cuando los textos llevan imágenes le resultan* atractivos; el 29.4% que le resultan muy atractivos, y sólo el 14% declara que le resultan poco atractivos.
14. Para contrastar y compara respuestas con el reactivo anterior se cuestionó acerca de *que tan atractivos les parecían los textos que no contenían imágenes*. El 47.1% de los alumnos participantes informó que cuando no llevan imágenes los textos le resultan poco atractivos y el 2.9% dice que no le resultan en absoluto atractivos cuando carecen de imágenes. En contraste, el 23% piensa que son atractivos los textos que no contienen imágenes. Sólo el 8.8% indicó que le resultan muy atractivos los textos sin imágenes.
15. El 41.2% de los informantes está completamente de acuerdo con que *las imágenes son importantes como refuerzo del texto*, en tanto el 47.1% dice que está de acuerdo con dicha afirmación. Por el contrario, el 5.9% está poco de acuerdo. Ninguno reporta estar en desacuerdo.
16. Así mismo, el 35.3% considera que *las imágenes no son un distractivo para la lectura de textos*. En el mismo sentido, el 38% está poco de acuerdo con que las imágenes distraen al lector. En el otro extremo el 2.9% considera que sí distraen la lectura.
17. El 23.5% de los alumnos participantes está completamente de acuerdo con que *las imágenes son un factor importante en la educación*; el 61.8% está de acuerdo, y únicamente el 5.9% está poco de acuerdo con esta afirmación.

18. Para concluir se registró que el 32.4% de los alumnos considera que no todas las materias necesitan el uso de las imágenes, el 32.4 no está seguro de su respuesta. El 11.8% cree que todas las materias necesitan el uso de las imágenes y el 8.8% piensa que no todas las materias necesitan de las imágenes.