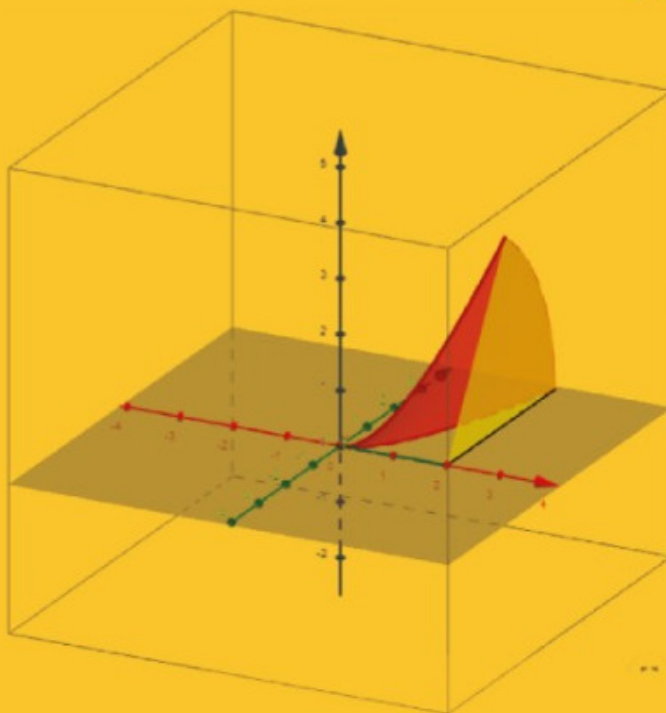


# CONVERSIÓN, LECTURABILIDAD ICÓNICA Y FUNCIÓN DE CONTROL VISUAL

*Loreyn Gabriela Erazo Rodríguez  
Edwin Giovanni Insuasty Portilla  
Gustavo Adolfo Marmolejo Avenia*



$$Vol := \pi \cdot \int_0^2 (x^2)^2 dx$$
$$Vol := \frac{32}{5} \pi$$





Editorial  
Universidad de **Nariño**







# CONVERSIÓN, LECTURABILIDAD ICÓNICA Y FUNCIÓN DE CONTROL VISUAL



# CONVERSIÓN, LECTURABILIDAD ICÓNICA Y FUNCIÓN DE CONTROL VISUAL

Loreyn Gabriela Erazo Rodríguez  
Edwin Giovanni Insuasty Portilla  
Gustavo Adolfo Marmolejo Avenia



Editorial  
Universidad de **Nariño**

Erazo Rodríguez, Loreyn Gabriela

Conversión, lecturabilidad icónica y función de control visual / Loreyn Gabriela Erazo Rodríguez, Edwin Giovanni Insuasty Portilla y Gustavo Adolfo Marmolejo Avenia. -- San Juan de Pasto : Editorial Universidad de Nariño, 2020

v. : il., byn., col., tablas . -- (Colección permanente de publicaciones docentes de la facultad de ciencias exactas y naturales)

Incluye bibliografía al final de cada capítulo y datos biográficos de los autores p. 145

ISBN: 978-628-7509-10-8 digital

1. Investigación matemática 2. Educación matemática 3. Matemáticas--Enseñanza--Aprendizaje--Investigaciones 4. Tecnología en matemáticas 5. Tecnología de la información y la comunicación (TIC) 6. Didáctica de las matemáticas I. Insuasty Portilla, Edwin Giovanni II. Marmolejo Avenia, Gustavo Adolfo

370.71 E655 V.1 – SCDD-Ed. 22

Biblioteca Alberto Quijano Guerrero

© Loreyn Gabriela Erazo Rodríguez  
© Edwin Giovanni Insuasty Portilla  
© Gustavo Adolfo Marmolejo Avenia

© colección permanente de publicaciones docentes de la facultad de ciencias exactas y naturales de la universidad de nariño. Volumen 1/2020

ISBN: 978-628-7509-10-8 Digital  
Editorial Universidad de Nariño

Corrector de Estilo: Gonzalo Jiménez Maecha

Editor: Gustavo Adolfo Marmolejo Avenia

Diagramación y Diseño: Diana Sofía Salas Chalapud

Coordinador del Proceso de Edición y Publicación: Hernan Abdon García

Depósito legal:

Impreso en San Juan de Pasto

Editado por Universidad de Nariño.

Reservados todos los derechos. Salvo excepción prevista por la ley, no se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos conlleva sanciones legales y puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.





# Índice

<b>Presentación</b> .....	<b>13</b>
<b>Capítulo 1</b> .....	<b>17</b>
1.1 Introducción .....	18
1.2 Marco conceptual .....	18
1.2.1 El papel de la educación y los procesos cognitivos inmersos en ella.....	18
1.2.2 Registros de representación, comprensión y lenguaje.....	21
1.2.3 Trabajo colaborativo. ....	25
1.2.4 Uso de las TIC .....	25
1.3 Propuesta de intervención didáctica .....	28
0.0.1 Conocimientos previos .....	30
1.3.1 Destinatarios .....	28
1.3.2 Legislación y contextualización .....	28
1.3.4 Competencias clave.....	30
1.4 Metodología .....	31
1.5 Conclusiones.....	34
1.6 Referencias .....	35
Anexo 1.1 .....	38
Anexo 1.2.....	39
Anexo 1.3.....	39
Anexo 1.4.....	40
Anexo 1.5.....	41
Anexo 1.6.....	42
Anexo 1.7.....	43
Anexo 1.8.....	44
Anexo 1.9.....	45
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>47</b>
2.1 Variables para el análisis comparativo de imágenes.....	48
2.2.1 La denotación y la connotación. ....	49
2.2.2 La teoría de la codificación dual. ....	51
2.2.3 Funciones del texto frente a la imagen.....	52

2.2 Aproximación al concepto de lecturabilidad icónica.....	48
2.3 El Problema.....	53
2.3.1 Estructura del sistema de variables relacionada con la lecturabilidad icónica. ....	54
2.3.2 Descripción del algoritmo. ....	60
2.3.3 Metodología. ....	62
2.4 Referencias a las variables utilizadas.....	64
2.5 Conclusiones .....	106
2.6 Referencias .....	107
<b>Capítulo 3.....</b>	<b>111</b>
3.1 Introducción .....	112
3.2 Investigaciones comparativas internacionales y libros de texto .....	114
3.3 Objetivo y preguntas de la investigación.....	116
3.4 Funciones de control visual .....	117
3.4.1 Función simple o disjunta. ....	118
3.4.2 Función por refuerzo. ....	120
3.4.3 Función ambigua. ....	122
3.5 Un marco de referencia para el desarrollo de la visualización mediante la inclusión de funciones de control visual.....	125
3.6 Método y materiales .....	127
3.6.1 Naturaleza de la investigación. ....	127
3.6.2 Población, criterios de selección y unidades de análisis. ....	127
3.6.3 Diseño del instrumento de análisis.....	128
3.6.4 Validación del instrumento de análisis.....	129
3.7 Resultados.....	130
3.7.1 Análisis comparativo global.....	131
3.7.2 Análisis comparativo por tópicos. ....	132
3.7.3 Análisis comparativo por ciclos. ....	133
3.8 Conclusiones .....	136
3.9 Referencias .....	139
<b>LOS AUTORES.....</b>	<b>144</b>



# Presentación

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Nariño (FACIEN) tiene la responsabilidad social de fomentar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación. Las investigaciones realizadas por los grupos y líneas de investigación de la FACIEN constituyen elementos claves para el desarrollo y crecimiento investigativo, tecnológico y económico del país, en particular, de la región sur-occidental colombiana.

La difusión de los resultados, conclusiones y aplicaciones de las investigaciones realizadas en la FACIEN son cuestiones determinantes, a la vez básicas para fundamentar, entre otros aspectos, la reorganización curricular de los programas académicos y la reorientación, profundización y delimitación de los problemas de investigación. Asimismo, para posibilitar el diseño de proyectos de proyección social y la articulación con otras instituciones educativas, investigativas y empresariales.

La FACIEN para favorecer la visibilidad de los productos y reflexiones de sus investigadores presenta la Colección Permanente de Publicaciones Docentes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Nariño. En ella se exponen revisiones bibliográficas, instrumentos de análisis o avances parciales o definitivos de investigaciones asociadas a las ciencias exactas, informáticas y naturales, así como a sus didácticas y pedagogías. Considerando referentes conceptuales de la educación matemática y de la didáctica de la informática y de las ciencias experimentales. También, desde la didáctica o la pedagogía, se exponen y se caracterizan praxeologías que movilizan el estudio de las ciencias exactas, las ciencias naturales y las ciencias informáticas, en

el proceso se describen y justifican las fases de diseño y validación asumidas. En ocasiones, con el objeto de propiciar o fortalecer redes de investigación, se consideran obras realizadas por grupos de investigación ajenos a la FACEN.

El presente libro corresponde al primer volumen de esta serie y se titula *Conversión, Lecturabilidad Icónica y Función de control visual*. Centra su atención en la divulgación de cuestiones de interés de los grupos de investigación GESCAS y GREDIS. Puntualmente, de las Líneas de Investigación Comunicación, Transformación y Objetivación de Objetos Matemáticos Vinculados a Registros Semióticos Bidimensionales y Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación para la Educación. En este sentido, se expone en el presente volumen tres estilos de documentos, a Saber: caracterización de una propuesta de enseñanza, un instrumento metodológico y un reporte de investigación.

En este sentido, el primer capítulo presenta una propuesta de intervención didáctica. Su objetivo es promover el estudio de la integral definida a través del uso de herramientas tecnológicas y de la articulación de registros semióticos. A manera de organización del capítulo se reseña, en primer lugar, los fundamentos teóricos asumidos para el diseño de la propuesta. A continuación, se describe la metodología contemplada en el proceso de diseño de la propuesta. Para finalizar, se describen los recursos tecnológicos que deben incluirse en la aplicación de la propuesta, y se presentan pautas para su aplicación.

En el segundo capítulo de este volumen se caracteriza un algoritmo para la evaluación comparativa de imágenes relacionadas con un tema específico. Aplicable en tareas de ilustración de libros, revistas, carteles publicitarios, documentos digitales etc. El algoritmo utiliza un número considerable de variables: setenta en total. Para su aplicación se precisa la utilización de software específico. Estos deben brindar estrategias para apoyar el seguimiento de cada paso de la evaluación y permitir la observación permanente del grupo de imágenes a procesar. El algoritmo es general. Puede ser ajustado a criterio del evaluador incluso del área de conocimiento.

El último capítulo caracteriza las similitudes y diferencias estructurales y de secuenciación entre textos escolares colombianos y españoles al promover el desarrollo de la visualización a través del tratamiento del área de superficies planas. Para lograr lo anterior, se consideró cómo estos materiales didácticos organizan el estudio del área de figuras planas según las funciones de control que ejercen para enfatizar un tipo de visualización sobre otro. Para la toma de datos se estudiaron 2.561 tareas de 18 manuales escolares colombianos y 18 españoles. Su interpretación consideró el análisis funcional sobre el rol que desempeña la visualización en el estudio de las matemáticas (Duval, 2017) y el control de acciones meta-cognitivas (Balacheff y Gaudin, 2010). Como instrumento de análisis se contempló tres categorías: funciones de control, tópicos de área y ciclos educativos. Para la discusión de los datos se describió un

marco de referencia para el desarrollo de la visualización mediante la inclusión de funciones de control visual. Los resultados de la investigación reportada destacan la existencia de un desequilibrio en la forma cómo los libros de los dos países promueven el desarrollo de la visualización según las funciones de control visual contempladas.

*Mg. Hernán Abdón García (Decano de la FACIEN)*

*Dr. Gustavo-Adolfo Marmolejo (Editor)*







# Capítulo 1

*Movilización de representaciones  
semióticas en el estudio de la integral definida*

## 1.1 Introducción

Este tipo de representaciones son fundamentales en cualquier tópico de la matemática, específicamente en el análisis matemático, al momento de estudiar la integral definida, pues, al realizar una descomposición de este tema, se encuentran relacionados diferentes conceptos, desde operaciones básicas en el conjunto de los números naturales, hasta derivadas de una función de variable real; cada uno de ellos, fundamentales en la construcción de este concepto como área bajo la curva, acompañado de software educativos, diseñados para el estudio de la matemática, que proporcionan herramientas que facilitan su comprensión y su aplicabilidad en la cotidianidad.

De esta manera, este documento presenta una unidad didáctica que moviliza los diferentes registros de representación, así como, promueve su conversión con uso de diferentes recursos que permitan observar, de forma dinámica, el comportamiento de objetos matemáticos para contribuir a la adquisición de conocimientos de una forma diversa, guiada por la tecnología.

## 1.2 Marco conceptual

En seguida, se presentan las referencias bibliográficas consideradas para la elaboración de la unidad didáctica, que sustentan la importancia de la propuesta a considerar, que inician con el papel de la educación y los procesos cognitivos inmersos en ella, seguido de registros de representación, comprensión y lenguaje; en tercer lugar, se encuentra el trabajo colaborativo y, por último, el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

### 1.2.1 El papel de la educación y los procesos cognitivos inmersos en ella.

Su papel centra la atención en los procesos de enseñanza y aprendizaje (conceptos, valores, entre otros), así como, también, en la construcción del conocimiento y los procesos cognitivos que se encuentran inmersos en su adquisición. Así, la didáctica ha centrado su atención en indagar sobre los procesos cognitivos vinculados en su aprendizaje y las dificultades que acarrea ese proceso.

Silva (2004) afirma que:

*la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas se ha enfocado a lo largo de los años en una práctica metodológica tradicional en donde las definiciones, teoremas, propiedades, ejemplos y ejercicios son los principales actores. Dicha metodología ha contribuido a un índice muy alto de abandono y repetición (p. 25).*

En otras palabras, un aprendizaje fundamentado en procesos de repetición sin su relación directa con el contexto, conlleva a la pérdida del significado e importancia de las matemáticas en la vida cotidiana, pues se deben proponer actividades que combinen diversos aspectos, recursos, contextos y además considerar que “un aprendizaje centrado en el cambio y en la coordinación de diferentes registros de representación produce efectos espectaculares sobre las macro-tareas de producción y de comprensión” (Duval, 2017, p. 46); conllevando así al desarrollo de aptitudes y actitudes diferentes en relación al proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

En este orden de ideas, la coordinación global de registros y más aún la diferenciación de las tres actividades cognitivas (formación, tratamiento y conversión) inmersas a los registros de representación semiótica son fundamentales para el análisis de un aprendizaje conceptual ligado con el nivel cognitivo de las tareas involucradas en dicho proceso (Duval, 2017). Sin embargo, esta actividad vinculada al paso de un registro a otro no es inmediata y simple como se tiende a creer, pues

*cambiar la forma de una representación es, para muchos alumnos de los diferentes niveles de enseñanza, una operación difícil e incluso en ocasiones imposible. Todo sucede como si para la gran mayoría de los alumnos la comprensión que logran de un contenido quedara limitada a la forma de representación utilizada (Ibid, 2017, p. 28)*

De ahí, la importancia de transferir lo que se ha aprendido a nuevos y diferentes contextos, en y fuera de las matemáticas, donde juega un papel crucial la actividad cognitiva de la conversión, ya que, independientemente de la orientación de la enseñanza que se enfatice —la aplicación de las matemáticas a los problemas de la vida real o la enseñanza de conceptos y procedimientos—, la mayoría de estudiantes se detienen en este umbral de conversión de representación a diferencia del tratamiento-transformación interna en el mismo registro —por no poseer reglas ni algoritmos que permitan pasar correctamente de un registro a otro y conservar cierta parte de la información del registro inicial.

Cabe destacar que, al separar las actividades cognitivas de conversión y tratamiento se puede analizar con mayor detalle las dificultades que trae consigo estas tareas en el estudiante, ligado a la diferenciación entre representante y representado, coordinación de registros y la actividad propia de la conversión (Duval, 2017). Por ello, este texto centra su atención en el papel de las representaciones semióticas y en la actividad cognitiva de la conversión al trabajar el tópico de integrales definidas con estudiantes de 2° de Bachillerato, si se considera que, por un lado, esa actividad es el umbral en el aprendizaje de las matemáticas y, por otro, en el estudio de la integral suele centrarse mayor atención en solo dos tipos de registros de representación —algebraico (RA) y

numérico (RN)— con omisión de la sinergia entre ellos.

Con respecto a esto, Silva (2004) afirma que

*el alumno tiene dificultad de representar gráficamente tales situaciones e interpretar la integral como la herramienta, por excelencia, para efectuar ese cálculo, las cuales se deben a la enseñanza que, en la mayoría de las veces, se restringe a la aplicación de técnicas, de normas y de algoritmos, como se ha evidenciado en los resultados de muchas investigaciones en educación matemática, olvidando que entre los recursos que se emplean para la enseñanza de esta disciplina se encuentra el libro didáctico, el cual bien explorado puede llevar al alumno a un mejor entendimiento, a través de la utilización de conversiones, con visualización gráfica de los conceptos en una situación contextualizada y motivadora, tanto para los alumnos y para los profesores ( p. 26).*

Por esto, es claro que proponer una unidad didáctica que promueva el uso y la coordinación entre los diferentes registros de representación en el tópico de integrales resulta importante en el campo de la educación matemática, tanto para su enseñanza como para su aprendizaje, pues el primero de estos procesos es función del docente, quien planifica, diseña y aplica diferentes actividades de acuerdo con un tema específico, al orientarse, en su mayoría, por un libro y considerar las características del grupo; sin embargo ¿esta es la mejor forma de hacerlo?

Si bien la enseñanza tradicional ha sido la protagonista por varios años, las características de los estudiantes cambian conforme avanza la sociedad y con ello sus intereses y motivaciones, más aún en la actualidad, ya que tienen mayor importancia aspectos como la tecnología, las aplicaciones, películas, videojuegos, entre otros, que influyen en forma significativa en la vida del alumno. Valores, comportamientos, actitudes, pensamientos, gustos, amistades y hasta la educación, etc., se ven directamente influenciados por la sociedad informativa y ahí el docente juega un papel determinante en el proceso de aprendizaje del alumno, pues, en cierta forma, es el responsable de captar la atención de sus estudiantes, motivarlos, acercarlos a la realidad y, como consecuencia, ello implica un cambio de metodología en el aula. Este cambio en ningún momento sustituye al docente y a la enseñanza tradicional; solo brinda herramientas que permitan acercar de forma lúdica y amena aspectos de las matemáticas que, en ocasiones, son difíciles de visualizar o manipular; del mismo modo, posibilita eliminar ciertas actitudes de rechazo, ansiedad o desánimo, cuando de trabajar con matemáticas se trata, si se cambia el paradigma de la educación matemática y crea un vínculo entre la competencia matemática a desarrollar y la competencia digital a implementar.

### **1.2.2 Registros de representación, comprensión y lenguaje**

En palabras de Duval (2017), “no es posible estudiar los fenómenos relativos al conocimiento sin recurrir a la noción de representación” (p. 25), específicamente las matemáticas necesitan de representaciones, de marcas, elementos que permitan codificar la información, representar algún objeto dentro de un sistema específico, para luego transformarlas y producir otras, generando ventajas en el conocimiento y de manera directa en la comparación de los elementos que constituyen cada registro de representación.

Entre los tipos de representación que se conocen, se destacan las representaciones mentales y semióticas, la primera de ellas alude al hecho de mirar un objeto sin estar este presente, y las segundas, constituyen representaciones conscientes y externas, es decir, mirar el objeto a través de diferentes elementos (puntos, trazos, entre otros) que lo componen. Las representaciones semióticas son fundamentales para la comprensión de un concepto, pues permiten tener a disposición dos miradas, una en relación al representante y la otra sobre el representado constituyendo así un proceso cognitivo, que permite movilizar y a su vez reconocer representaciones pertinentes de un objeto matemático, promoviendo una estructura multi-registro en el proceso de enseñanza y aprendizaje que favorezca la apropiación de conceptos y la distinción de los mismos en diferentes representaciones (Duval, 2017).

Ahora bien, Duval (2002) señala que

*hay un desafío educativo en las aulas y un desafío teórico para investigar sobre el desarrollo y el aprendizaje del conocimiento matemático. Los procesos de adquisición del conocimiento matemático son tan complejos que parece ser necesario tener diferentes enfoques. Los más predominantes, y a veces opuestos, son el enfoque epistemológico y el educativo. Pero ellos tienen en común el uso de la noción de representación para caracterizar el tipo de fenómenos que ocurren en cualquier proceso de conocimiento que lo constituyen (p. 61)*

Cabe resaltar que el papel de las representaciones no se reduce a designar objetos, sino a posibilitar el procesamiento matemático y, por ende, a representar diversos elementos, sin modificar la naturaleza que los caracteriza.

#### **Actividades cognitivas de representación.**

¿Duval (2017) afirma que el uso de las representaciones implica tener en cuenta tres actividades cognitivas de representación asociadas a la actividad semiótica.<sup>7</sup> La primera, denominada formación de representaciones en un registro semiótico, alude a la capacidad de evocar un objeto y considerar apropiadamente las características que se desea

representar; las otras dos actividades se relacionan con la transformación, las que, en cierta forma, conservan el contenido original del objeto a representar. El tratamiento, se refiere a una transformación interna dentro de un mismo registro de representación, mientras que la conversión establece la transformación de la representación de un objeto dado en un registro inicial a otro registro de naturaleza distinta.

Como consecuencia de ello, para comprender los procesos de pensamiento incluidos en cualquier actividad matemática, es necesario enfocarse en el nivel de los sistemas de representación semiótica y sus pertinentes reglas para su producción y no en la representación particular producida, pues la importancia radica en la identificación de los diferentes registros de representación inmersos en la actividad matemática, así como, también, la coordinación entre los ellos, que facilita su movilidad sin modificar los objetos denotados inicialmente, de ahí que la actividad cognitiva de la conversión se considerara, según Duval (2017), como “una actividad tan fundamental como las actividades de formación o de tratamiento” (p. 47) pues solo esta actividad promueve de manera directa la sinergia entre los registros de representación y por tanto debe ser considerada en cada etapa del currículo. Si se considera que, desde un punto de vista matemático, la conversión depende del tratamiento y este, junto con aquella, son un todo en la resolución de problemas (Duval, 2006) y, según el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), el objetivo fundamental de la enseñanza de las matemáticas no debería ser otro que el de la resolución de problemas, pues, como lo enuncian Godino, Batanero y Font (2004), “el dar un papel primordial a la resolución de problemas y a la actividad de modelización tiene importantes repercusiones desde el punto de vista educativo” (p. 26), debido a que propicia el desarrollo de diferentes habilidades en el alumno, que le permiten desenvolverse en el ámbito tanto académico como social y no solo dotan de significado a los contenidos matemáticos, sino a la academia en general.

Desde un punto de vista cognitivo, la conversión se impone sobre el tratamiento como la actividad que genera mayor dificultad por parte de los estudiantes, pues se recurre a ella como una “actividad natural o adquirida, desde los primeros grados de la enseñanza por todos los alumnos; como si fuera una actividad sobre la cual los aprendizajes de tratamiento y los aprendizajes conceptuales pudieran apoyarse” (Duval, 2017, p. 47) además, con frecuencia no hay reglas bien definidas que permitan realizar el paso de un registro a otro sin problema, pues existen otros factores que influyen significativamente en el proceso como lo son, criterios de congruencia, no-congruencia; afectando de manera directa la coordinación de registros que constituye una condición necesaria para la comprensión (Duval, 2017).

Duval (2006) señala:

*Las investigaciones en educación matemática casi siempre se enfocan en las maneras de enseñar contenidos y procedimientos conceptuales particulares para cada nivel del currículo. Lo que concierne a la actividad matemática se relega a un segundo plano o se explica bien sea mediante la comprensión conceptual (o no comprensión) o mediante un marco pedagógico común sobre la importancia de la actividad del estudiante y del papel de sus representaciones mentales para la comprensión. Esto conduce a eliminar la importancia de la diversidad de registros de representación y a actuar como si todas las representaciones del mismo objeto matemático tuvieran el mismo contenido o como si el contenido de uno se pudiera ver desde otro de manera transparente (p. 91).*

Duval (2002) enfatiza en que el verdadero reto de la educación matemática consiste, primero, en desarrollar la capacidad de cambiar el registro de representación, puesto que el trabajo en las aulas habitualmente favorece los tratamientos en el registro algebraico y deja de lado todo proceso de conversión entre registros de representación (Guzmán, 1998), por lo que se aparta de la posibilidad de comprender los problemas de aprendizaje y, con ello, de analizar los procesos cognitivos incluidos en el pensamiento matemático.

Cada uno de los registros que se incluye en la actividad matemática facilita la aprehensión de las representaciones semióticas y, por ende, la aprehensión conceptual de los objetos representados, pues, como señala Duval (2002):

la comprensión conceptual en matemáticas incluye sinergia de dos registros y algunas veces sinergia de tres registros. Esa es la razón por la cual, lo que es matemáticamente simple y ocurre en la etapa inicial de la construcción de conocimiento matemático, puede ser cognitivamente complejo y requiere un desarrollo de una conciencia específica sobre esta coordinación de registros (p. 90).

### **Tipos de registros de representación.**

Existen diferentes registros de representación y dependiendo del área que se trabaje dentro de la matemática se da mayor énfasis a unos que a otros, sin embargo, para la formación completa de un concepto lo ideal es usar todos los registros de representación, ya que "la utilización de los mismos, ayuda en el aprendizaje de esta disciplina debido a que los objetos matemáticos sólo pueden ser trabajados y estudiados desde sus representaciones" (Silva, 2004, p. 45). Dichos registros se presentan a continuación, teniendo en cuenta la definición de la Universidad Internacional de la Rioja (2018):



*Registro de lengua natural (RLN). Este registro permite introducir definiciones, así como, también, establecer descripciones o designaciones nominales que permiten introducir la terminología que se requiere para su articulación.*

*Registro figural - icónico (RFI). Incluye dibujos, esquemas, bosquejos, líneas, etc., que intentan representar el objeto de conocimiento sin dar cuenta de la calidad de los elementos incluidos.*

*Registro tabular (RT). Los datos se presentan a través de un conjunto de filas y columnas que responden a un ordenamiento lógico. Permite visualizar la información de forma global, establecer relaciones y comparaciones entre los diferentes datos que en ella se recogen, así como descubrir propiedades y características del objeto de conocimiento representado.*

*Registro algebraico (RA). Permite realizar generalizaciones, modelizaciones y señalar las características particulares del objeto que representa.*

*Registro gráfico (RG). Posibilita inferir, con un simple vistazo, el comportamiento que va a seguir una determinada función, así como efectuar tratamientos propios de su registro, como traslaciones, reflexiones, simetrías, etc. La representación gráfico-cartesiana patentiza diversos elementos, que permiten apreciar el papel de los parámetros (puntos de corte con los ejes, ejes de simetría).*

*Registro numérico (RN). Las representaciones de tipo numérico ofrecen gran nivel de concreción, resultado de las posibilidades de manipulación que brinda el sistema de numeración decimal, lo que permite apreciar características y elementos identificados de los objetos matemáticos a los que se refiere, así como vincularlos y relacionarlos con representaciones gráficas y geométricas. Además, permite hacer operaciones de cálculo para la resolución de diversas tareas.*

**Cada uno de ellos debe enseñarse para que el alumno pueda aprenderlos y construya su propio conocimiento y, para ello, se deben presentar tareas específicas que permitan la coordinación entre registros de forma explícita e implícita, con el propósito de que razone, se cuestione y logre una conceptualización adecuada de la matemática en general y de todos los aspectos que conlleva.**

**Por último, no es posible comprender a cabalidad un concepto matemático si se pasan por alto actividades cognitivas como el tratamiento y la conversión, que aportan significativamente al proceso de enseñanza y aprendizaje en la medida que emplean la mayor cantidad de registros posibles para una mejor comprensión de los conceptos; además la conversión en palabras de Camargo**



(2013), es considerada el pilar fundamental para que exista una verdadera conceptualización, es decir, un verdadero aprendizaje.

### **1.2.3 Trabajo colaborativo.**

Este tipo de trabajo se entiende como el conjunto de estrategias sistematizadas de instrucción que se caracterizan por: la división del total de alumnos de la clase en pequeños grupos heterogéneos, representativos de la población general del aula, y la creación de sistemas de interdependencia positiva mediante estructuras de tarea y recompensa específicas (Serrano y Calvo, 1994; Sharan, 1980). Sus cinco condiciones básicas aluden a una colaboración entre los integrantes de un grupo para lograr un bien común, en la que a cada integrante se le asigna una tarea y debe responsabilizarse de ella; se mantiene una constante interacción entre los miembros del grupo, se resaltan las actitudes y destrezas interpersonales que contribuyen al éxito de un trabajo colaborativo, con una evaluación periódica que regulase el carácter formativo del alumno al considerar tanto el trabajo grupal como el trabajo individual. (Unir, 2018)

A su vez, Kagan (1994), citado en Lopera (2009), establece que el trabajo colaborativo contribuye a la socialización del alumno, pues le brinda herramientas para la interdependencia social, en la que fuera autónomo, capaz de tomar decisiones dentro de un grupo y fomentar el desarrollo de su propio aprendizaje; potencia las relaciones positivas en el aula y alcanza una mejora en el ambiente educativo, en que los alumnos aceptasen a sus compañeros y trabajasen mancomunadamente con ellos; atiende a la diversidad del alumno y solventa sus necesidades específicas y los compromete en todas y cada una de las actividades a realizar en la clase; reduce el fracaso escolar, ya que permite atender de forma individualizada al alumno, pues realiza sugerencias personales e identifica el nivel de aprendizaje de cada uno, para, así, reconocer sus fortalezas y debilidades.

Si bien la metodología más empleada en un aula de matemáticas es tradicional, de trabajo individual y se limita a la comprensión de conceptos y aplicación de algoritmos que permitan resolver determinados ejercicios, el trabajo colaborativo es una metodología que se debe considerar en el aula por el número de ventajas que tiene, pues desarrolla en el alumno actitudes y valores que le permiten al destinatario adaptarse a la sociedad y lo preparan para la vida académica, social, laboral y cultural, entre otros espacios.

### **1.2.4 Uso de las TIC**

Sin lugar a dudas, la evolución de la tecnología ha representado un avance significativo para las diferentes ciencias, entre ellas las matemáticas y sus diversas aplicaciones en la sociedad. Su implementación en el aula debe ser un acto planificado que adaptase la educación a los cambios continuos de la sociedad, de la cultura y del campo profesional; así, desde la pedagogía y

la didáctica, el docente debe: estar capacitado para su uso; establecer cómo, cuándo y en qué momento aplicarlas y dar un enfoque diferente al proceso de enseñanza-aprendizaje, que se centra en el alumno; elaborar actividades que promuevan la adquisición de conocimientos a través de las TIC. Desde la tecnología, el docente debe: tener un conocimiento básico de hardware y software; conocer y elegir adecuadamente las herramientas a trabajar y su versatilidad de uso para aplicarlas a diferentes situaciones, que se ajustasen a las necesidades del alumnado.

Si bien el uso de las TIC en el aula requiere tiempo y dedicación, el esfuerzo que se debe hacer es mínimo comparado con las grandes ventajas que este tipo de recursos posibilita en el aula, puesto que los alumnos están en una sociedad informativa en que la evolución social y tecnológica avanza en forma considerable. De ahí que es importante acercarse a la realidad del alumno por medio de este tipo de herramientas, ya que se atrae su atención, con lo que se genera un cambio de actitud en clase y se elimina el estigma que supone la actividad matemática: aburrida, mecánica y sin aplicación en la vida diaria, pues permiten visualizar aspectos abstractos de la matemática, desarrollar un espíritu competitivo, posibilitar el planteamiento de actividades novedosas cercanas a la realidad, que potenciaran el desarrollo de habilidades sociales, atender a la diversidad del alumnado y requieren de un cambio de metodología en el aula, donde la participación y el trabajo colaborativo fuesen los principales protagonistas en clase (Universidad Internacional de la Rioja, 2018).

Es importante aclarar que no todas las instituciones cuentan con gran variedad de recursos o últimas actualizaciones de software, por tanto la tecnología debe ser considerada como un recurso más ya que al no encontrarse en un centro educativo, el docente debe ser capaz de trabajar con los recursos que tenga a su disposición, ya sean materiales manipulativos estructurados o no estructurados, con el único fin de motivar a sus estudiantes y relacionar con el contexto los conceptos matemáticos que se trabajan a diario.

Con respecto al campo de las matemáticas, el NCTM afirma que las tecnologías deben utilizarse en el aula en una forma responsable y amplia, para facilitar que los estudiantes visualizaran y comprendieran los conceptos matemáticos, por lo que se constituyen en una herramienta didáctica que ayudase a la comprensión y construcción de los diferentes objetos matemáticos que esta área, como tal, incluye. En este sentido, Pérez (2014) expresa que existen diferencias significativas en el proceso de aprendizaje del alumno cuando se utilizan recursos tecnológicos, con obtención de mejores resultados. Por su parte, Depool (2004), en su tesis doctoral, asegura que el uso de herramientas informáticas con el alumno les inspira confianza e influye en el ámbito afectivo, pues es un ambiente en el que conviven constantemente, se les facilita su uso y resulta un elemento motivador en el momento de resolver actividades propuestas en clase y fuera de ella y, con mayor razón, cuando se trata de tópicos como el cálculo infinitesimal que, en sí, resultan difíciles de comprender

y representar usando lápiz y papel, por lo que se da paso al uso de la tecnología y la posibilidad que brinda al permitir la representación de aspectos abstractos de las matemáticas, lo que contribuye a una mejor visualización de los conceptos y a su comprensión, como es el caso del PCS (programa de cálculo simbólico) que, además de permitir el cálculo directo de primitivas de funciones, potencia el uso de diferentes representaciones de conceptos matemáticos asociados a su importancia, según la teoría de Duval.

Sabín et al. (2005) destacan el uso de páginas web como recurso complementario para el trabajo desarrollado en el aula, lo que posibilita la adquisición eficaz de un concepto, con aprendizaje en forma dinámica de la construcción de gráficas de funciones, observaciones de experimentos, entre otros aspectos que enriquecen el estudio en el aula; a su vez, permiten que el estudiante se convierta en el principal protagonista en el proceso de aprendizaje con la orientación de su docente, disminuir la tasa de deserción en la asignatura y mejorar el rendimiento académico de los estudiantes (Gutiérrez, Ariza y Jaramillo, 2014).

Por otro lado, Lois y Milevicich (2008) expresan que las dificultades que presenta el análisis matemático en su estudio se vinculan con la falta de representaciones sobre los conceptos trabajados; por ejemplo, la ausencia de la relación del enfoque geométrico y la integral definida o la desconexión entre el cálculo integral y la infinidad de aplicaciones que tiene en otras ciencias. Por ello, aseguran que el uso de tecnologías en el aula puede ser un recurso facilitador para coordinar los diferentes registros de representación de un objeto matemático y, por ende, mejorar el aprendizaje del alumno. Esas dificultades se relacionan con un aprendizaje memorístico y algorítmico, que la enseñanza tradicional ha priorizado, sin reconocer los diferentes registros de representación incluidos en el estudio de la integral definida y sin comprender y construir su significado propio (Ramírez, Muñoz e Ibarra, 2011).

Por último, según Shulman (1986), el docente debe tener cierto tipo de conocimientos para utilizar en su práctica docente y, de acuerdo con ello, Ball, Hoover y Phelps (2008) señalan que estos tipos de conocimiento se ligan al conocimiento de la materia (conocimiento general del contenido, conocimiento del contenido especializado y el horizonte matemático) y al conocimiento pedagógico del contenido (conocimiento del contenido y de los estudiantes, conocimiento del contenido y de la enseñanza y el conocimiento del currículo); de ahí la importancia de la implementación de las TIC en el aula como una metodología que aportase al conocimiento pedagógico del contenido, con selección, de una manera responsable y adecuada, de las herramientas a trabajar en un determinado tema, para aportar al desarrollo de diferentes competencias, como la comunicación lingüística, la competencia digital o la matemática, entre otras.

### ***1.3 Propuesta de intervención didáctica***

En este apartado, se plantean los elementos que caracterizan a la unidad didáctica; en primer lugar, se da espacio al contexto (destinatarios) en el que se diseña, así como, también, la legislación que la rige. En segundo lugar, se establecen la metodología a emplear, los recursos, materiales y actividades con su respectiva secuenciación y temporalización al considerar la relación que debe existir entre los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables relacionados con las competencias clave, los objetivos didácticos y los contenidos.

#### ***1.3.1 Destinatarios***

La unidad didáctica se destina a alumnos de 2° de Bachillerato, entre los 17 y 18 años de edad, que se ubican en el estadio de las operaciones formales, según Piaget (McLeod, 2018), cuando aparecen la lógica formal y la capacidad para trascender la realidad, se manejan y verifican hipótesis de manera sistemática y exhaustiva, para generar conclusiones, no solo de temas concretos, sino, también, abstractos a raíz de la lógica (Unir, 2018). En esta etapa, se encuentran en el periodo de la adolescencia, que incluye cambios sociales, físicos, biológicos, cognitivos y culturales, que intervienen significativamente en el proceso de aprendizaje, debido a que los intereses de los alumnos, las emociones, los objetivos vocacionales, entre otros, están en constante cuestionamiento. De ahí que es necesario y fundamental entender al alumno y proporcionarle actividades que le permitan acercarse de una forma didáctica al conocimiento, al conectar sus intereses, tanto académicos como sociales, en el quehacer educativo, dotarlos de significado, proporcionar herramientas, actitudes y aptitudes necesarias para las exigencias que trae consigo la etapa adulta.

#### ***1.3.2 Legislación y contextualización***

Para el desarrollo de la unidad didáctica: movilización de representaciones semióticas en el estudio de la integral definida, se consideró el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, en España. En él, se define el currículo como los elementos que determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje, con base en los objetivos de enseñanza propuestos para cada etapa, que articulan los contenidos y competencias para la apropiación del conocimiento de una forma integral. De la misma forma, considera los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables encaminados a describir el grado de adquisición de competencias y contenidos en el proceso de aprendizaje, en que no solo prima lo académico, sino, también, el desarrollo de habilidades sociales, ya que, según el Ministerio de Educación Nacional (2006), la principal finalidad del quehacer educativo es fomentar el desarrollo de las competencias básicas y ciudadanas que permitan construir aprendizajes y

comprender el sentido de cada actividad y sus implicaciones éticas, sociales, económicas y políticas (p. 12).

Según el Real Decreto 1105 (2014),

*los contenidos de las etapas de Secundaria y de Bachillerato, se agrupan en tres bloques, de asignaturas troncales, de asignaturas específicas, y de asignaturas de libre configuración autonómica, sobre los que el Gobierno, el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, el resto de Administraciones educativas y los centros docentes realizarán sus respectivas funciones (p. 172).*

En este sentido, en la modalidad de Ciencias, los alumnos de Bachillerato deben cursar la asignatura troncal Matemáticas I y Matemáticas II, para 1º y 2º de Bachillerato respectivamente. La importancia del estudio de esta asignatura radica en que permite describir el mundo que circundante, lo que favorece el desarrollo de competencias a partir de diferentes contextos, con transformación y modelación de fenómenos de la vida cotidiana que contribuyen a la formación intelectual del alumnado, tanto social como académicamente.

Para la elaboración de la unidad didáctica, el interés recae sobre el currículo de 2º de Bachillerato, que se divide en cinco bloques: procesos, métodos y actitudes en matemáticas; números y álgebra; análisis; geometría y, por último, estadística y probabilidad.

El primero de ellos se enfoca a trabajar de forma transversal y simultánea con los otros bloques de contenidos, enfatizar en su desarrollo, la resolución de problemas, la modelización, los proyectos de investigación y el uso de medios tecnológicos. Los cuatro bloques restantes centran su atención en el desarrollo de conceptos en cada una de las ramas que caracterizan a la matemática en general.

En este orden de ideas, el contenido que se va a trabajar en esta unidad se presenta al finalizar el bloque de Análisis, en 2º de Bachillerato, puesto que, antes de estudiar la integral definida, temática de interés en este documento, previamente se deben aprender los conceptos relacionados con el cálculo diferencial, que incluye temáticas como límites, continuidad y derivadas. Estas últimas son fundamentales para el desarrollo y aplicación a futuro de la unidad didáctica, pues, por un lado, se convierten en la base teórica y práctica de los alumnos y, por otro, en el camino que debe seguir el profesorado, lo que recuerda que, a pesar de que las matemáticas se dividieran en bloques, para su estudio, y estos, a su vez, en contenidos, cada uno de ellos se encuentra relacionado entre sí y es fundamento para la creación de nuevos conceptos y para la continuación concatenada del proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **0.0.1 Conocimientos previos**

Todo lo ya visto confirma que el reto del docente es lograr que el alumno comprendiera, reflexionara y aplicara cada uno de los conceptos que se dan a conocer en su formación y, por ello, para facilitar la comprensión de esta unidad didáctica, el alumno debe dominar los estos conocimientos previos, pues actúan en sinergia para el estudio de la integral definida:

- *Realizar operaciones numéricas de los números reales con eficacia y empleo de cálculo mental o herramientas informáticas.*
- *Utilizar notación numérica más adecuada a cada contexto.*
- *Formular algebraicamente las restricciones indicadas en una situación de la vida real.*
- *Reconocer analítica y gráficamente las funciones de variable real elementales.*
- *Seleccionar, de manera adecuada y razonada, ejes, unidades y escalas.*
- *Interpretar las propiedades globales y locales de las funciones con uso de medios tecnológicos.*
- *Comprender el concepto de límite y su respectiva interpretación geométrica.*
- *Determinar la continuidad de una función en un punto a partir del estudio del límite.*
- *Reconocer las propiedades de las funciones continuas y discontinuas.*
- *Comprender y aplicar el concepto de derivada de una función en un punto, su interpretación geométrica y el cálculo de derivadas al estudio de fenómenos naturales, sociales o tecnológicos y a la resolución de problemas geométricos, de cálculo de límites y de optimización.*

### **1.3.4 Competencias clave**

Para la creación de la unidad didáctica, se consideran las siete competencias clave que la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013) presenta, ya que garantiza una formación integral del alumno, puesto que centra su atención en las habilidades para enfrentar demandas complejas en un contexto particular (OCDE, 2005a). Esas competencias se relacionan con la capacidad de comunicarse, interpretar y solucionar, a través de la matemática, diferentes problemas relacionados con el contexto. Del mismo modo, aluden al uso responsable y adecuado de las TIC, al trabajo autónomo por parte del estudiante y al trabajo en equipo como herramienta para el fortalecimiento de las relaciones inter e intrapersonales.



Así, el desarrollo de competencias, en la unidad didáctica, es fundamental para el proceso de aprendizaje, pues permite la integración de los saberes, el contexto y la interdisciplinariedad para fortalecer el pensamiento y, así mismo, aportar aspectos indispensables para la convivencia en la sociedad.

## 1.4 Metodología

En esta unidad didáctica, la metodología considerada es el trabajo colaborativo y el uso de las TIC en el aula, reseñados previamente, que aportan significativamente a la construcción del pensamiento matemático, en este caso la movilización de representaciones semióticas en el estudio de la integral definida y sus aplicaciones.

La unidad didáctica inicia con una prueba de conocimientos previos (ver Anexo 1.1) que permitiera clarificar qué se debe reforzar y ejemplificar antes de introducir conceptos nuevos, pues es necesario establecer el nivel cognitivo del grupo con el que se empleará la propuesta. Una vez realizada, el docente debe efectuar la retroalimentación respectiva, con aclaración de dudas y debe contar con la participación de los alumnos y anotar todo ello en una pizarra digital.<sup>2</sup> Con los resultados obtenidos, se toman decisiones para nivelar al grupo y, de cierta forma, garantizar que cada alumno tuviera los conocimientos mínimos requeridos para estudiar el concepto de integral definida por medio de la unidad didáctica.

En seguida, se debe proceder a dar a conocer la nueva temática a abordar y proporcionar el material con el que se va a trabajar, con inclusión de los objetivos, contenidos, criterios e instrumentos de evaluación, así como, también, los recursos y la metodología a implementar, que permitieran que el alumno se fuera familiarizando con la unidad didáctica y, si lo desea, la investigara más a fondo.

Esta unidad didáctica se diseña para 11 sesiones y cada sesión consta de 45 minutos; en cada una de ellas, se realiza una introducción en Power Point, sobre la temática a abordar; se comienza con una contextualización sobre el concepto de cálculo, las aplicaciones que tiene y la importancia en la Historia, por lo que se inicia con el video ¿Qué es el cálculo? (<https://edpuzzle.com/media/5c26c63759f0c5405c26d2ce>) obtenido de la Serie de comunicación de las Matemáticas Aventuras Matemáticas, producido por la Universidad Autónoma de México, editado en edpuzzle (ver Anexo 1.2), seguido de un desglose de la noción de integral y, con ello, reconocer todos los conocimientos previos que se requieren para su estudio con el uso de un rompecabezas online (<https://www.jigsawplanet.com/?rc=play&pid=07584e632bdb>) que reúne una lluvia de ideas de conceptos previos para el estudio de la integral definida (ver Anexo 1.3), para, después, iniciar con los conceptos básicos que aluden a esa temática.

---

<sup>2</sup> En caso de que la institución no contase con este recurso, se sugiere proyectar la prueba de conocimientos previos y, en el tablero, tomar nota de los aportes que realiza el alumnado.

En primera instancia, se realiza una revisión sobre las diferentes funciones reales de valor real y su respectiva representación gráfica, puesto que son necesarias en el momento de ilustrar, de forma geométrica, el concepto de integral definida, con énfasis en el uso de diferentes registros de representación que aluden a un mismo concepto matemático, todo ello a través de un juego de memoria, Concéntrese (Anexo 1.4).

En segundo lugar, se establece la relación entre el proceso de derivada e integración como dos transformaciones inversas y a partir de una de ellas se puede obtener la otra y viceversa (ver Anexo 1.5). En tercera instancia, se emplea el registro de lengua natural y registro gráfico para establecer la definición de la integral definida y su respectiva interpretación geométrica,

lo que da lugar a la interpretación de la integral definida como área bajo la curva y para encontrar el valor de la misma, se emplea el método de sumas infinitas con valor finito de Riemann (Anexo 1.6).

Como cuarto apartado se da el concepto de la integral definida y su interpretación geométrica para, luego, asociar el método de sumas de Riemann con la regla de Barrow, para obtener áreas de recintos limitadas por funciones conocidas (Anexo 1.7) y, por último, se analiza el concepto de integral definida y sus aplicaciones, con ayuda del software de geometría dinámica GeoGebra (ver Anexo 1.8).

Tras la realización de todas y cada una de las actividades diseñadas en la unidad didáctica, el docente realiza una evaluación de la propuesta (Anexo 1.9) con el propósito de establecer aspectos relacionados con la formación, recursos, metodología, originalidad y diseño que permitieran realizarle ajustes con el fin de que se enriqueciera la experiencia y que el alumno fuese partícipe activo tanto en el desarrollo de la clase como en la metodología a implementar-

Cabe destacar que cada una de las sesiones cuenta con su respectiva conceptualización y las tareas a realizar de manera colaborativa; estas últimas se encaminan a la construcción del concepto de integral definida, a partir de un registro algebraico y gráfico, pues son los que más conocen los alumnos, para, luego, realizar una sinergia entre estos registros y los demás, que se emplean en el momento de estudiar cualquier concepto matemático, lo que fomenta su conversión y, por ende, enriquece la adquisición de conocimientos.

Para la explicación y realización de las actividades, además del uso de presentaciones hechas previamente antes de cada sesión, se emplean diferentes herramientas, de tal forma que el estudiante pudiera relacionar objetos de la cotidianidad con conceptos matemáticos debido a las representaciones.

El espacio del aula, se adecúa al tener en cuenta la organización del alumnado para realizar cada actividad, considerar el número de alumnos y las



especificaciones del aula, pues cuando se requiera el uso del software educativo es necesario ocupar la sala de informática que permitiera realizar las actividades de una forma óptima y sin contratiempos. Para ello, el docente de la asignatura Matemáticas II debe trabajar en equipo con otras áreas que se imparten al alumnado, en este caso informática, lo que favorece la interdisciplinariedad y la transversalidad de las asignaturas y lleva a que el alumno se desarrolle de manera íntegra y establezca relaciones entre una asignatura y otra, con el desarrollo de actitudes y aptitudes que contribuyen a su formación. En este sentido, el profesor de informática podría motivar a los estudiantes respecto al uso de diferentes softwares para la creación de gráficas, dibujos, entre otros aspectos que, luego, se relacionarán no solo con la matemática, sino con otras asignaturas como, por ejemplo, Ciencias Sociales en la ubicación de coordenadas, entre otros aspectos.

Por otro lado, y como toda la comunidad académica lo conoce, en el aula de clases no todos tienen los mismos ritmos de aprendizaje ni tampoco tienen desarrollados todos los tipos de inteligencias; de esta forma, la metodología a utilizar en la unidad didáctica permite adaptar las actividades para que los estudiantes con diferentes niveles de capacidad tuvieran las mismas condiciones que sus demás compañeros, debido a que uno de los pilares fundamentales del trabajo colaborativo es alcanzar el éxito del grupo y, por ende, de cada uno de los individuos que lo conforman. Además, permite observar la evolución de cada uno de los alumnos, en interacción con ellos, con formulación de preguntas y sugerencia de caminos a seguir para desarrollar determinada actividad. No obstante, si algún alumno presenta ciertas dificultades que requieran mayor atención, se debe acudir al acompañamiento escolar, de tal forma que las actividades propuestas para los demás alumnos se adaptasen a estos estudiantes y así todos tuvieran su disponibilidad y la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos de forma dinámica y diversa.

Por último, es importante resaltar que el éxito de la unidad didáctica depende, en primer lugar, del docente, pues debe ser claro en lo que quiere lograr en sus alumnos y, en segundo lugar, de la relación docente-alumno, ya que el profesor debe ser amable, cercano y fomentar su confianza para que la comunicación y la retroalimentación fuese fructífera, sin perder el control de la disciplina y la calidad de la educación impartida.

## 1.5 Conclusiones

Como ya se ha mencionado, la movilización entre diferentes registros de representación garantiza que el alumno comprendiera de mejor forma un concepto, ya que puede identificarlo en distintas representaciones y evitar inconvenientes en el momento de resolver los diferentes problemas que la matemática plantea. Si bien son seis los registros de representación que se pretendían movilizar en el estudio de la integral definida, algunos se utilizan más que otros. En el caso del registro algebraico, gráfico y de lengua natural, se presentan con mayor frecuencia puesto que permiten representar gráficamente los elementos del problema; por su parte, el registro de lengua natural y algebraico son propios de los enunciados de cualquier problema en matemáticas y de ahí deriva su mayor uso. Los otros registros —tabular, figural-icónico y numérico— se emplean de forma implícita o explícita dependiendo de lo que requiera el problema. Por un lado, para llegar a una representación gráfica, es necesario conocer las coordenadas que caracterizan esa función y ahí se vincula el registro tabular; por otro lado, el registro numérico resulta propio del procedimiento llevado a cabo con la regla de Barrow para determinar el valor de la integral definida y, por último, el registro figural-icónico apoya la contextualización de los conceptos trabajados, lo que permite encontrar ilustraciones que se modelan debido a la matemática, como, por ejemplo, el chorro de agua que se asemeja al comportamiento de una parábola, entre otros.

De esta forma, cada uno de los registros de representación juega un papel importante en el proceso de aprendizaje y, por ende, se debe fomentar su uso y reconocimiento para contribuir con el conocimiento del alumno y más aún cuando se trabaja con temas en sí mismos complejos para su enseñanza y que requieren de diferentes herramientas que permitieran acercar ese conocimiento a la realidad aplicable del alumno.

En relación con el uso de las TIC, varias investigaciones han afirmado que su uso en el aula requiere tiempo y dedicación por parte del profesorado, lo cual es razonable, puesto que se debe realizar una planificación previa, con una selección adecuada de las herramientas a utilizar al considerar las necesidades del alumno y la disponibilidad de los recursos que se van a emplear, y reflexionar sobre su importancia y los beneficios que aporta en el ámbito educativo, específicamente en la enseñanza de las matemáticas. Esa implementación conlleva un cambio en la metodología desarrollada y, por ende, un proceso de aceptación por parte de los docentes, que en ningún momento reemplazará su función; por el contrario, ayudará a mejorar la motivación de los alumnos, al promover el desarrollo de competencias y actitudes positivas hacia la matemática y hacia el aprendizaje, fomentar la sinergia de los diferentes registros de representación y su uso, para alcanzar los objetivos propuestos para el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado.

## 1.6 Referencias

Ball, D., Hoover, M., y Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0022487108324554>

Camargo, A. (2013). El papel de los registros de representación semiótica en la enseñanza y el aprendizaje del cálculo. En SEMUR, Sociedad de Educación Matemática Uruguay (Ed.), VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (pp. 1841-1849). Montevideo, Uruguay: SEMUR.

Depool, R. (2004). La enseñanza y aprendizaje del cálculo integral en un entorno computacional. Actitudes de los estudiantes hacia el uso de un Programa de Cálculo Simbólico (PCS). [Tesis doctoral, Universidad de La Laguna]. <http://funes.uniandes.edu.co/3435/1/Depool2005LaNumeros62.pdf>

Duval, R. (2017). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizaje intelectuales*. Traducción realizada por Myriam Vega Restrepo, (2ª ed.). Cali, Colombia: Artes Gráficas Univalle.

Duval, R. (2006) Un tema crucial en la educación matemática: la habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*; 9(1), 143-168. <http://gaceta.rsme.es/abrir.php?id=546>

Duval, R. (2002). Un análisis cognitivo de problemas de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 1(2), 61-94. [http://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado\\_ud/publicaciones/compcion\\_y\\_aprendizaje\\_en\\_matematicas\\_perspectivas\\_semioticas\\_seleccionadas.pdf](http://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/compcion_y_aprendizaje_en_matematicas_perspectivas_semioticas_seleccionadas.pdf)

Felipe VI de España. Real Decreto 1105 (2014, dic. 26), por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3 de enero de 2015, núm. 3, pp. 169-546. <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>

Godino, J. Batanero, C. y Font, V. (2004). *Didáctica de las matemáticas para maestros*. Proyecto Edumat Maestro. Granada, España: Universidad de Valencia

Gutiérrez, L., Ariza, L., y Jaramillo, A. (2014). Estrategias didácticas en el uso y aplicación de herramientas virtuales para el mejoramiento en la enseñanza del cálculo integral. *Revista Academia y Virtualidad*, 7(2), pp. 64 -75.

Guzmán, R. (1998). Registros de representación, el aprendizaje de nociones relativas a funciones: voces de estudiantes. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 1(1), 5-21.

Kagan, S. (1994). *Cooperative learning*. San Juan Capistrano, California,.

Lois, A., y Milevicich, L. (2008). La enseñanza y aprendizaje del Cálculo Integral desde la perspectiva del nuevo paradigma de la sociedad del conocimiento. *Revista Iberoamericana De Educación*, 47(5), 1-15. <https://rieoei.org/RIE/article/view/2272>

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE ), Boletín Oficial del Estado (BOE ). 10 de diciembre de 2013. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>

Lopera, N. (2009). Aprendizaje colaborativo. Tres experiencias desde las Matemáticas en la Educación Secundaria Obligatoria. *Innovación y experiencias educativas*, 15. [http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/matematicas/apoyos/mod4/Tres\\_experiencias.pdf](http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/matematicas/apoyos/mod4/Tres_experiencias.pdf)

McLeod, S. (2018). Jean Piaget's Theory of Cognitive Development. *Simply Psychology*. <https://www.simplypsychology.org/piaget.html>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, España. Orden ECD65. (2015, 21 de enero), por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 29 de enero <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf>

National Council of Teachers of Mathematics. (2010). Principles and standards for school mathematics. Reston. VA: author. <http://www.nctm.org>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), 2005a. Resumen ejecutivo del informe Definición y Selección de Competencias Clave del proyecto DeSeCo. <http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf>

Pérez, J. (2014). Empleo del software educativo y su eficiencia en el rendimiento académico del cálculo integral en la Universidad Peruana Unión, filial Tarapoto. *Apuntes Universitarios*, 4(1),43-56. [https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ra\\_universitarios/article/view/25](https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ra_universitarios/article/view/25)

Ramírez, P., Muñoz, K., e Ibarra, K. (2011). Aprendizaje de la integral definida en estudiantes de ingeniería. *ReCalc*. 3,32-42. [http://mattec.matedu.cinvestav.mx/el\\_calculo/data/docs/Narri-Ramirez-Patricia-del-Socorro.pdf](http://mattec.matedu.cinvestav.mx/el_calculo/data/docs/Narri-Ramirez-Patricia-del-Socorro.pdf)

Sabín, Y., Toledo, V., Albelo, M., García, L., y Pino, J. (2005). Una herramienta de la información y las comunicaciones (TIC). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias (en línea)*, 14. ISSN 1010-2760. <https://www.redalyc.org/pdf/932/93214312.pdf>

Serrano, J. y Calvo, M., (1994). Aprendizaje cooperativo. Técnicas y análisis dimensional. Murcia, España: Caja Murcia Obra cultural.

Sharan, S. (1980). Cooperative learning in small groups: Recent methods and effects on achievement, attitudes, and ethnic relations. *Review of Educational Research*, 50, 241-272.

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 15(2), 4-14. <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0013189X015002004>

Silva, C. (2004). A noção de integral no livro didático e os seus registros de representação semiótica. [Tesis de Maestría en Educación Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo], 25-45.

Slavin, R. (1983). When does cooperative learning increase student achievement? *Psychological Bulletin*, 94, 429-445.

Universidad Internacional de la Rioja (2018). Tema 6: Consideraciones en la enseñanza-aprendizaje del álgebra. Material no publicado.

## Anexo 1.1

Evaluación de conocimientos previos al estudio de la integral definida.<sup>3</sup>

2° DE BACHILLERATO, MATEMATICAS II
UNIDAD DIDACTICA
INTEGRAL DEFINIDA
Evaluación de conocimientos previos

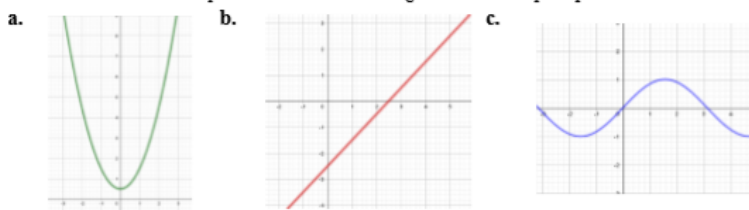
Nombre completo: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

**Nota aclaratoria:** No se permite el uso de apuntes o libros relacionados con el tema, se solicita responder el cuestionario de manera consciente y razonada, pues el propósito, es identificar los conocimientos previos que se han adquirido durante su formación y la solidez de los mismos ya que se consideran prerrequisitos fundamentales para el estudio de la unidad didáctica. La valoración obtenida en la misma no será considerada en la nota del curso, pero si se tendrá en cuenta la objetividad y la responsabilidad al momento de resolverla.

**Duración:** 40 minutos

**No de sesiones:** 1

- Simplifica las siguientes expresiones
  - $x^2 - \{-7xy + [-y^2 + (-x^2 + 3xy - 2y^2)]\}$
  - $-(a + b) + [-3a + b - \{-2a + b - (a - b)\} + 2a]$
- Escriba como potencia las siguientes expresiones
  - $\sqrt{x}$
  - $\sqrt[3]{x^2 - 9}$
- Desarrolle
  - $(x + 6)^2$
  - $(x^2 + 4)^2$
- Divida
  - $(9x^2 - y^2) \div (3x + y)$
  - $(24x^4y^2z) \div (8xy^2)$
- A continuación, se presentan diferentes representaciones graficas de funciones, ¿Podrías determinar la ecuación que modela a cada una? ¿Podrías decir qué tipo de función es?



- Completa las siguientes frases:
  - Para graficar una función cuadrática se necesitan \_\_\_\_\_ puntos.
  - Para graficar una función lineal, se necesitan \_\_\_\_\_ puntos.
- Grafica la función  $y = x^3$  y explica el paso a paso.
- A continuación, se presentan dos tabulaciones de datos, escribe la ecuación que modela cada situación.

a.

x	0	1	2
f(x)	0	3	6

b.

x	0	1	2
f(x)	2	3	6

- Suponga que una compañía produce un producto con un costo fijo de \$13500 más \$80 de costo variable por artículo, ¿Qué función permite escribir el costo total del producto para esta compañía?
- Calcula  $\lim_{x \rightarrow -1} x^2 - 1$  y representa gráficamente.
- Con tus propias palabras define que es la continuidad de una función, da un ejemplo de una función continua y de una función discontinua.
- Encuentre la derivada de:
  - $f(x) = 2x^{1/2}$
  - $u = x^3 - 3x$
  - $\frac{(x^2+4)^6}{6}$

<sup>3</sup> Elaboración propia



## Anexo 1.2

### Concepto de cálculo, aplicaciones y su importancia: recorrido histórico.<sup>4</sup>


**Unidad didáctica: Representaciones Semióticas en la Integral Definida**

Contextualización concepto del cálculo, aplicaciones e historia


Contar dos a trabajar el día de hoy:

- \* ¿Qué es el cálculo?
- \* ¿Cuáles son las expresiones del cálculo?
- \* Resumen reseña histórica.

**Resumen: reseña histórica**




Stevin



Pascal


**Resumen: reseña histórica**

El cálculo integral surge al tratar de resolver problemas relacionados con el cálculo de áreas, volúmenes, etc., siempre vinculado al concepto de medir. Arquímedes (272-212 a.c) es quien determina el área de un segmento parabólico, el método que aplica se conoce como exhaustión. A partir de estos problemas se aborda el problema del concepto de área para figuras más generales, hasta llegar a la noción de integral se anticipó al cálculo diferencial, desde un punto de vista histórico.



Arquímedes

Bonaventura Cavalieri (Alumno Galileo) es uno de los primeros en aproximarse a lo que hoy entendemos como integral, al considerar que una superficie se puede suponer formada por segmentos rectilíneos o individuales.




Cavalieri


**Resumen: reseña histórica**

Isaac Newton (1642-1721) muestra el primer ejemplo histórico del cálculo de un área mediante el proceso inverso a la diferenciación. Por su parte, Leibniz (1646-1716) se interesa en sistematizar y desarrollar una notación eficiente. Y así introduce el símbolo (una s de suma), y más tarde l y dx.


Son muchos los matemáticos a quienes el cálculo debe su desarrollo. Entre ellos, Cauchy (1789-1857) es quien separa lo geométrico de la integral del cálculo diferencial, al definir la integral como un límite de sumas. A partir de ahí, Riemann (1826-1866), Stieltjes (1856-1933) y Lebesgue (1875-1941), entre otros, serán ejes fundamentales al momento de llevar esta noción de integral hasta sus últimas instancias abstractas: la teoría de la medida, fundamental en teoría de probabilidad.




Newton



Leibniz



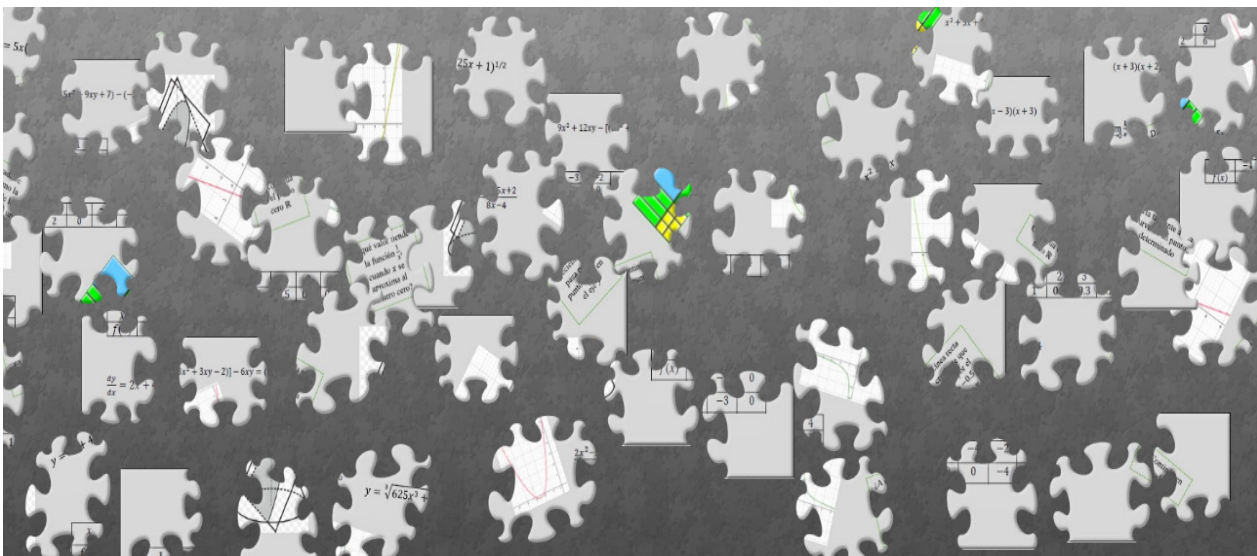
Cauchy



Riemann

## Anexo 1.3

### Rompecabezas online: lluvia de ideas de conceptos previos al estudio de la integral definida.<sup>5</sup>


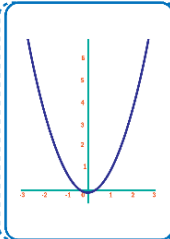
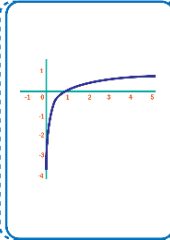
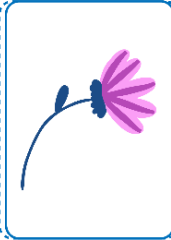
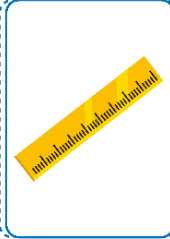
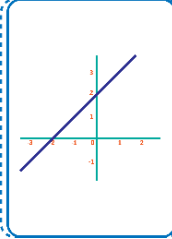
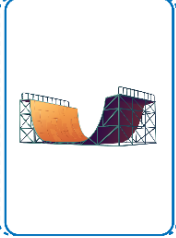
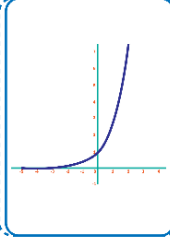
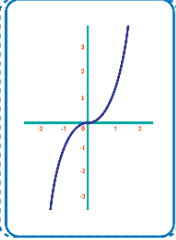
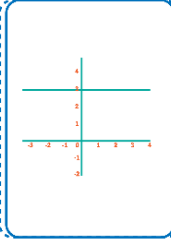


4 Elaboración propia

5 Elaboración propia

## Anexo 1.4

Juego de memoria: Concéntrese.<sup>6</sup>

		Gráfica que tiene como vértice el punto (0,0), es cóncava hacia arriba y su rango es (0)	$y = x^2$	<table border="1" data-bbox="1214 376 1385 613"> <tbody> <tr><td>x</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>y</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>4</td></tr> </tbody> </table>	x	-2	-1	0	1	2	y	4	1	0	1	4												
x	-2	-1	0	1	2																							
y	4	1	0	1	4																							
Función creciente que pasa por el punto (1,0) y tiene como asíntota la parte negativa del eje y			<table border="1" data-bbox="1007 640 1177 878"> <tbody> <tr><td>x</td><td>0.5</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>y</td><td>-0.3</td><td>0</td><td>0.30</td><td>0.47</td><td>0.60</td></tr> </tbody> </table>	x	0.5	1	2	3	4	y	-0.3	0	0.30	0.47	0.60	$y = \log 10^x$												
x	0.5	1	2	3	4																							
y	-0.3	0	0.30	0.47	0.60																							
<table border="1" data-bbox="384 904 560 1142"> <tbody> <tr><td>x</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>y</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> </tbody> </table>	x	-2	-1	0	1	2	y	0	1	2	3	4		$y = x + 2$	Línea recta que pasa por el punto (0,2) y es creciente													
x	-2	-1	0	1	2																							
y	0	1	2	3	4																							
	<table border="1" data-bbox="592 1169 762 1406"> <tbody> <tr><td>x</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>y</td><td>1</td><td>2.71</td><td>7.38</td><td>20.08</td><td>54.59</td></tr> </tbody> </table>	x	0	1	2	3	4	y	1	2.71	7.38	20.08	54.59	Función creciente que pasa por el punto (0,1) y tiene como asíntota la parte negativa del eje x		$y = e^x$												
x	0	1	2	3	4																							
y	1	2.71	7.38	20.08	54.59																							
	$y = x^3$	Representa la función cubica	<table border="1" data-bbox="1007 1433 1177 1671"> <tbody> <tr><td>x</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>y</td><td>-8</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>8</td></tr> </tbody> </table>	x	-2	-1	0	1	2	y	-8	-1	0	1	8	<table border="1" data-bbox="1214 1433 1385 1671"> <tbody> <tr><td>x</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>y</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>	x	-2	-1	0	1	2	y	3	3	3	3	3
x	-2	-1	0	1	2																							
y	-8	-1	0	1	8																							
x	-2	-1	0	1	2																							
y	3	3	3	3	3																							
$y = 3$	Representa la función constante																											

<sup>6</sup> Elaboración propia



# Anexo 1.5

## Relación entre derivada e integral.<sup>7</sup>

Unidad didáctica: Representaciones Semióticas en la integral Definida

Relación Entre Derivada e Integral

Contenidos a trabajar el día de hoy:

- \* Relación entre el proceso de Derivada e Integral.
- \* Cálculo de Primitivas de Funciones Elementales.

### Transformación Inversa de la Derivación: Integración.

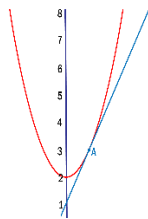
Si  $f(x) = \ln x$  → entonces  $f'(x) = 1/x$ , de ahí que  $\int 1/x \, dx = \ln x$   
 Si  $f(x) = e^x$  → entonces  $f'(x) = e^x$ , de ahí que  $\int e^x \, dx = e^x$

La "s" alargada significa el límite de una suma y dx se conoce como el diferencial de x y hace referencia a la variable con respecto a la cual se integra ( $\int dx$ ). Para el ejercicio anterior,  $\int e^x \, dx = e^x$  se lee, la integral de la función e elevado a la x diferencial de x.

A continuación, se propone una galería de ejercicios para que desarrollen e identificando patrones o regularidades obtengan las formulas básicas de Integración.

### Transformación Inversa de la Derivación: Integración.

Recordemos el proceso de la derivada de una función con su interpretación geométrica, la cual proporciona la pendiente de la recta tangente a esta curva en un punto.  
 Para una mejor ilustración, emplearemos la applet: movimiento de una recta a una curva.



### Transformación Inversa de la Derivación: Integración.

Ejercicio Propuesto	Solución de Estudiante	Solución de la Aplicación	Generalización
$\int 4x \, dx$			
$\int 6x \, dx$			
$\int ax \, dx, a = \text{cte}$			
$\int x^n \, dx$			

### Transformación Inversa de la Derivación: Integración.

Si  $f(x) = x$ , entonces ¿Cuál es su derivada? →  $f'(x) = 1$ , de ahí que  $\int 1 \, dx = x$   
 Así, si se deriva e integra la función derivada, se obtiene la función inicial.  
 Veamos otros ejemplos.

Si  $f(x) = x^2$  → entonces  $f'(x) = 2x$ , de ahí que  $\int 2x \, dx = x^2$   
 Si  $f(x) = x^3$  → entonces  $f'(x) = 3x^2$ , de ahí que  $\int 3x^2 \, dx = x^3$

### Transformación Inversa de la Derivación: Integración.

Ejercicio Propuesto	Solución de Estudiante	Solución de la Aplicación	Generalización
$\int x' \, dx$			
$\int x^2 \, dx$			
$\int x^n \, dx$			
$\int ax^n \, dx, a = \text{cte}$			

# Anexo 1.6

## Definición de integral definida y su interpretación geométrica.<sup>8</sup>

Unidad didáctica: Representaciones Semióticas en la Integral Definida

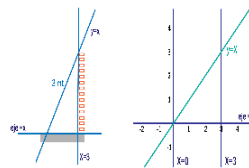
Definición Integral Definida y su interpretación geométrica

Conocidos a trabajar el día de hoy:

- Definición Integral Definida
- Interpretación Geométrica de la Integral Definida.

Definición integral definida y su interpretación geométrica

¿Cuál es el área bajo la curva que queda determinada por  $y=x$ , el eje  $x$ , las rectas  $x=0$  y  $x=3$ ?



$n=36$   $a=1$   $b=4$

APROXIMACIONES POR RECTÁNGULOS INFERIORES

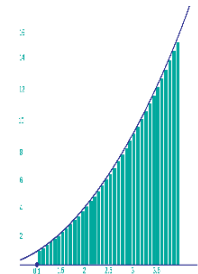
$$f(x)=x^2$$

$$f(b)-f(a) = b^2 - a^2 = 16 - 1 = 15$$

$$\frac{f(b)-f(a)}{b-a} = \frac{15}{3} = 5$$

Suma inferior  
 $\sum_{i=1}^n m_i \Delta x = 20.37547$   
 $m = \min\{f(x) \text{ en } [a+(i-1)\Delta x, a+i\Delta x]\}$   
 Suma superior  
 Suma trapezoidal  
 Suma de Simpson (solo n par)

Integral definida  
 $\int_1^4 x^2 dx = \left[ \frac{1}{3}x^3 \right]_1^4 = 21$



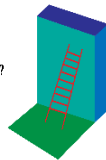
Definición integral definida y su interpretación geométrica

Se utiliza una escalera de 3 metros de longitud sobre una pared, formando un ángulo de 45° con el suelo.

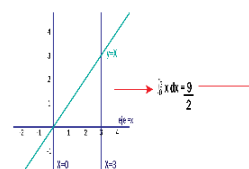
¿Podría determinar que figura queda comprendida bajo estos términos?

¿Qué procedimiento utilizarías para calcular el área de la región que queda comprendida entre el suelo, la pared y la escalera?

¿Cuál es el área de dicha figura?



Definición integral definida y su interpretación geométrica



Usando la fórmula Geométrica para Calcular el área de un triángulo

$n=63$   $a=1$   $b=4$

APROXIMACIONES POR RECTÁNGULOS INFERIORES Y SUPERIORES

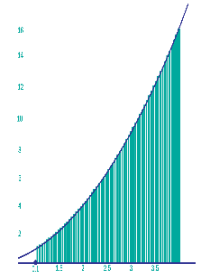
$$f(x)=x^2$$

$$f(b)-f(a) = b^2 - a^2 = 16 - 1 = 15$$

$$\frac{f(b)-f(a)}{b-a} = \frac{15}{3} = 5$$

Suma Superior  
 $\sum_{i=1}^n M_i \Delta x = 20.6339$   
 $M = \max\{f(x) \text{ en } [a+(i-1)\Delta x, a+i\Delta x]\}$   
 Suma trapezoidal  
 Suma de Simpson (solo n par)

Integral definida  
 $\int_1^4 x^2 dx = \left[ \frac{1}{3}x^3 \right]_1^4 = 21$



Definición integral definida y su interpretación geométrica

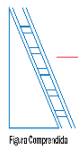
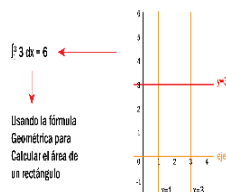


Figura comprendida es un triángulo, cuya área se puede calcular por medio de la fórmula  $\frac{\text{base} \times \text{altura}}{2}$

Relaciona con la integral definida  $\int_1^4 x^2 dx$

Definición integral definida y su interpretación geométrica

¿Cuál es el área bajo la curva que queda determinada por  $y=3$ , el eje  $x$  y las rectas  $x=1$  y  $x=3$ ?



Usando la fórmula Geométrica para Calcular el área de un rectángulo

$n=8$   $a=1$   $b=4$

APROXIMACIONES POR RECTÁNGULOS SUPERIORES

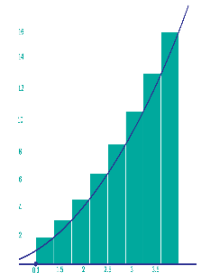
$$f(x)=x^2$$

$$f(b)-f(a) = b^2 - a^2 = 16 - 1 = 15$$

$$\frac{f(b)-f(a)}{b-a} = \frac{15}{3} = 5$$

Suma Superior  
 $\sum_{i=1}^n M_i \Delta x = 23.88261$   
 $M = \max\{f(x) \text{ en } [a+(i-1)\Delta x, a+i\Delta x]\}$   
 Suma trapezoidal  
 Suma de Simpson (solo n par)

Integral definida  
 $\int_1^4 x^2 dx = \left[ \frac{1}{3}x^3 \right]_1^4 = 21$



# Anexo 1.7

## Relación entre sumas infinitas con valor finito de Riemann y la regla de Barrow.<sup>9</sup>

Unidad didáctica: Representaciones Semióticas en la integral Definida

Relación Entre Sumas Infinitas con Valor Finito de Riemann y la Regla de Barrow

Comendados a trabajar el día de hoy:

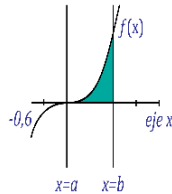
- \* Regla de Barrow
- \* Interpretación Geométrica de la Integral Definida
- \* Relación entre Sumas de Riemann y regla de Barrow

### Regla de Barrow

Sea  $f(x)$  una función continua en el intervalo  $[a, b]$  y sea  $F(x)$  su integral, entonces

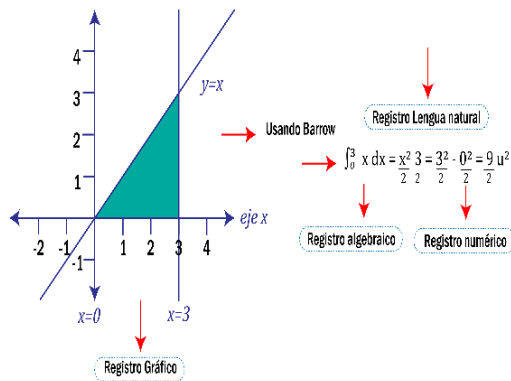
$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$$

En otras palabras, la integral definida de  $a$  hasta  $b$  de la función continua  $f(x)$  es igual a su primitiva evaluada en el punto  $b$  menos la primitiva evaluada en el punto  $a$ .



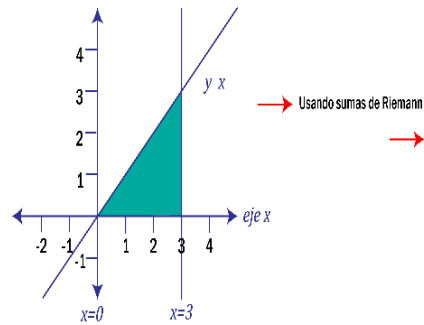
### Regla de Barrow y su relación con el método de sumas infinitas con valor finito de Riemann

Recomendamos el ejercicio propuesto en la sección anterior ¿Cuál es el área bajo la curva que queda determinada por  $y=x$ , El eje  $x$ , las rectas  $x=0$  y  $x=3$ ?



### Regla de Barrow y su relación con el método de sumas infinitas con valor finito de Riemann

Recomendamos el ejercicio propuesto en la sección anterior ¿Cuál es el área bajo la curva que queda determinada por  $y=x$ , El eje  $x$ , las rectas  $x=0$  y  $x=3$ ?



### Regla de Barrow y su relación con el método de sumas infinitas con valor finito de Riemann

$n=57$   $a=0$   $b=3$

$$f(x)=x$$

$$f(x) \approx \frac{b-a}{n} \sum_{i=1}^n m_i$$

Suma inferior

$$\sum_{i=1}^n m_i \cdot h = 4.42105$$

$$m = \min(f(x)) \text{ en } (a+(i-1)h, a+i \cdot h)$$

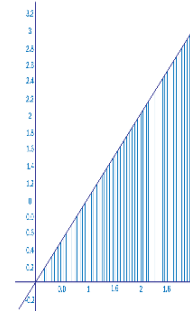
Suma superior

$$\sum_{i=1}^n M_i \cdot h = 4.57895$$

$$M = \max(f(x)) \text{ en } (a+(i-1)h, a+i \cdot h)$$

Suma Trapezoidal

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{1}{2} (m_1 + m_n) \cdot h = 4.5$$



### Regla de Barrow y su relación con el método de sumas infinitas con valor finito de Riemann

#### EJERCICIOS

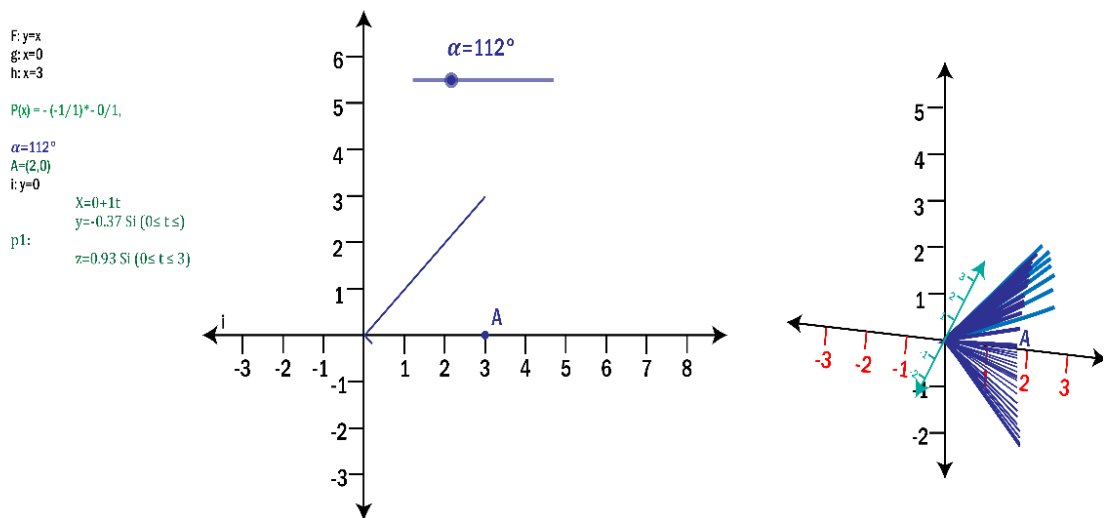
- Calcule el área de la región que queda comprendida entre la curva  $y=x^2+1$ , el eje  $x$  y las rectas  $x=-1$  y  $x=0$  e identifique los registros: lengua natural, algebraico, gráfico y numérico.
- Calcule el área de la región que queda comprendida entre la curva  $y=-x+1$ , el eje  $x$  y las rectas  $x=-1/2$  y  $x=1$  e identifique los registros: lengua natural, algebraico, gráfico y numérico.
- Calcule el área de la región que queda comprendida entre la curva  $y=e^x$ , el eje  $x$  y las rectas  $x=-2$  y  $x=1$  e identifique los registros: lengua natural, algebraico, gráfico y numérico.
- Calcule el área de la región que queda comprendida entre la curva  $y=e^x+2$ , el eje  $x$  y las rectas  $x=-3$  y  $x=-2$  e identifique los registros: lengua natural, algebraico, gráfico y numérico.

## Anexo 1.8

Aplicaciones de la integral definida con ayuda de software de geometría dinámica GeoGebra.<sup>10</sup>

Tabla para registrar lo desarrollado por los estudiantes en la actividad No. 7				
Función	Límite de Integración Inferior	Límite de Integración Superior	Sólido de Revolución Obtenido	Objeto Similar a la Realidad

Ejemplo de aplicación de la integral definida, sólidos de revolución



Elementos de la vida cotidiana que pueden ser modelo por los sólidos de revolución.



<sup>10</sup> Elaboración propia

## Anexo 1.9

### Evaluación de la propuesta de intervención didáctica<sup>11</sup>

<b>2° DE BACHILLERATO, MATEMÁTICAS II</b>
<b>UNIDAD DIDÁCTICA</b>
<b>INTEGRAL DEFINIDA</b>
<b>Evaluación de la propuesta didáctica</b>

**Nota aclaratoria:** Este cuestionario, ha sido diseñado con la finalidad de evaluar la propuesta didáctica diseñada, sus fortalezas y debilidades. Para ello, se debe responder cada pregunta de manera objetiva usando una escala de 0 a 5, considerando 0 muy inadecuado y 5 muy adecuado.

#### 1. Formación

-El docente posee la formación suficiente para el manejo de los diferentes recursos que se proponen en la unidad didáctica.

-El docente emplea diferentes recursos (novedosos) a los usados habitualmente para el desarrollo de las actividades.

#### 2. Recursos

-Los recursos utilizados son pertinentes para cada actividad.

-La diversidad de recursos resulta importante para la adquisición de conocimientos.

#### 3. Metodología

-La metodología empleada en la unidad didáctica fue apropiada.

-Las actividades se encuentran bien planteadas, con los objetivos, competencias, contenidos e instrumentos de evaluación a considerar.

-La consideración de diferentes recursos tecnológicos influye en la adquisición de conocimientos.

-La organización del alumnado ha sido adecuada para cada una de las actividades.

-El empleo de diferentes registros de representación ayuda a la asimilación de conceptos matemáticos.

#### 4. Originalidad y diseño

-Las actividades propuestas son diferentes a las que comúnmente se plantean en clase.

-Las actividades son originales y didácticas.

-La organización de las actividades es adecuada para estudiar el tópico de integral definida.

<sup>11</sup> Elaboración propia





# Capítulo 2

*Lectorabilidad Icónica*

## ***2.1 Variables para el análisis comparativo de imágenes***

En el marco de la investigación doctoral *Lectura y lecturabilidad icónica en objetos de aprendizaje soportados por plataformas virtuales*, que ataca el problema sobre cómo seleccionar la imagen más adecuada de un grupo de ellas referidas a un tema o hecho específico; por ejemplo, escoger la mejor imagen de un grupo de 10 imágenes sobre el tema de minería ilegal para acompañar un texto de ese tema, se creó un método que resuelve este tipo de dificultades, método que hasta el momento de desarrollar la tesis era inexistente. Si bien el método se creó para la mejorar la lecturabilidad icónica de objetos de aprendizaje, resulta de aplicación general en otras actividades, como en la ilustración de revistas, libros, anuncios publicitarios, documentos digitales, televisión, etc.

En la tesis desarrollada no se explicó explícitamente el significado de las variables intervinientes en el proceso, por tanto, en este capítulo se conceptualizará con detalle el concepto de esas variables que intervienen en la lecturabilidad icónica y que permitieron generar un algoritmo de cálculo aplicable a grupos de imágenes referidas a temas o hechos particulares. Para desarrollar el estudio sobre la eficacia del método, se construyó un software prototipo, con ayudas para la ejecución del algoritmo. Para iniciar, es necesario establecer algunas precisiones conceptuales que rodean la lectura y lecturabilidad icónica, lo más sencilla y resumidamente posible; los fundamentos de la construcción teórica de este método se pueden consultar detalladamente en la tesis.

## ***2.2 Aproximación al concepto de lecturabilidad icónica***

La capacidad de una persona para entender el lenguaje visual se conoce como lectura icónica, y la capacidad comunicativa o expresiva de las imágenes a la hora de transmitir un mensaje se llama lecturabilidad icónica

Hay diferencia entre la lectura icónica y la lectura verbal que explica la potencia de la primera y que ilustra Gubern (1992) con este ejemplo: si tenemos un pictograma (figura o imagen) que representa un ente hombre, se puede decir que las personas que lo vean captan el concepto de "hombre"; si a la figura o imagen se le quita la cabeza, las personas captarían "hombre descabezado". Esta modificación del pictograma, que lleva a una modificación de su lectura, no se puede hacer con la palabra "hombre"; no se puede modificar en algo el concepto de hombre al cercenar en algo la palabra "hombre". Precisamente, el hecho de que las imágenes pueden manipularse o alterarse digitalmente, mediante software especializado, lleva a que ellas tuvieran un enorme potencial comunicativo al poder alterar así sus lecturabilidades icónicas.



### 2.2.1 La denotación y la connotación.

Forman parte de la lectura icónica, actividad en que la denotación es el proceso de lectura que se hace cuando se detallan simplemente los elementos que conforman el pictograma. La lectura icónica se limita a lo puramente formal de acuerdo a los elementos que integran la imagen. La connotación, en la lectura icónica, es más profunda; el lector interpreta y extrae de la imagen otras características, aparte de las formas que ella contiene; puede hallar en la imagen acciones, sentimientos, provocaciones, etc., implícitas en las relaciones entre los elementos leídos denotativamente. La connotación es subjetiva y, por tanto, será diferente en cada persona, pues depende de sus características psicológicas, sociológicas y culturales.

Un ejemplo de estas dos características de la lectura icónica se muestra en la Figura 2.1, que denota "fragilidad u objeto delicado" y connota "manipular con cuidado".



Figura 2.1.  
Denotación y connotación.  
(Elaboración propia)

Se empezó a hablar del estudio retórico de las imágenes cuando Douglas Ehninger, en 1978, un académico de la retórica clásica, propuso una definición de retórica general, en la que se consideraban sin privilegios los símbolos verbales y los visuales. Su definición amplia de retórica abarca las formas en que los seres humanos influyen en el pensamiento y el comportamiento de sus congéneres a través de símbolos estratégicamente escogidos en campos como el texto (hablado o escrito), la arquitectura, la danza, y la moda, lo que deja abierto el campo para que las artes visuales se consideraran en los estudios de retórica. En general, se puede decir que la retórica visual de la imagen se puede asemejar al discurso icónico que esta tiene o a su capacidad para persuadir o manipular a seres humanos.

En resumen, la influencia que la retórica de una imagen puede ejercer en las personas se basa en las connotaciones que de ella se pueden hacer. Roland Barthes (1986) enumera los procedimientos de connotación de esta forma: trucaje, pose, objetos, fotogenia, esteticismo y sintaxis. El trucaje se refiere a montaje, alteración o adición de elementos inexistentes en la imagen original con el fin de cambiar su sentido para dar otro significado. La pose es la forma como se presenta el cuerpo humano, su posición y signos gestuales, que connotan actitudes o acciones evidentes. Los objetos, generalmente como los fondos, pueden connotar diversas cosas; por ejemplo, una biblioteca de fondo connota inteligencia, instrucción, cultura, educación. La fotogenia es

el embellecimiento artificial de una imagen, generalmente mediante software especializado. El esteticismo se presenta en imágenes de extremado realismo, sin que se hubiera utilizado la fotogenia, para denotar hechos muy importantes. La sintaxis se la encuentra en series de imágenes que, en conjunto y en una secuencia específica, constituyen un relato.

El texto clásico es un recurso retórico que ha sobrevivido a otros medios, tales como el video, el audio, la televisión, el cine, la multimedia. Este recurso mejoró su eficacia comunicativa con la inserción de imágenes, para conformar el texto ilustrado en productos como el libro ilustrado, la revista ilustrada, el cartel publicitario, etc.

Han existido varias etapas en la historia del texto ilustrado, que tienen que ver con el cambio de relación texto-imagen en cuanto a qué recurso se subordina a qué recurso. La imagen pasó a ser el elemento importante en la dupla texto-imagen cuando se popularizó el uso de carteles publicitarios. Moles (1991) señala:

*Admitiremos —lo cual es a menudo verdad— que el creador de la imagen adopta la estrategia de volver a decir a través de la imagen, visualmente, lo ya dicho por el texto de base, al constituir un mensaje bimedia y aumentar la redundancia global y, por ello, reducir la polisemia de la imagen, disminuir sus ambigüedades y hacer más fuerte y evocador el texto (p. 82).*

Para derivar conocimiento, el cerebro humano se basa tanto en las percepciones, que obtiene del medio circundante, como en datos y conclusiones, que ya tiene acumulados en su acervo de acuerdo con sus experiencias anteriores. El cerebro no vuelve a procesar algo si lo encuentra en su cúmulo de conocimientos que tiene almacenado, lo que se llama economía cognitiva. Cuando se tiene una dupla imagen-texto, es posible que una de estas dos formas de presentación de información predominara sobre la otra, dependiendo de qué tan fuertes fuesen las connotaciones de la imagen respecto al texto. Una imagen de baja lecturabilidad icónica perderá atracción ante el mensaje verbal que la acompaña. El estudiante preferirá, de las dos formas, aquella que le representase menor esfuerzo cognitivo, para tomar la otra como refuerzo, si le resulta pertinente. (Schnotz, Bannert et al., 2002)

Cuando se trata de acompañar información en formato de texto con información gráfica, no es suficiente que las imágenes candidatas para formar esta dupla tuvieran cada una la misma información y, por tanto, se pudiera elegir a cualquiera de ellas para acompañar al texto; de seguro esas imágenes tendrán diferentes lecturabilidades a pesar de que contuvieran la misma información básica. Un ejemplo puede ser el tema de “Usos horarios y cambio de día” y las siguientes imágenes ilustrativas candidatas:

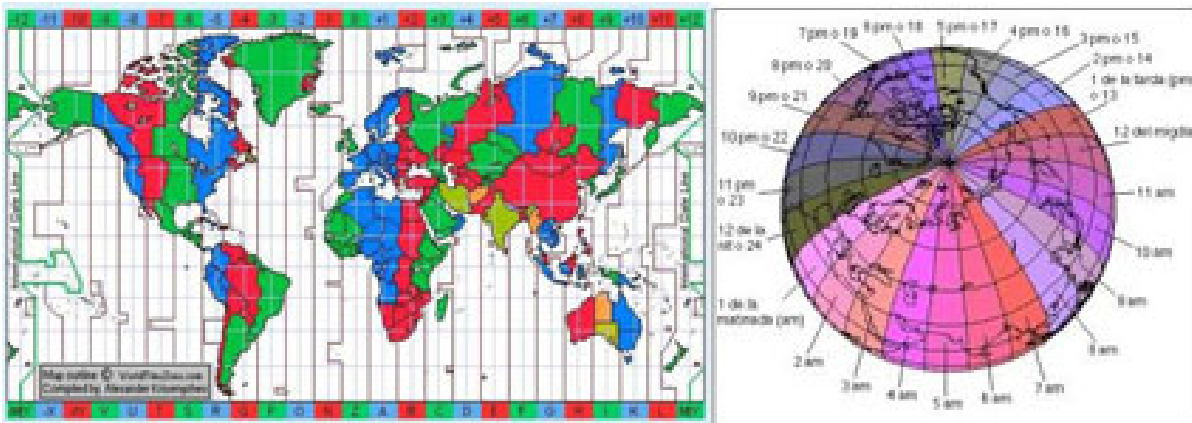


Figura 2.2. Diferentes lecturabilidades icónicas.

Aunque la imagen circular, en la Figura 2.2<sup>12</sup>, tiene la misma información básica que la rectangular, es más difícil de entender para un adolescente que la otra; es decir, las dos tienen diferentes lecturabilidades icónicas.

### 2.2.2 La teoría de la codificación dual.

La potencia de la dupla imagen-texto se puede explicar mediante la teoría de codificación dual (DCT), una teoría establecida de la cognición general, que se ha aplicado directamente a la alfabetización. Esta teoría se desarrolló inicialmente para demostrar que las percepciones verbales y no verbales tienen una enorme influencia en la memoria y en la cognición (Sadoski y Paivio, 2004).

Paivio, en sus estudios, se refiere a unidades representacionales y concluye que existen unidades o bloques cognitivos que, en el sistema verbal, llama logogens y, en el sistema no verbal, llama imagens; utiliza esta terminología para referirse a la forma en que el cerebro representa los diferentes tipos de información, pero la teoría de la codificación dual supone que son concretos como opuestos en lugar de ser abstractos y amodales. Una descripción de cómo operan los términos que usa Paivio es esta "los imagens incluidos dentro de un sistema de almacenamiento / proceso de imágenes y representaciones gráficas; y los logogens, almacenados como elementos discretos en el sistema verbal como palabras y oraciones" (Martín Iglesias, 2007, p. 138).

La Figura 2.3 ilustra la concepción de la teoría de la codificación dual

Esta teoría de la codificación dual permitió el estudio de las relaciones imagen-texto sobre documentos impresos y, después, en documentos electrónicos creados y manipulados por computadores. Con la aparición de nuevos materiales, han surgido categorías de documentos, como el hipertexto y el multimedia, con diferentes posiciones conceptuales entre ellos.

<sup>12</sup> Imagen izquierda: Husos Horarios tomada del blog <http://yuncosymates.blogspot.com/2013/01/husos-horarios.html>

Imagen derecha: Diagrama circular de husos horarios (Hemisferio Norte) en <https://cur-soparalaunam.com/los-husos-horarios-y-el-cambio-de-fecha-ejercicios-de-aplicacion>

### 2.2.3 Funciones del texto frente a la imagen.

En el caso de documentos con solo imagen y texto, se empezó por estudiar las funciones que tienen el componente textual frente al componente gráfico; Roland Barthes (1964) encontró, en un análisis basado en carteles publicitarios, que estas funciones son de dos tipos: como anclaje, función más frecuente, y como relevo.

Gubern (1992) explica estas sencillamente así:

1) La de anclaje, en la que el mensaje lingüístico reduce la polisemia de la imagen a la monosemia, determinando su sentido y orientando su lectura. Función que, años más tarde, Michel Rio calificará de represiva de la polisemia de las imágenes icónicas. 2) La función de relé (o de conmutación), en cambio, aparece cuando el mensaje lingüístico complementa a las imágenes, generalmente con función diegética o narrativa, como ocurre en las locuciones y diálogos de los cómics, las fotonovelas y el cine.

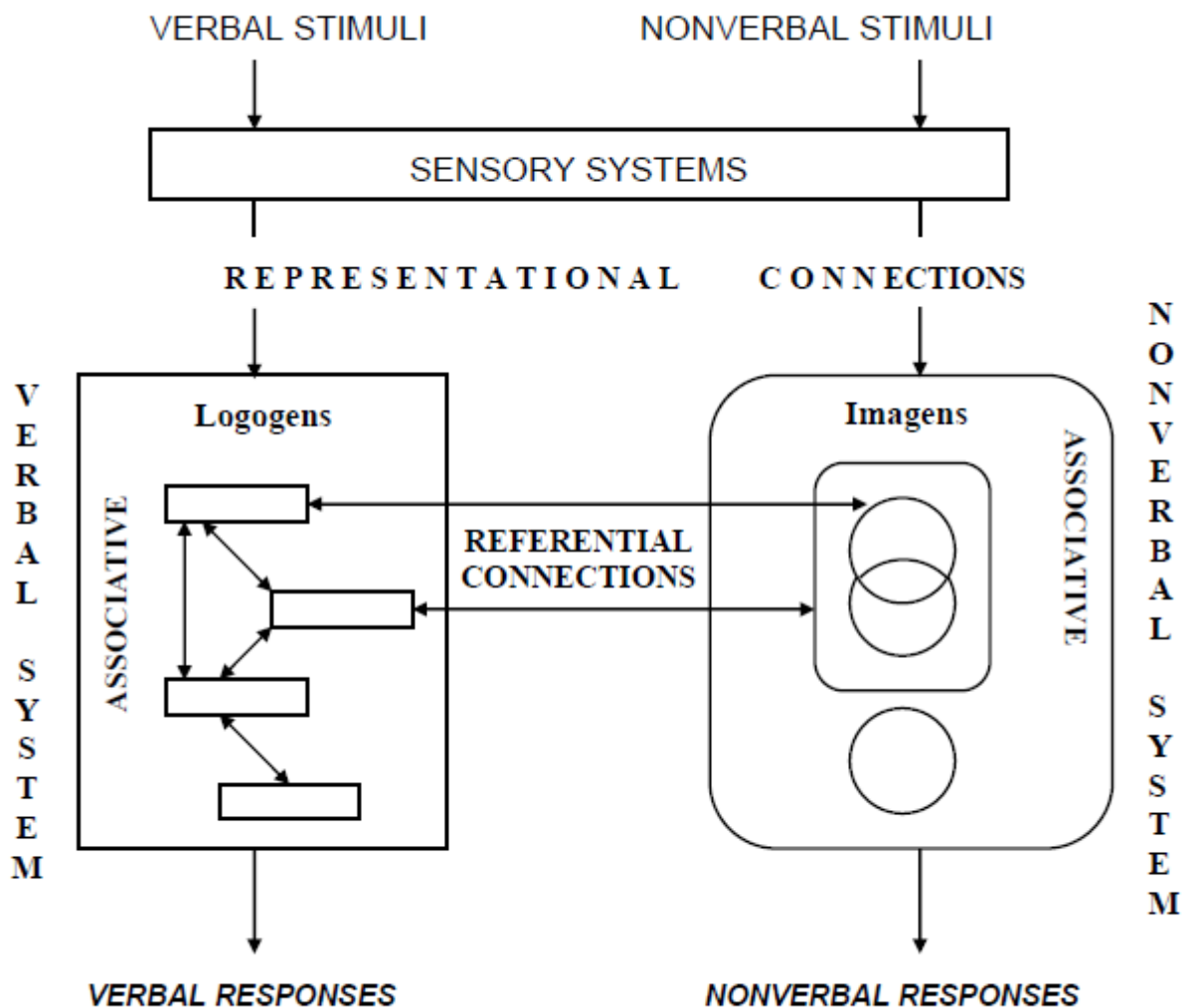


Figura 2.3. Modelo general de la teoría de la codificación dual. En Sadoski y Paivio (2004).

Las ventajas de utilizar la dupla imagen-texto pueden ser de tres tipos:

1) visuales, como el acompañamiento con imágenes de las demostraciones geométricas, que facilitan la comprensión conceptual geométrica; 2) fisiológicas, porque pone a funcionar los dos hemisferios cerebrales debido a que el hemisferio izquierdo efectúa una tarea de analogías verbales y el derecho procesa la información de tipo no-verbal o visuoespacial y 3) cognitivas, que corresponde a la mejora en la comprensión con la combinación de dos diferentes tipos de representaciones mentales, como, por ejemplo, los textos e imágenes en esquemas, mapas, diagramas, etc. Después de revisar varias teorías sobre la iconicidad y la percepción visual, es muy sencillo concluir que el par imagen-texto tiene grandes ventajas en la cognición y que imágenes relacionadas con un mismo tema o hecho tienen diferentes lecturabilidades.

### **2.3 El Problema**

Como se expresó al comienzo de este capítulo, en la elaboración de materiales impresos o digitales basados en imagen y texto, se puede encontrar una colección de pictogramas relacionados con el texto específico, de los cuales se debe seleccionar uno solo para elaborar el documento. Resolver este problema implica la medición de lecturabilidades comparadas del grupo de imágenes candidatas. Se encontró que un método que lo resolviera no existía en el momento de abordar el problema, pero que había estudios sobre lecturabilidad icónica, diversas escalas de iconicidad, diferentes taxonomías de la imagen y estudios de percepción visual que servirían de referencia para proponer un método. Para resolver el problema, se debe construir un sistema de medición de lecturabilidades comparadas que tuviera en cuenta:

1. Diferentes propuestas de escalas de iconicidad existentes en el mundo.
2. Evaluación por diferencial semántico de procesos lingüísticos mediante la medición de las connotaciones implícitas en la palabra tomada como símbolo a través de variables bipolares.
3. Diferentes metodologías de evaluación de imágenes basadas en taxonomías específicas, y
4. Niveles generales que agrupasen lo anterior en subniveles, categorías y subcategorías.

### 2.3.1 Estructura del sistema de variables relacionada con la lecturabilidad icónica.

Consecuentemente con esto, se proponen cuatro niveles generales, que comienzan por el Nivel Documental de la imagen, que no incide en la medida de lecturabilidad icónica: Documental (Tabla 2.1), Morfológico (Tabla 2.2), Compositivo (Tabla 2.3) y Enunciativo (Tabla 2.4).

NIVEL	SUBNIVEL	CATEGORÍA
<b>1. Nivel documental de la imagen</b>	1.1 Datos generales	1.1.1 Título 1.1.2 Autor 1.1.3 Nacionalidad 1.1.4 Año 1.1.5 Procedencia de la imagen 1.1.6 Género(s) 1.1.7 Movimiento 1.1.8 Licencia
	1.2 Parámetros técnicos	1.2.1 B/N / Color 1.2.2 Formato 1.2.3 Cámara o dispositivo 1.2.4 Soporte o medio expresivo 1.2.5 Tipo de Objetivo o resolución 1.2.6 Otras informaciones
	1.3 Datos biográficos y críticos	1.3.1 Hechos biográficos relevantes 1.3.2 Comentarios críticos sobre el autor

Tabla 2.1. Nivel documental de la imagen. Elaboración propia

Estos niveles proporcionan las variables requeridas para la evaluación de la lecturabilidad icónica; el primero es el Nivel morfológico: Nivel compositivo:

SUBNIVEL	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
<b>2.1 Elementos básicos</b>	2.1.1 Punto	
	2.1.2 Línea	2.1.2.1 Líneas objetuales 2.1.2.2 Líneas de sombreado 2.1.2.3 Líneas de contorno
	2.1.3 Plano	2.1.3.1 Como fragmentador del espacio plástico 2.1.3.2 Como definidor de tridimensionalidad

	2.1.4 Proporciones escalares	
	2.1.5 Formas	2.1.5.1 Geométricas 2.1.5.2 Orgánicas o estructurales 2.1.5.3 Curvas 2.1.5.4 Rectilíneas 2.1.5.5 Irregulares 2.1.5.6 Manuscritas 2.1.5.7 Accidentales o espontáneas
<b>2.2 Elementos artísticos</b>	2.2.1 Textura	
	2.2.2 Nitidez de la imagen	
	2.2.3 Iluminación	
	2.2.4 Contraste	
	2.2.5 Color / Blanco y negro	2.2.5.1 Para definir objetos 2.2.5.2 Para definir espacios 2.2.5.3 Contrastes cromáticos 2.2.5.4 Expresa cualidades térmicas

Tabla 2.2. Nivel morfológico de la imagen. Elaboración propia

Nivel compositivo:

SUBNIVEL	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
<b>3.1 Sistema sintáctico o compositivo</b>	3.1.1 Volumen	3.1.1.1 Por estereoscopía 3.1.1.2 Por perspectiva 3.1.1.3 Por contraste de texturas 3.1.1.4 Por profundidad de campo
	3.1.2 Ritmo	3.1.2.1 Periodicidad 3.1.2.2 Estructuración
	3.1.3 Tensión	3.1.3.1 Por equilibrio 3.1.3.2 Por líneas o formas oblicuas 3.1.3.3 Por formas irregulares 3.1.3.4 Por contraste de luces o colores 3.1.3.5 Por contraste de nitidez o texturas

<b>3.1.4 Distribución de pesos visuales</b>	3.1.4.1 Por la ubicación
	3.1.4.2 Por el tamaño
	3.1.4.3 Por la forma
	3.1.4.4 Por el color
<b>3.1.4 Distribución de pesos visuales</b>	3.1.4.5 Por la profundidad de campo
	3.1.4.6 Por la textura
	3.1.4.7 Por el aislamiento
	3.1.4.8 Por la iluminación o brillo
	3.1.4.9 Por la cercanía al observador
	3.1.4.10 Por la dirección de lectura visual
	3.1.4.11 Por el detallismo o definición
	3.1.4.12 Por desequilibrio
	3.1.5 Ley de tercios
	3.1.6 Orden icónico
	3.1.7 Líneas de lectura
	<b>3.2 Espacios en la representación</b>
3.2.2 Concreto / abstracto	
3.2.3 Global / independiente	
3.2.4 Virtuales /reales	
3.2.5 Simbólicos / retóricos	
3.2.6 No contextual / contextual	
<b>3.3 Tiempo de la representación</b>	3.3.1 Instantaneidad
	3.3.2 Duración
	3.3.3 Atemporalidad
	3.3.4 Tiempo subjetivo
	3.3.5 Secuencialidad / narratividad



<b>3.4 Contexto de la imagen</b>	3.4.1 Lugar	
	3.4.2 Época	
	3.4.3 Medial	
	3.4.4 Genérico	
	3.4.5 Estilístico	
	3.4.6 Situacional	
	3.4.7 Ideocontexto	
	3.4.8 Del lector	
<b>3.5 Codificaciones de connotación</b>	3.5.1 Codificación icónica	
	3.5.2 Codificación retórica	
	3.5.3 Codificación estética	
	3.5.4 Codificación gestual	
	3.5.5 Codificación escenográfica	
	3.5.6 Codificación estereotipada	
	3.5.7 Codificación asociativa	
<b>3.6 Relaciones entre los elementos icónicos relevantes</b>	3.6.1 De continuidad	
	3.6.2 De contacto	
	3.6.3 De lateralidad	
	3.6.4 De superioridad / inferioridad	
	3.6.5 De anterioridad / posterioridad	
	3.6.6 De transformación/ fusión	

Tabla 2.3. Nivel Compositivo de la imagen. Elaboración propia

Y Nivel enunciativo:

SUBNIVEL	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
<p><b>4.1 Escala de iconicidad</b></p>	4.1.1 Foto 3D / + Signos	
	4.1.2 Foto a color / + Signos	
	4.1.3 Foto B-N / + Signos	
	4.1.4 Pintura o dibujo figurativo / + Signos	
	4.1.5 Esquema anatómico o de construcción / + Signos	
	4.1.6 Esquema de principios / + Signos	
	4.1.7 Organigrama o esquema de relaciones / + Signos	
	4.1.8 Esquema de formulación / + Signos	
	4.1.9 Esquemas matemáticos o físicos / + Signos	
	4.1.10 Descripción en signos	
<p><b>4.2 Función didáctica</b></p>	4.2.1 Evocación	
	4.2.2 Definición	
	4.2.3 Aplicación	
	4.2.4 Descripción	
	4.2.5 Interpretación	
	4.2.6 Problematización	
	4.2.7 Referencial	
	4.2.8 De operación	
	4.2.9 Emotiva	
	4.2.10 Fática	

	4.2.11 Motivacional	
	4.2.12 Reflexiva	
	4.2.13 Ejemplificante	
	4.2.14 Decorativa o Alusión	
<b>4.3 Funcionalidad</b>	4.3.1 Inoperante	
	4.3.2 Operativa elemental	
	4.3.3 Sintáctica	
<b>4.4 Relación Imagen-texto</b>	4.4.1 Connotativa	4.4.1.1 Trucaje 4.4.1.2 Pose 4.4.1.3 Por objetos 4.4.1.4 Fotogenia 4.4.1.5 Esteticismo 4.4.1.6 Sintaxis
	4.4.2 Denotativa	4.4.2.1 Infinitivo 4.4.2.2 Informativo 4.4.2.3 Instructivo
	4.4.3 Sinóptica	
<b>4.5 Calidad de las etiquetas verbales</b>	4.5.1 Nominativas	
	4.5.2 Relacionales	
<b>4.6 Captura de la atención</b>	4.6.1 Directa	4.6.1.1 Presentación 4.6.1.2 Pregón 4.6.1.3 Interpelación 4.6.1.4 Anécdota 4.6.1.5 Sobresignificación
	4.6.2 Indirecta	4.6.2.1 Alusión 4.6.2.2 Artificio retórico
<b>4.7 Análisis por diferencial semántico</b>	4.7.1 Factor icónico	4.7.1.1 Presentación / asociación 4.7.1.2 Simplicidad / complicación 4.7.1.3 Naturalidad / artificiosidad 4.7.1.4 Originalidad / vulgaridad 4.7.1.5 Implicación participativa / pasividad
	4.7.2 Factor verbal	4.7.2.1 Legibilidad / ilegibilidad 4.7.2.2 Linealidad / globalismo 4.7.2.3 Información máxima / mínima

	4.7.3 Factor de función dominante	4.7.3.1 Dinamismo / estatismo 4.7.3.2 Racionalidad / afectividad 4.7.3.3 Estructura en plano / perspectiva 4.7.3.4 Predominio atencional / informativo
	4.7.4 Factor de determinación	4.7.4.1 Claridad / confusión 4.7.4.2 Coordinación imagen-texto / incoordinación 4.7.4.3 Mensaje icónico-abierto / icónico-cerrado 4.7.4.4 Definición de objetivo / indefinición 4.7.4.5 Adecuación al producto / inadecuación
<b>4.8 Favorabilidad didáctica</b>	4.8.1 Complejidad interpretativa 4.8.2 ¿La imagen ayuda nemotécnicamente al texto?	

Tabla 2.4. Nivel enunciativo de la imagen. Elaboración propia

### 2.3.2 Descripción del algoritmo.

El algoritmo que se propone es general y aplicable a cualquier situación de evaluación de imágenes relacionadas con un tema específico, pero puede ajustarse a cada caso particular, lo que significa que, en algunos casos, no todas las categorías y subcategorías son pertinentes. Por ejemplo: si se está evaluando una colección de imágenes sobre el tema "Oxidación química", posiblemente la Categoría clasificada como: Nivel: 4. Enunciativo, Subnivel: 4.2 Función Didáctica, Categoría: 4.2.9. Emotiva, no tuviera ninguna pertinencia o no fuera aplicable a esas imágenes en particular, pero sí aplicable o pertinente y, por tanto, evaluable en imágenes de un tema social, como una guerra o la catástrofe humana de la pandemia del Coronavirus.

El algoritmo debe utilizarse para calificar las categorías y subcategorías en un grupo de imágenes a las cuales se tuviera acceso visual permanente para que el evaluador juzgara numéricamente en qué grado se presenta la categoría o subcategoría en cada imagen del grupo.

El algoritmo de evaluación comienza por clasificar los 16 subniveles en un orden de importancia con respecto al concepto de lecturabilidad icónica y la correspondiente ponderación o peso de cada nivel sobre un total de 100 puntos. La ponderación utilizada se muestra en la Tabla 2.5, que puede modificarse según el criterio del evaluador, aunque cabe anotar que sobre estos valores se tuvo consenso mayoritario en los expertos que colaboraron en el proyecto.

De acuerdo con esta jerarquización, quien lleva el mayor peso en la evaluación de la lecturabilidad icónica de una imagen referida a un texto específico es el Nivel 4 o Nivel enunciativo con 67 puntos, seguido del Nivel 3 o compositivo con 24 puntos y el Nivel 2 o morfológico con 9 puntos. Cada Subnivel tiene categorías y algunas categorías tienen diferentes subcategorías que se van a considerar como parámetros a tener en cuenta en la evaluación de la categoría correspondiente.

<b>SUBNIVEL</b>	<b>FACTOR DE IMPORTANCIA</b>
4.1 Escala de iconicidad	10
4.7 Análisis por diferencial semántico	9
4.4 Relación imagen – texto	9
4.6 Captura de la atención	9
4.2 Función didáctica	8
4.8 Favorabilidad didáctica	8
4.5 Calidad de las etiquetas verbales	7
4.3 Funcionalidad	7
2.2 Elementos artísticos	6
3.1 Sistema sintáctico o compositivo	6
3.2 Espacios en la representación	4
3.5 Codificaciones de connotación	4
3.6 Relaciones entre los elementos icónicos relevantes	4
2.1 Elementos básicos	3
3.4 Contexto de la imagen	3
3.3 Tiempo de la representación	3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Tabla 2.5. Ponderación de los subniveles. Elaboración propia

Las categorías se evalúan en escalas de -5 a 5 en los casos de evaluaciones bipolares (calidad negativa frente a calidad positiva). Si, en estos casos, la calificación es de cero (0), se estaría indicando que la categoría no aplica o que ella no tiene ninguna influencia ni positiva ni negativa en el proceso de evaluación del caso en concreto. Hay algunas categorías que, por su naturaleza, son exclusivamente negativas o exclusivamente positivas, como, por ejemplo, en el Subnivel 4.3 Funcionalidad, las

categorías: Inoperante y Operativa Elemental; estos casos se evaluarán mediante escalas adecuadas (o solo negativa o solo positiva).

Cada subnivel tiene particularidades propias que llevan a que sus categorías puedan clasificarse en estos tipos:

**A)** Varias categorías o propiedades que se pueden presentar en la misma imagen, como en el caso del Subnivel 3.2 Espacios en la representación, en que una imagen puede cumplir con varias de las seis categorías, o

**B)** Categorías mutuamente excluyentes, lo que indica que una imagen solamente puede clasificarse y calificarse en una sola, como sucede en el Subnivel 4.1 Escala de Iconicidad, en el que hay diez opciones.

En los subniveles con categorías de tipo A, la calificación será el promedio de las categorías evaluadas multiplicado por el Factor de Importancia del subnivel; en los subniveles con características de tipo B, su nota es la calificación de la categoría en que se clasificó la imagen multiplicada por el Factor de Importancia del subnivel. La medida total de la lecturabilidad icónica es la suma de las calificaciones de los 16 subniveles.

### **2.3.3 Metodología.**

La validez del algoritmo la determinaron expertos, con grado de doctor, al analizar un software prototipo que lo ejecuta. Probada la validez del algoritmo, se determinó su confiabilidad, al someter la evaluación a tres grupos, de cinco imágenes cada uno, relativas a tres temas específicos: en Geografía, “Sentido del movimiento de rotación de la tierra”; en Ciencias Naturales, “El ciclo del agua”, y en Ciencias Sociales, “El movimiento de Los Indignados”. Expertos en evaluación de imágenes seleccionaron la mejor por cada grupo, de acuerdo con su experiencia, reconocida en este campo sin el uso del algoritmo.

Al mismo tiempo, dieciocho estudiantes voluntarios, de V, VII y IX semestres, del Programa de Licenciatura en Informática, de la Universidad de Nariño, que tenían muy poca o ninguna experiencia en evaluación de imágenes, realizaron la misma selección, pero con utilización del algoritmo, mediante el software diseñado, con las ayudas que proporciona. Se probó que el uso del algoritmo por personas no expertas produce resultados semejantes a los que alcanza un experto en evaluación de imágenes; es decir, el uso del algoritmo es una importante ayuda para evaluar y, por último, seleccionar imágenes respecto a un contexto común (el tema común a todas).

Al utilizar el software que aplica el algoritmo, se obtuvieron 18.900 datos, ya que son 70 categorías en el instrumento; cada ejercicio de evaluación de un estudiante recolecta 350 datos de calificaciones. La ejecución del instrumento, por 18 estudiantes, con realización de los tres ejercicios de evaluación (Paquetes de

Geografía, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales), recolectó, en total,  $350 \times 3 \times 18 = 18.900$  datos. Con estos datos, se adelantó un análisis de componentes principales para estudiar la posibilidad de reducir el número de variables.

Muchas veces, en conjuntos de datos con múltiples variables, aparecen grupos de ellas que presentan las mismas tendencias; es decir, son variables correlacionadas con el mismo principio que gobierna la dinámica del sistema en el que se tomaron los datos y, por tanto, se pueden detectar patrones de comportamiento comunes. Cuando esto pasa, es posible aprovechar esta redundancia de información para simplificar el problema y reemplazar un grupo de variables con la misma tendencia por una variable que representase el patrón común de comportamiento.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) es un método para encontrar esos patrones de comportamiento, denominados componentes principales. Con esta información, es posible representar cualquier variable como una combinación lineal de los componentes principales. Formalmente,  $v_i$  sea la  $i$ -ésima variable del modelo para  $i=1, \dots, M$  ( $M$  variables) y  $\varphi_j$  el  $j$ -ésimo componente principal para  $j=1, \dots, M$  ( $M$  componentes), entonces:

$$\varphi_j = \sum_{i=1}^M a_{ij} v_i$$

Donde los coeficientes de los componentes principales son  $a_{ij} \in \mathbb{R}$ . En la misma medida, es posible representar a la variable  $v_i$ , ya que los componentes principales constituyen una base ortogonal para el conjunto de datos (representan un nuevo eje de coordenadas); esto implica que los componentes principales no se correlacionan consigo mismos. Si se cuentan con  $M$  variables, es posible encontrar  $M$  componentes principales, pero ellos se calculan por orden de relevancia; es decir, el primer componente principal contiene patrones de información que son más importantes que el segundo, y así sucesivamente.

Para aproximar el conjunto de  $M$  variables  $v_i$ , se trunca la sumatoria para un número  $N < M$ ; es decir,

$$v_i \approx v_{Ni} = \sum_{j=1}^N a_{ij} \varphi_j$$

Por ejemplo, si tenemos  $M=17$  variables, es posible encontrar  $M=17$  componentes principales, pero es posible aproximar los datos con un número menor de componentes, digamos  $N=4$ . Los detalles de la aplicación de este método y los resultados se encuentran en la tesis doctoral. Este análisis concluye que es posible reducir el número de variables en dependencia de la

temática, que en el experimento fueron Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y Geografía, lo que significa que se pueden generar algoritmos particulares para cada área.

## 2.4 Referencias a las variables utilizadas

Se debe anotar que el proceso no es sencillo y que se requiere de ayudas que expliquen las variables que se evalúan en una colección de imágenes; por tanto, se dan, en seguida, resúmenes de las ayudas para cada variable del algoritmo. Las numeraciones que aparecen entre paréntesis corresponden a las numeraciones de las categorías y subcategorías contenidas en las Tablas 2.2, 2.3 y 2.4.



Figura 2.4. El punto.



Figura 2.5. La línea.



Figura 2.6. Líneas de sombreado. Elaboración propia

(2.1.1) **El punto** no es necesario que se representara plásticamente, pero debe notarse su influencia o fuerte presencia. Puede ser equivalente a la sensación de fuerte concentración en una determinada área. El punto, primer elemento, es la figura más simple que un observador puede detectar y no se refiere a la estricta representación de un punto en un dibujo, como la punzada de un lápiz afilado sobre un papel, sino a una concepción mental que enfoca, localiza, atrae o concentra hacia un lugar específico y pequeño en el área de la imagen, como se muestra en la Figura 2.4<sup>13</sup> (Aparici Marino y García Mantilla, 1989). Los puntos pueden sugerir caminos, rutas, trayectorias, pero, también, pueden dar la sensación de agrupación, concentración, condensación o, al contrario, dispersión, fuga, alejamiento.

(2.1.2) **La línea** es un elemento de la imagen que le proporciona estructura, armazón, composición. Constituye las llamadas líneas de fuerza, que atraen la atención del observador, dan un armazón sólido a la imagen y, en general, son principalmente las diagonales que existieran en ella. La figura del gimnasta muestra dos líneas de fuerza claramente definidas: una vertical, formada por su tronco, y la otra, horizontal formada por las barras paralelas, que tiene menor fuerza. En estas dos líneas de fuerza subjetivas se concentra toda la estructura de esta imagen.

<sup>13</sup> Vector de Fondo creado por freepik en <https://www.freepik.es/vectores/fondo>





Figura 2.7. Líneas de contorno.

Las líneas objetuales son líneas puras, líneas que no son producto de intersección, yuxtaposición o solapamiento de superficies, como las mostradas en el techo de la Figura 2.5.<sup>14</sup>

*Líneas de sombreado.* Se utilizan estas líneas como técnica para simular zonas poco iluminadas y generar la sensación de volumen. Véase el retrato de la señorita en la Figura 2.6.

*Líneas de contorno.* Son líneas perfectamente definidas por trazos para delimitar superficies, como en la Figura 2.7.<sup>15</sup>



Figura 2.8. El plano.  
Elaboración propia

**(2.1.3) El Plano como fragmentador del espacio plástico.** En la Figura 2.8<sup>16</sup>, se utiliza el plano para dividir el espacio plástico de la obra limitando los planos por líneas, brillos y colores.

Los planos pueden utilizarse para definir profundidad o volumen en la representación gráfica, ya fuese por su solapamiento o por los gradientes de color y texturas que presentan sus superficies, tal como se emplean en los mundos virtuales. Una definición de gradiente de Aumont (1992) plantea que:

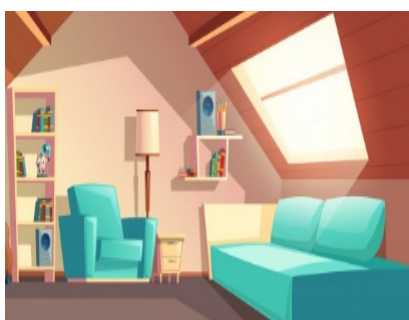


Figura 2.9. El plano para definir profundidad.

“Al estar habitualmente las superficies percibidas inclinadas en relación con nuestro eje de visión, la proyección de las texturas en la retina da lugar a una variación progresiva de la textura-imagen: es lo que se llama técnicamente un gradiente. Para ciertos autores, en particular James J. Gibson, los gradientes de textura son los elementos más importantes para la aprehensión del espacio: los que dan la información más segura, y también la más importante cualitativamente, sobre la profundidad (p. 42).” Figura 2.9<sup>17</sup>

<sup>14</sup> Foto de Hombre creado por master1305 [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/hombre>

<sup>15</sup> Vector de Flor creado por macrovector - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/flor>

<sup>16</sup> Vector de Fondo creado por GarryKillian - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vec-tores/fondo>

<sup>17</sup> Vector de Fondo creado por vectorpocket - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vec-tores/fondo>

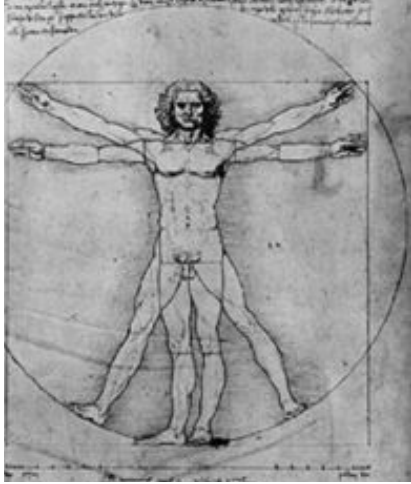


Figura 2.10. La proporción.

**(2.1.4) La proporción:** se refiere a la conservación de las relaciones de las partes de un objeto; por ejemplo, que la cabeza tuviera un tamaño adecuado al resto del cuerpo o que las patas de un caballo estuviesen en relación adecuada con la altura del animal. La proporción se estudió desde los griegos y se asociaba al sentido de belleza o perfección, al igual que Leonardo da Vinci estudió las proporciones en la figura humana (Figura 2.10<sup>18</sup>). La proporción de la forma, como elemento escalar, tiene mucha importancia como condicionante de la lectura icónica, aunque es descartable, porque hay artistas que consideran que la deformación o la falta de proporcionalidad también pueden permitir, y tal vez con mayor eficiencia, la connotación de algún mensaje.

Gómez Alonso (2001) confirma este hecho, cuando señala:

*El concepto de anormalidad o desproporción es una clave de enorme interés para entender las vanguardias artísticas. Uno de los artistas más exponentes de la pintura española, como es Picasso, propugna que la deformación ha entrado por derecho en el arte como un instrumento expresivo destinado a la transmisión de determinadas sensaciones (p. 128).*



Figura 2.11. Formas geométricas.

**(2.1.5) Las formas,** en una imagen, pueden clasificarse así:

**Geométricas.** El mismo Gómez Alonso establece: "La forma geométrica es la que está construida matemáticamente." (p. 126) Por analogía, se encuentran formas geométricas en la naturaleza y en creaciones humanas como lo muestra la Figura 2.11<sup>19</sup>. Debe analizarse si las formas geométricas, si existen, favorecen o no al mensaje textual.



Figura 2.12. Orgánicas o estructurales.

**Formas orgánicas o estructurales.** Gómez Alonso señala: "La forma orgánica es la que se encuentra acomodada a los criterios compositivos que marcan el resto de elementos." (p. 126) Puede entenderse como estructural o formas que integran un conjunto organizado. La

18 Imagen del Hombre Vitruviano de Leonardo D'Vinci sin

derechos de autor en la actualidad

19 Vector de Fondo creado por Kerfin7 - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/fondo>



Figura 2.14. Formas rectilíneas.



Figura 2.15. Irregulares



Figura 2.16. Manuscritas.



Figura 2.17. Formas accidentales o espontáneas.

telaraña, de la Figura 2.12<sup>20</sup>, tiene cierto grado de irregularidad y no guarda muy bien las simetrías. Por esto, se sale de la clase anterior de formas geométricas.

**Curvas.** El autor que se viene citando establece: "La forma curva es la que se encuentra delimitada por líneas curvas y fluidas, con forma de arco o semejando ondulaciones." (p. 126) Las líneas curvas tienen un efecto más atrayente que las rectas (Figura 2.13<sup>21</sup>).

**Rectilíneas.** Gómez Alonso señala que "La forma rectilínea es la que se encuentra limitada por líneas rectas." (p. 126) Aunque las líneas verticales que predominan en la Figura 2.14<sup>22</sup> no son rectas perfectas, se pueden asumir como tales, porque la semejanza con las curvas es prácticamente inexistente.

**Irregulares.** Respecto a estas formas, Gómez Alonso establece: "La forma irregular es la que se encuentra limitada por curvas y rectas sin ningún criterio matemático". (p. 126) En la formación rocosa de la Figura 2.15<sup>23</sup>, se observa diferentes tipos de líneas de manera caprichosa.

**Manuscritas.** Gómez Alonso, al referirse a esta forma, señala: "La forma manuscrita es la que está realizada a mano alzada sin ningún tipo de material que ayude a configurar las medidas y criterios compositivos." (p. 127) En general, son dibujos, como el de la Figura 2.16<sup>24</sup>.

**Formas accidentales o espontáneas.** Al referirse a estas formas, Gómez Alonso señala: "La forma accidental o espontánea, es la que

20 Foto de Árbol creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/arbol>

21 Foto de Fondo creado por montypeter - [www.freepik.es](http://www.freepik.es)

es en <https://www.freepik.es/fotos/fondo>

22 Foto de Naturaleza creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/naturaleza>

23 Foto de Naturaleza creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/naturaleza>

24 Vector de Corazón creado por rawpixel.com - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/corazon>





Figura 2.18. La textura.



Figura 2.19. La nitidez.

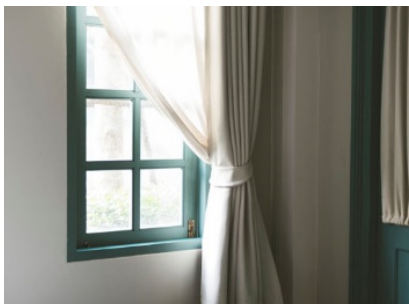


Figura 2.20. La luz.



Figura 2.21. El contraste.

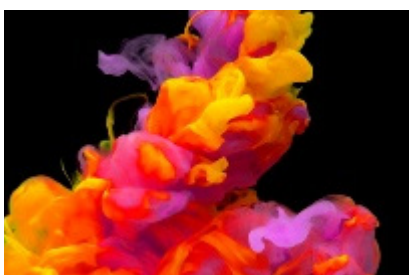


Figura 2.22. El color.

está creada como consecuencia de los procesos del azar." (p. 127) Por ejemplo, las piedras de río ubicadas al azar, como las que aparecen en la Figura 2.17.<sup>25</sup>

**(2.2.1) La textura.** Según Villafañe y Mínguez (2009),

*Una textura es una agrupación de pautas situadas a igual o similar distancia unas de otras sobre un espacio bidimensional y, en ocasiones, con algo de relieve. Como elemento morfológico tiene una naturaleza plástica asociada, como ningún otro, a la superficie. En este sentido, frecuentemente es indisociable del plano y del color (p. 125).*

La textura pretende transmitir una sensación táctil subjetiva, pero, también, sensaciones volumétricas y de profundidad como en la Figura 2.18<sup>26</sup>.

**(2.2.2) La nitidez** no es precisamente un elemento morfológico, sino una característica morfológica, que puede utilizarse como recurso expresivo cuando se combina con la borrosidad. Marzal Felici (2007) señala:

*"Por otro lado, la falta de nitidez de la imagen puede tener consecuencias notables para transmitir una determinada idea de dinamismo o de temporalidad de la fotografía. La ausencia de nitidez de una imagen puede deberse a la utilización de filtros que le proporcionan un flou, una borrosidad, que pone en jaque la verosimilitud de la representación, incluso dotándola de cierto onirismo. En otros casos, una falta de nitidez puede proporcionar a la fotografía un tratamiento pictorialista, muy frecuente entre los fotógrafos de los primeros tiempos de la historia de la fotografía" (p. 188) Figura 2.19<sup>27</sup>.*

**(2.2.3) La luz.** Respecto a esto, Marzal Felici señala:

25 Foto de Patrón creado por rawpixel.com - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/patron>

26 Foto de Abstracto creado por user14579558 - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/abstracto>

27 Foto de Animal creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/animal>

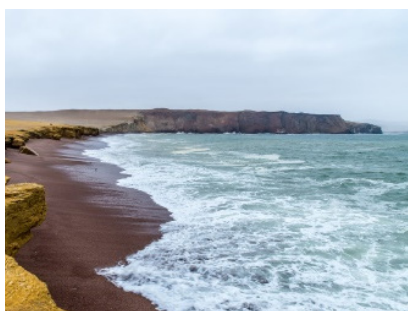


Figura 2.23. El color para definir espacios.



Figura 2.24. Cromático cálido.



Figura 2.25. Cromático frío.

"Según la dirección de la luz, podemos hablar asimismo de iluminación cenital, iluminación desde arriba, iluminación lateral, iluminación desde abajo, iluminación nadir, contraluz, iluminación equilibrada o clásica, etc. ... La iluminación también es un elemento fundamental para definir estilos fotográficos como el expresionismo, el realismo, el pictorialismo, etc." (p. 190) Figura 2.20<sup>28</sup>.

**(2.2.4) El contraste** ayuda a connotar mensajes en la imagen, ya fuera por contraste de colores, texturas, formas regulares con irregulares, etc., pero, en este caso, no se deben tener en cuenta contrastes retóricos o conceptuales en la imagen, porque en este punto el análisis es estrictamente morfológico. La Figura 2.21<sup>29</sup> presenta contrastes de colores claros y oscuros. Se debe evaluar en qué grado los contrastes existentes en cada imagen potencian el mensaje, de acuerdo con el texto.

**(2.2.5) El color**, para definir objetos. Uso exclusivo del color para expresar gráficamente las partes o elementos de objetos para representarlos. Las líneas no aparecen representadas como tales, sino se abstraen de los límites de superficies donde cambia el color. (Figura 2.22<sup>30</sup>)

El color para definir espacios. Se describen los espacios con el uso de color exclusivamente, como se muestra en la fotografía de la Figura 2.23<sup>31</sup>.

Respecto a los contrastes cromáticos, Villafañe y Mínguez (2009) señalan:

*El cambio de color resulta ser otro procedimiento válido para incrementar la sensación de profundidad espacial, aunque no de la eficacia de los sistemas de representación proyectivos. El contraste y los gradientes térmicos de color constituyen los dos recursos más comunes en este sentido. A medida que el contraste cromático sea más intenso mayor será la sensación de separación entre las figuras cuyo color contrasta (p. 174).*

28 Foto de Casa creado por rawpixel.com - www.freepik.es en <https://www.freepik.es/fotos/casa>

29 Foto de Mujer creado por cookie\_studio - www.freepik.es en <https://www.freepik.es/fotos/mujer>

30 Foto de Fondo creado por rawpixel.com - www.freepik.es en <https://www.freepik.es/fotos/fondo>

31 Foto de Agua creado por wirestock - www.freepik.es en <https://www.freepik.es/fotos/agua>

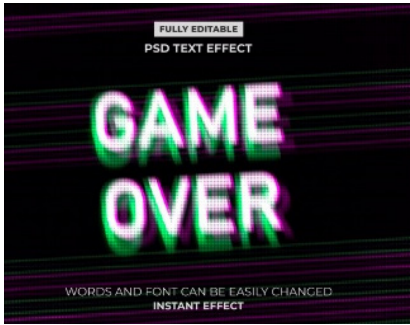


Figura 2.25. Por estereoscopía.



Figura 2.26. Por perspectiva.



Figura 2.27. Por contraste de texturas.



Figura 2.28. Por profundidad de campo

Se debe analizar en las imágenes si existen contrastes que favorecen un mensaje acorde con el texto, cuando el color expresa cualidades térmicas por el manejo de tonalidades frías o calientes, como lo muestra la foto de la Figura 2.24<sup>32</sup> (cálida) y, también, la foto de la Figura 2.25 (fría)<sup>33</sup>.

**(3.1.1) El volumen.** Se debe evaluar en qué grado el volumen presente en la imagen favorece o no al mensaje textual. El volumen se puede lograr mediante estas técnicas:

**Por estereoscopía.** Volumen logrado por la superposición de dos imágenes con un leve corrimiento horizontal, que permite formar una sola imagen tridimensional en el cerebro. Los sistemas de pantallas 3D tienen tres tecnologías de simulación tridimensional: la primera presenta las dos imágenes simultáneamente, pero cada ojo recibe solo una debido a la diferente polarización que tienen filtrada por cada lente de unas gafas (tecnología pasiva); la segunda presenta alternativamente las imágenes para cada ojo y el papel de las gafas es bloquear (tapar) alternativamente cada ojo mediante polarización de cada lente de las gafas sincronizada inalámbricamente con el dispositivo proyector de la imagen (tecnología activa). La tercera tecnología no necesita de gafas, actualmente disponible en pantallas pequeñas, como las de Nintendo 3DS y algunos modelos de teléfonos inteligentes. La imagen tridimensional de la Figura 2.26<sup>34</sup> se puede observar mediante gafas con filtros azul y rojo.

**Por perspectiva.** Estas imágenes transmiten sensaciones de volumen mediante perspectiva simple. Este tipo de técnica se usa en los mundos virtuales de manera artificial, y en fotografías de

32 Foto de Flor creado por svetlanasokolova - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/flor>

33 Foto de Invierno creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/invierno>

34 Psd de Vintage creado por Vectorium - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/psd/vintage>





Figura 2.29. Periodicidad.



Figura 2.30. Estructuración

manera natural como lo muestra la Figura 2.27<sup>35</sup>. Se debe analizar si esta característica afecta positiva o negativamente al mensaje verbal.

**Por contraste de texturas.** Las texturas contrastadas, junto con la iluminación, permiten la sensación de volumen, como en la Figura 2.28<sup>36</sup>. Se debe analizar si esta característica afecta positiva o negativamente al mensaje verbal.

**Por profundidad de campo.** La profundidad de campo ayuda a definir objetos con volumen, la posición de los objetos y su distancia respecto del observador. La profundidad de campo se puede apreciar por la nitidez de los objetos. (Figura 2.29<sup>37</sup>)

**(3.1.2) El ritmo.** Se debe evaluar si el ritmo presente en una imagen ayuda o no al mensaje textual. El ritmo puede darse por:

**Periodicidad.** Villafañe y Mínguez (2009) señalan que “A nuestro juicio, el ritmo es la conjunción de dos componentes básicos —estructura y periodicidad— que se manifiestan en el espacio y en el tiempo a través de las proporciones entre sus elementos sensibles y la cadencia que determina la alternancia regulada de esos elementos” (p. 140) Figura 2.30.

Según ellos, la periodicidad se establece a través de la cadencia, que consiste en una sucesión de elementos con alternancia regulada, de recurrencias periódicas o acentuaciones. (Figura 2.30)<sup>38</sup>

**Estructuración.** Los mismos autores establecen:

*“La estructura del ritmo, que es la concreción de un sistema de orden de los dos componentes que la constituyen: los elementos sensibles y los intervalos. El orden —basado como ya se ha dicho en la diversidad y la jerarquía— vuelve a ser la condición sine qua non para que exista ritmo”* (p. 140) Figura 2.31.<sup>39</sup>

**(3.1.3) La tensión.** Se debe evaluar si la tensión presente en una imagen es favorable o no para el mensaje textual. La tensión puede darse en estos casos:

35 Foto de Fondo creado por evening\_tao - www.freepik.es en <https://www.freepik.es/fotos/fondo>

36 Foto de Fondo creado por lifeforstock - www.freepik.es en <https://www.freepik.es/fotos/fondo>

37 Foto de Agua creado por wirestock - www.freepik.es en <https://www.freepik.es/fotos/agua>

38 Vector de Venta creado por pikisuperstar - www.freepik.es en <https://www.freepik.es/vec-tores/venta>

39 Imagen tomada de [https://es.wikipedia.org/wiki/La\\_transfiguraci%C3%B3n\\_\(Rafael\)](https://es.wikipedia.org/wiki/La_transfiguraci%C3%B3n_(Rafael))



Figura 2.31. Por equilibrio.



Figura 2.32. Por líneas o formas oblicuas.

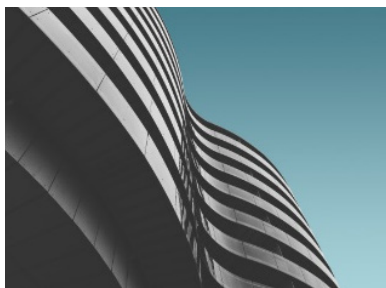


Figura 2.33. Por formas irregulares.

**Por equilibrio.** Según Villafañe y Mínguez (2009),

*La tensión, la verdadera tensión, se explica a partir de dos propiedades que la definen: una fuerza y una dirección. El valor de actividad plástica de la tensión, es decir, su fuerza visual, será directamente proporcional, en el caso de que ésta se produzca por una deformación, al grado mismo de dicha deformación; y su dirección, o mejor dicho, su sentido, que denominaremos eje de tensión, describirá la dirección y sentido del restablecimiento del estado natural del elemento deformado (p. 137).*

Es un error asociar la tensión al desequilibrio en la imagen y pensar que el equilibrio en la imagen no genera tensión. (Figura 2.32)<sup>40</sup>

Según Marzal Felici (2007), "Esta tensión puede aparecer en composiciones que presentan un claro equilibrio que, en este caso, será de naturaleza dinámica, el llamado equilibrio dinámico."

**Por líneas o formas oblicuas.** Según Villafañe y Mínguez (2009),

*La orientación oblicua es la más dinámica de las orientaciones espaciales y todas las formas u objetos que se representen oblicuamente ganarán en tensión. La explicación de este hecho es sencilla: la oblicuidad*

*se aparta o se aproxima a las orientaciones básicas del espacio –horizontal y vertical– produciendo tensiones dirigidas a restablecer esas orientaciones, siempre y cuando la desviación respecto a las mismas sea pequeña (inferior a 15 grados), debidas a la actuación de los mecanismos perceptivos de nivelación que tienden de forma natural a eliminar todo detalle discordante en una configuración visual (p. 137) Figura 2.33<sup>41</sup>.*

**Por formas irregulares.** Los mismos autores (2009) señalan que:

*La forma es otro importante recurso para aportar tensión a la imagen, puesto que es uno de los factores de los que depende el peso visual de un elemento figurativo de la composición. Cualquier forma distorsionada produce tensiones dirigidas al restablecimiento de su estado original, tal como sucedía con la alteración de las proporciones. La diferencia estriba en que lo que se alteraba entonces eran los*

40 Foto de Negocios creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/negocios>

41 Foto de Personas creado por yanalya - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/personas>





Figura 2.34. Por contraste de luces o colores.



Figura 2.35. Por contraste de nitidez o texturas.



Figura 2.36. Por la ubicación.

rasgos estructurales y en la forma los formales, valga la redundancia. Una caricatura mantiene intacta su estructura, ya que de lo contrario no se reconocería al referente, pero tiene alterados sus rasgos de forma (p. 138) Figura 2.34<sup>42</sup>.

**Por contraste de luces o colores.** El contraste de colores produce tensión. Se logra aumentos de tensión entre colores claros contrastados con oscuros o entre colores fríos y calientes, como en la foto de la Figura 2.35.<sup>43</sup>

**Por contraste de nitidez o texturas.** Marzal Felici (2007) señala que "la presencia de diferentes texturas, de fuertes diferencias de nitidez entre los distintos términos o planos de la imagen, etc., contribuye a crear una composición tensional." (p. 200) Figura 2.36<sup>44</sup>

**(3.1.4) Distribución de pesos visuales.** Si en la imagen existe o existen objetos cuyo peso visual favorece el mensaje verbal, debe darse la calificación acorde a su importancia. El peso visual de un objeto en la imagen puede incrementarse en estos casos:

**Por la ubicación.** Este factor corresponde al grado de atracción de la atención del observador por un elemento u objeto de la imagen o por una composición de algunos de ellos. Una metáfora para el peso visual es la del teatro, en el que existen

actores principales y actores secundarios y, dentro de cada grupo, también se encuentran diferencias de importancia. Si no existen diferencias de pesos visuales entre los componentes de una imagen, se visualizaría de manera neutral, casi que sin ninguna significación; se puede decir que no tiene nada importante que mostrar. El peso visual por ubicación de un elemento aumenta entre más separado esté de la base de la imagen en sentido vertical y hacia la derecha en sentido horizontal. En la Figura 2.37<sup>45</sup>, las piedras tienen fuerte peso visual por su ubicación (encima).

**Por el tamaño.** Es claro que esta característica es directamente proporcional

42 Foto de Negocios creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/negocios>

43 Foto de Árbol creado por kjpargeter - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/arbol>

44 Foto de Ciudad creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/ciudad>

45 Foto de Agua creado por javi\_indy - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) <https://www.freepik.es/fotos/agua>



Figura 2.37. Por la forma.

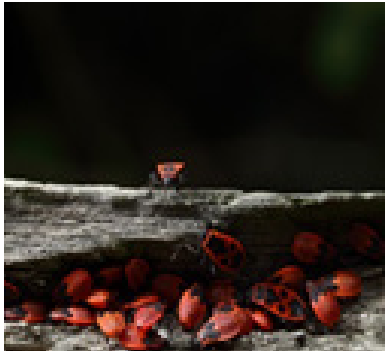


Figura 2.38. Por el color.



Figura 2.39. Por la profundidad de campo.

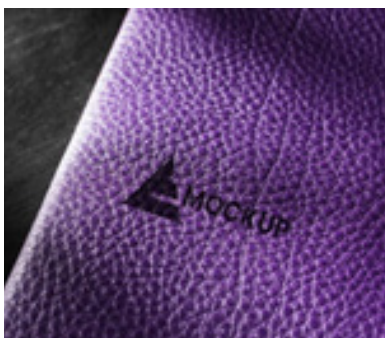


Figura 2.40. Por la textura.

al peso visual y, por tanto, se usa para equilibrar una imagen con el tamaño de un objeto frente a otro que tiene un peso visual fuerte por ubicación.

**Por la forma.** Las formas irregulares ejercen una más fuerte atracción a la atención del observador que las formas regulares o muy suaves. En la fotografía, la abeja, con su forma más irregular que la forma de las flores, adquiere mayor importancia visual (Figura 2.38<sup>46</sup>).

**Por el color.** Es casi de consenso considerar que los colores claros pesan visualmente más que los oscuros y que, por ejemplo, el rojo pesa más que el azul. También, un color de mayor saturación proporciona mayor peso visual que uno débil. En la fotografía, destaca más los insectos, por sus colores cálidos (Figura 2.39<sup>47</sup>).

**Por la profundidad de campo.** Un objeto aumentará su peso visual si en la imagen existe a su alrededor la sensación de gran profundidad, aunque el objeto se reduzca de tamaño por la "distancia" relativa respecto al observador. En la fotografía, al haber profundidad de campo, el peso visual de la persona se incrementa (Figura 2.40<sup>48</sup>).

**Por la textura.** Las texturas gruesas refuerzan el peso visual más que las finas o pulidas. Este fenómeno es muy claro en la fotografía mostrada en la Figura 2.41<sup>49</sup>.

**Por el aislamiento.** Un objeto alejado de una composición de otros crea su propio centro de atención y aumenta su peso visual. En la fotografía de la Figura 2.42, la mujer aislada de las otras personas adquiere un alto peso visual.

**Por la iluminación o brillo.** Característica directamente proporcional al peso visual, pero si los objetos tienen iluminaciones semejantes, pesará más el que estuviera cerca de una zona oscura, debido al contraste. En la fotografía de

46 Foto de Flor creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/flor>

47 Foto de Flor creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/flor>

48 Foto de Viajes creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/viajes>

49 Psd de Maqueta creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/psd/maqueta>



Figura 2.41. Por el aislamiento.



Figura 2.42. Por la iluminación o brillo.



Figura 2.43. Por la cercanía al observador. Elaboración propia



Figura 2.44. Por la dirección de lectura visual.

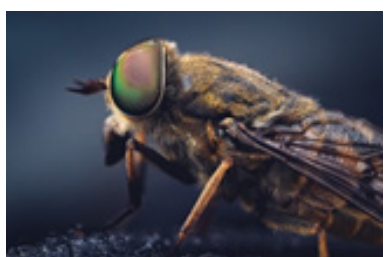


Figura 2.45. Por el detallismo o definición.

la Figura 2.43 <sup>50</sup>, la cantante que está en la parte central, tienen mayor peso visual por su elevado brillo.

**Por la cercanía al observador.** El objeto en primer plano tiene el mayor peso visual, salvo si hay líneas de fuga muy marcadas que inducen a centrar la atención en un objeto lejano. Debido al ángulo con que se tomó la fotografía de la Figura 2.44 <sup>51</sup>, el personaje más cercano adquiere el mayor peso visual, a pesar del tamaño e importancia arqueológica de la pirámide.

**Por la dirección de lectura visual.** Puede ser que existieran líneas de los contornos que llevaran la atención hacia un objeto particular, lo que aumentará su peso visual. En la imagen de la Figura 2.45 <sup>52</sup>, el camino, con sus contornos y líneas, únicamente conduce la mirada del observador y la enfoca en el fondo, hacia el faro en montículo.

**Por el detallismo o definición.** Un objeto detallado a plenitud o claramente representado ejerce más atracción que uno incompleto o difuminado. En la fotografía de la Figura 2.46 <sup>53</sup>, la alta definición del insecto predomina sobre la baja definición de la flor.

**Por desequilibrio.** Cuando en la imagen se rompe abruptamente el equilibrio estético, físico o de composición, la zona de desequilibrio atrae más la atención del observador. En la imagen de la Figura 2.47 <sup>54</sup>, el desequilibrio se presenta por confrontación entre las ideas de recto y torcido o semejantes, pues el automóvil rojo desequilibra el ordenamiento porque está estacionado en diagonal, lo que lleva a que adquiriera mayor peso visual.

50 Foto de Personas creado por peoplecreations - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/personas>

51 Foto de Música creado por wavebreakmedia\_micro - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/musica>

52 Foto de Fondo creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/fondo>

53 Foto de Animal creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/animal>

54 Foto de Fondo creado por evening\_tao - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/fondo>



Figura 2.46. Por desequilibrio.



Figura 2.47. Ley de tercios

ello con excepción de la zona que rodea al centro geométrico del cuadro que, como veremos un poco más adelante, resulta ser una zona privilegiada dentro del espacio de la imagen (p. 168).

En la foto de la Figura 2.48 <sup>55</sup>, los objetos del tercio superior tienen mayor peso visual.

**(3.1.6) El orden icónico.** Se debe evaluar si el Orden icónico u orden de los elementos de la imagen favorece o no al mensaje textual. Cuando es posible establecer una descripción enumerativa de los objetos o elementos de una imagen, se tiene un orden icónico. Corresponde a lo que Villafañe y Mínguez llaman el orden icónico y consiste en la denotación de las partes de la imagen, sus configuraciones compositivas y secuencias existentes. (Figura 2.49 <sup>56</sup>)

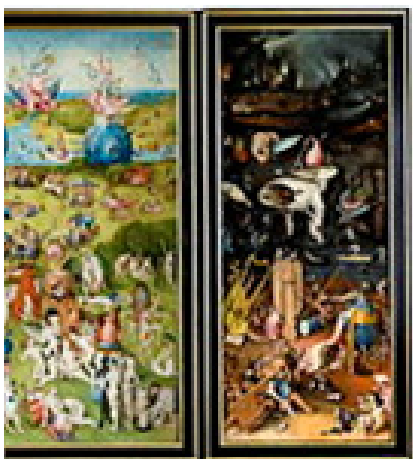


Figura 2.48. El orden icónico.

**(3.1.5) Ley de tercios.** Si una imagen cumple con la ley de tercios, debe calificarse el grado de favorabilidad con respecto al mensaje textual. En el caso de la Ley de tercios, se expresa como sigue: Los tercios verticales en que se divide la imagen tienen diferentes grados de importancia para la llamar la atención del observador, al ser el de mayor peso el tercio superior y el de menor peso visual el inferior. Este análisis se conoce como la Ley de tercios, que Villafañe y Mínguez (2009) explican así:

*La ley de los tres tercios divide la vertical de la imagen en tres segmentos iguales, de los cuales el tercio superior ocuparía el espacio en el que se produce ese incremento del peso visual de cualquier elemento y en el cual también se eleva la inestabilidad, con el consiguiente riesgo para el equilibrio compositivo. En el tercio de la base, la estabilidad es total, pero el peso visual no obtiene ninguna ganancia. Por último, en el tercio central la estabilidad/inestabilidad de un elemento dependen del resto de los factores compositivos, igual que la variación del peso visual de dicho elemento, todo*

**(3.1.7) Líneas de lectura.** En caso de existir líneas de lectura en la imagen, se debe analizar su grado de favorabilidad o desfavorabilidad

<sup>55</sup> Foto de Dibujos animados creado por cookie\_studio - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/dibujos-animados>

<sup>56</sup> Foto de la pintura El Jardín de las Delicias de El Bosco en [https://es.wikipedia.org/wiki/El\\_jardín\\_de\\_las\\_delicias](https://es.wikipedia.org/wiki/El_jardín_de_las_delicias)



respecto al mensaje textual. En realidad, las líneas de lectura no suelen ser propiamente líneas, sino trayectorias imaginarias naturales en la imagen que guían el ojo del observador.



Figura 2.49. Líneas de lectura.

Las líneas de lectura las determinan los puntos de atención que la imagen posee que, en general, son objetos de fuerte peso visual, pero, también, las líneas de lectura corresponden a formas o a sus contornos, que pueden marcarse o denotarse con fuerza y que inducen al observador a una trayectoria de lectura de la imagen. Ver Figura 2.50 <sup>57</sup>.

Sobre los abusos o mala utilización de estas líneas, Gómez Alonso (2001) señala:

*Las líneas de lectura proporcionan diferentes sensaciones en la recepción visual; por ejemplo, un abuso de líneas curvas puede llegar a producir mareo, la utilización de numerosas líneas diagonales produce tensión, el exceso de líneas verticales produce vértigo, y el exceso de líneas horizontales muestra demasiado estatismo. (p. 148)*

**(3.2.1) Abierto/cerrado.** Un espacio abierto o uno cerrado puede favorecer o desfavorecer la comunicación del mensaje textual. Debe analizarse en qué grado estos espacios influyen en esta comunicación.

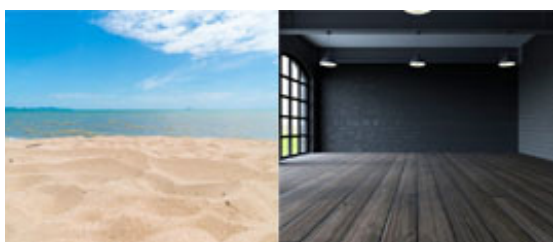


Figura 2.50. Abierto/cerrado.

- **Espacio abierto:** un espacio sin ningún tipo de límites y que parece continuar por fuera del encuadre; generalmente, son escenas al aire libre que no presentan elementos que identificaran algún espacio privado.

- **Espacios cerrados:** son generalmente espacios en interiores o en exteriores, limitados por elementos como muros, cercas o cualquier cosa que prohibiera o impidiera el paso. Ver Figura 2.51. <sup>58</sup>

57 Psd de marco creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/psd/marco>

58 Imagen izquierda: Foto de Fondo creado por topntp26 - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/fondo>

Imagen derecha: Foto de Patrón creado por kjpargeter - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/patron>



Figura 2.51. Concreto/abstracto.

**(3.2.2) Concreto/abstracto.** Un espacio concreto o uno abstracto puede favorecer o desfavorecer la comunicación del mensaje textual. Debe analizarse en qué grado estos espacios influyen en esta comunicación. Ver Figura 2.52.<sup>59</sup>

- **Espacios concretos u holológicos:** son espacios inmejorablemente bien definidos, en general razonables para representar acciones. Estos espacios pueden ser reales o ficticios y son los espacios perfectos para la representación. Es el caso de la Figura 2.52, a la izquierda, que representa una boda donde la pareja se muestra con una capilla.

- **Espacios abstractos:** son espacios que se interpretan solamente por pistas que ha dado su autor en el título de la obra o en elementos realistas que contiene. En la Figura 2.52, derecha, existe un espacio con elementos abstractos que no tienen relaciones directas unos con otros.

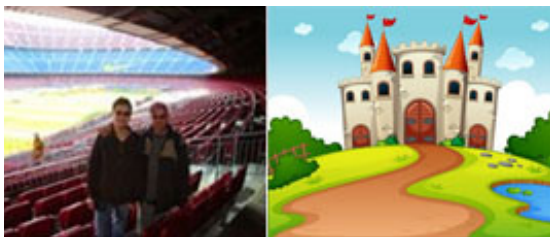


Figura 2.52. Globales/independientes.

**(3.2.3) Global/independiente.** Un espacio global o uno independiente puede favorecer o desfavorecer la comunicación del mensaje textual. Debe analizarse en qué grado estos espacios influyen en esta comunicación.

- **Espacios globales:** son espacios compactos, por estar en sitios como un barco, un edificio, una casa. Existe en ellos la sensación de que se pueden intuir los espacios vecinos al encuadre. Se muestra, en la fotografía izquierda, de la Figura 2.53<sup>60</sup>, parte del estadio Camp Nou, en Barcelona. El observador puede intuir cómo es el espacio vecino que no se muestra.

- **Espacios independientes:** son espacios con pocas relaciones de continuidad con sus espacios vecinos; es decir, con grandes diferencias.

**(3.2.4) Virtuales/reales.** Un espacio virtual o uno real puede favorecer o desfavorecer la comunicación del mensaje textual. Debe analizarse en qué grado estos espacios influyen en esta comunicación. Ver Figura 2.54<sup>61</sup>.

59 Imagen izquierda: Foto de Boda creado por freepic.diller - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/boda>

Imagen derecha: Vector de Fondo creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/fondo>

60 Imagen izquierda: Elaboración propia

(Imagen derecha: Vector de Edificio creado por brgfx - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/edificio>

61 Imagen izquierda: Concepción artística del Proyecto Orión de la NASA en <https://es.wiki->



Figura 2.53. Virtuales/reales.

- **Espacios virtuales o ficticios:** en general, son maquetas usadas para la representación o, también, pueden ser espacios generados por el computador mediante poderosos programas de diseño 3D, como ocurre en el espacio virtual creado artificialmente que

sugiere viaje interplanetario (Figura 2.54, izquierda).

- **Espacios reales:** son escenarios naturales, sin que se hubieran construido en ellos artificios o sin que se hubieran utilizado virtualmente mediante montajes. Estos escenarios actualmente son difíciles de reconocer debido a los trucajes electrónicos o a duplicación artificial del espacio, como, por ejemplo, La Plaza Mayor de Salamanca. (Figura 2.54, derecha).

**(3.2.5) Simbólicos/retóricos.** Un espacio simbólico o uno retórico puede favorecer o desfavorecer la comunicación del mensaje textual. Debe analizarse en qué grado estos espacios influyen en esta comunicación.



Figura 2.54. Simbólicos/retóricos.

- **Espacios simbólicos:** son aquellos que tienen un mensaje connotado o el simple espacio quiere decir o representar algo aparte del propio espacio. En la fotografía izquierda, de la Figura 2.55 <sup>62</sup>, el espacio connota respeto, muerte, orden.

- **Espacios con sentido retórico:** son espacios como los anteriores, con la diferencia de que lo que connotan influye en el sentido del mensaje global de la imagen. Gómez Alonso (2001) señala:

*En el caso del cuadro La primavera, de Sandro Botticelli, se representa una escena mitológica que alude al calendario confeccionado por el poeta romano Ovidio; también, Giuseppe Arcimboldo reconstruía composiciones de rostros a través de elementos propios de naturalezas muertas (frutas, flores, ramas) para representar a El invierno, La primavera, El verano y El otoño (p. 134).*

[pedia.org/wiki/Viaje\\_interstelar](https://es.wikipedia.org/wiki/Viaje_interstelar)

Imagen derecha: Plaza Mayor de Salamanca en [https://es.wikipedia.org/wiki/Plaza\\_Mayor\\_de\\_Salamanca](https://es.wikipedia.org/wiki/Plaza_Mayor_de_Salamanca)

<sup>62</sup> Imagen izquierda: Cementerio con cruces de piedra blanca rodeado de árboles verdes bajo el cielo nublado creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/arbol>

Imagen derecha: Detalle de Flora en la Primavera de Botticelli, tomada de [https://es.wikipedia.org/wiki/La\\_primavera\\_\(Botticelli\)](https://es.wikipedia.org/wiki/La_primavera_(Botticelli))

En la imagen derecha de la Figura 2.55 se muestra una parte de La Primavera de Sandro Botticelli que corresponde a Flora.

**(3.2.6) No contextual/contextual.** Un espacio No contextual o uno contextual puede favorecer o desfavorecer la comunicación del mensaje textual. Debe analizarse en qué grado estos espacios influyen en esta comunicación.

Estos espacios solamente se definen respecto del texto acompañante. Si los espacios de la imagen se relacionan con el contexto mostrado en el texto, serían espacios contextuales; en caso contrario, serían no contextuales.



Figura 2.55. Instantaneidad.

**(3.3.1) Instantaneidad.** Puede ser un refuerzo expresivo que podría favorecer o no al mensaje textual en su comunicación. La instantaneidad es una característica aplicable a las imágenes fotográficas, aunque en algunos casos puede considerarse en dibujos o pinturas. Marzal Felici (2007) señala:

*La instantaneidad hace referencia a cómo la fotografía constituye siempre la representación y captación de una pequeña fracción de tiempo del continuo temporal. Cartier-Bresson hablaba del «instante decisivo», al referirse a la importancia del momento de la captura fotográfica, en el que es congelado un instante de valor trascendental. La elección y consecución de ese instante no es fruto de la casualidad, sino que implica una actitud, predisposición y preparación especiales del fotógrafo (p. 206).*

La fotografía de la Figura 2.56<sup>63</sup> muestra el instante en que un miliciano recibe un balazo, en la Guerra Civil Española. En el caso de haber instantaneidad en la imagen, debe analizarse su favorabilidad respecto del texto.



Figura 2.56. Duración.

**(3.3.2) Duración.** El autor antes mencionado afirma que:

*La representación de una duración del tiempo es, paradójicamente, otra opción discursiva del texto fotográfico. Las fotografías realizadas a baja velocidad nos ofrecen vistas muy peculiares del mundo que nos rodea, sobre todo cuando se emplean prolongados tiempos de exposición. El barrido es asimismo otra técnica que permite transmitir esta idea de duración, sumada a la idea de movimiento, ya que consiste en la realización de una fotografía a media o baja velocidad siguiendo el movimiento de un sujeto u objeto (p. 207).*

<sup>63</sup> Miliciano Republicano cayendo en la Guerra Civil

Española, foto de Robert Capa. <http://www.batzarre.org/firma.php?id=84>



Sobre la fotografía de la Figura 2.57<sup>64</sup> Marzal Felici (2007) afirma que en ciertas imágenes se puede encontrar esta característica:

La fotografía analizada expresa una duratividad, como si el tiempo estuviera tensionado, expandido. En cierto sentido, se podría afirmar que el tiempo de esta fotografía es un tiempo catalítico, en la que parece haberse producido una suspensión del fluir temporal (p. 302).



Figura 2.57. Atemporalidad.

**(3.3.3) La atemporalidad** en una imagen puede convertirse en una característica negativa, en algunos casos en que el mensaje textual tiene contenido social o histórico, pero, en otros casos, la atemporalidad de la imagen es inocua con respecto al mensaje textual, como, por ejemplo, en el enunciado de un principio científico. En el caso de la fotografía, constituyen aquellas que no presentan marcas temporales. Al respecto, Marzal Felici (2007) señala:

*No obstante, pensamos que hay infinidad de fotografías, en géneros como la fotografía publicitaria o la fotografía industrial, en las que se produce una deliberada ocultación de las marcas temporales. Con frecuencia, este efecto discursivo viene motivado por el peso del sistema representacional clásico, en el que el borrado de las huellas enunciativas es un principio seguido fielmente, dirigido a potenciar la ilusión de realidad (p. 208).*

Son también imágenes que muestran un tiempo indeterminado, indefinido y de interpretación difícil que, según Zunzunegui Díez (1985), dan "lugar a una especie de estado estacionario que se constituye en una duratividad continua, en la que la naturaleza parece auto fundarse." (Figura 2.58<sup>65</sup>).

**(3.3.4) Tiempo subjetivo:** según Marzal Felici (2007),

*Es un tiempo catalítico, que supone una suspensión del fluir temporal, también o sobre todo, en la operación de lectura, porque lo que irrumpe en la imagen es la propia experiencia subjetiva del intérprete. No en vano, las reflexiones de Barthes a propósito de esta cuestión surgen de la revisión del álbum de fotografías familiar, que a un extraño nada pueden comunicar. Sin duda, la proyección de los propios fantasmas del intérprete promueven que la contemplación de una fotografía se convierta en una actividad de intensa emotividad e intimidad, en algunos casos (p. 216).*

64 Foto de Naturaleza creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/naturaleza>

65 Foto de Mano creado por montypeter - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/mano>



Figura 2.58. Secuencialidad/narratividad.

**(3.3.5) Secuencialidad/narratividad.** Estas características se basan en que una imagen cuenta una historia, por pequeña que fuese. El narrar lleva implícita la secuencialidad y las dos características proveen a la imagen de un sentido temporal. (Figura 2.59 <sup>66</sup>)

**(3.4.1) Lugar.** El contexto de lugar se analiza siempre con referencia al texto acompañante. Se debe juzgar si este contexto de lugar que tiene la imagen ayuda o no a potenciar el mensaje verbal.

**(3.4.2) Época.** El contexto de época, al igual que el de lugar, se analiza siempre con referencia al texto acompañante. Se debe juzgar si este contexto de época que tiene la imagen ayuda o no a potenciar el mensaje verbal.



Figura 2.59. Medial.

**(3.4.3) Medial.** Según Gubern (1992): "Contexto medial (propio de cada medio de expresión)." (p. 128) Evaluar si el medio expresivo (pintura, escultura, grabado, fotografía, dibujo, imagen electrónica, etc.) en que se presenta o se ha creado la imagen afecta o no la lectura del mensaje verbal. (Figura 2.60 <sup>67</sup>)

**(3.4.4) Genérico.** Según el autor mencionado, "Contexto genérico (propio de cada género comunicativo)." (p. 128) Evaluar si el género comunicativo en que se presenta la imagen afecta o no al mensaje verbal.

**(3.4.5) Estilístico.** Según Gubern (1992), "Contexto estilístico (propio de cada estilo o escuela)." (p. 128) Evaluar si los estilos o escuelas que enmarcan la elaboración de las imágenes referidas al texto afectan o no la lectura y comprensión del mismo y en qué grado.

**(3.4.6) Situacional.** Según el autor mencionado, "Contexto situacional (propio del momento social específico en que se produce; rito religioso o funerario, relación amorosa, etc.)." (p. 128) Evaluar si los contextos situacionales de las imágenes están en correspondencia favorable o desfavorable con el texto y en qué grado.

<sup>66</sup> Momento del ataque a Juan Pablo II en 1981; dentro del círculo se aprecia un arma de fuego. <https://www.prensalibre.com/hemeroteca/1981-atentan-contra-juan-pablo-ii/>

<sup>67</sup> Imagen izquierda superior: Manzana del escultor Santiago Gimeno Llop en Huesca (España) en <https://www.esculturaurbanaaragon.com.es/phuesca26.htm>

Imagen derecha superior: Pintura en acrílico de Tauzia Jean-Pierre en <https://es.artquid.com/artwork/160595/42313/variacion-en-una-manzana-la-pintura-sobre-papel.html>

Imagen izquierda inferior: Vector de Icono creado por rawpixel.com - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/icono>

Imagen derecha inferior: Foto de Comida creado por timolina - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/comida>



Figura 2.60. Ideocontexto.

**(3.4.7) Ideocontexto.** Señala Gubern (1992): "Idiocontexto (propio de la producción cultural de un sujeto singular)." (p. 128) Puede corresponderse con una ideología en particular o una tendencia ideológica. Analizar en qué grado afectaría el ideocontexto de la imagen al texto adjunto. (Figura 2.61 <sup>68</sup>)

**(3.4.8)** Según el mismo Gubern (1992), "**Contexto del lector** (propio de sus circunstancias personales y sociales)." (p. 128) En lo posible, analizar la compatibilidad de las imágenes con respecto al texto y al tipo de observadores a quienes iría dirigido el objeto de aprendizaje conformado por imagen y texto.

**(3.5.1)** Indica Gubern (1992), **La codificación icónica**, que se refiere a su estructura y a sus convenciones semióticas, mudables según los diversos sistemas representacionales de cada cultura y, dentro de ella, según los de cada medio y cada género icónico. La perspectiva lineal y la aérea pertenecen a esta categoría (p. 113).

Esta codificación es más denotativa que connotativa, es más cercana a las formas de iconización de las culturas que a las de las lecturas icónicas de los mensajes insertados. Se debe analizar el grado de iconización de los elementos constitutivos de las imágenes y en qué grado favorecen o no al mensaje verbal.

**(3.5.2)** Según Gubern (1992), "**La codificación retórica**, que se refiere a las figuras de estilo que organizan a la imagen y la connotan, muy recurrentes y evidentes en la iconografía publicitaria." (p. 114) Esta codificación va exclusivamente a la comunicación de un mensaje específico, lo que da un carácter monosémico a la imagen. Se debe evaluar si hay monosemia en la imagen y el grado de relación que tiene el mensaje connotado en la imagen con el mensaje verbal.

**(3.5.3)** Señala este autor: "**La codificación estética**, que se refiere a la adecuación de la imagen a los cánones del gusto dominante en un contexto cultural dado." (p. 114) Debe juzgar en su criterio, el nivel de esteticismo de cada imagen respecto del texto de referencia.

**(3.5.4) Codificación gestual.** Según Erausquin y Matilla (1990):

*La gestualidad es un factor de significación directo constante en la comunicación ordinaria. Su importancia dentro de la creación de mensajes visuales estriba en que su protagonismo puede resultar potenciado, sobre todo cuando, por medio de imágenes fijas, se independiza un ademán o una expresión de los que los rodearon cuando se produjeron. El gesto viene, así, a encarnar la representación*

<sup>68</sup> Los puños negros cumplen 40 años en [https://elpais.com/deportes/2008/10/16/actualidad/1224141712\\_850215.html](https://elpais.com/deportes/2008/10/16/actualidad/1224141712_850215.html)



Figura 2.61. Codificación gestual.

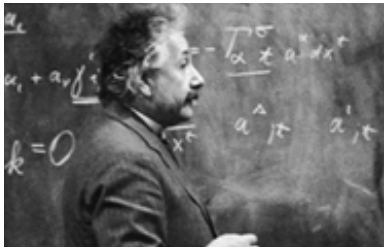


Figura 2.62. Codificación escenográfica.



Figura 2.63. Codificación estereotipada.

de una actitud, de una tendencia, de un estado de ánimo, de una intención, como permanentes o, al menos, mucho más dilatados en el tiempo que lo que pudiese indicar su presencia real en el contexto en el que se produjera (p. 31) (Figura 2.62 <sup>69</sup>)

En caso de haber códigos gestuales en las imágenes, analizar si son favorables o no al mensaje verbal.

**(3.5.5) Codificación escenográfica.** Los mismos autores señalan:

Los protagonistas principales de las imágenes llevan sobre sí y tienen en su derredor toda una serie de aditamentos que ambientan y adjetivan su mera presencia. El vestuario, maquillaje, arreglo personal y objetos de uso del protagonista, así como el ambiente en el que está situado, nos aportarán datos acerca de su personalidad y sus circunstancias temporales, espaciales y de relación social. El lenguaje de los signos externos, la entronización de la apariencia por encima de la esencia de las cosas, han llevado a que la escenografía, el simulacro, sean especialmente importantes en nuestra sociedad. Por eso resulta de capital importancia insistir sobre lo escenográfico como factor de lectura, de descodificación de datos, y como elemento de construcción de mensajes, como instrumento para la creación de matizaciones significativas (p. 32) (Figura 2.63 <sup>70</sup>).

Recordar que la evaluación de todas las características del instrumento deben referirse a la favorabilidad o desfavorabilidad relativas al

mensaje textual.

**(3.5.6) Codificación estereotipada.** Según Gómez Alonso (2001), "Los códigos estereotipados configuran categorías o entidades específicas en función de criterios establecidos" (p. 68). Los estereotipos, como el de la fuerza masculina, la delicadeza y belleza femenina, el vigor juvenil, la inteligencia de la madurez, etc. pueden utilizarse para resaltar ciertos mensajes, pero, también, la ruptura de estereotipos puede lograr efectos de mejor comunicación de un mensaje, por el impacto inicial que logran sobre el observador, debido a su originalidad.

69 Foto de Tecnología creado por lookstudio - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/tecnologia>

70 Fotografía de Einstein en [https://www.abc.es/ciencia/abci-errores-einstein-mas-alla-cien-cia-202006032151\\_noticia.html](https://www.abc.es/ciencia/abci-errores-einstein-mas-alla-cien-cia-202006032151_noticia.html)



Al respecto, Erausquin y Matilla (1990), señalan:

*"Ello demuestra que la originalidad como ruptura de los estereotipos y planteamiento de situaciones innovadoras precisa redondearse con un toque de armonía que haga atractivo al conjunto. Labor que no resulta fácil, sobre todo si tenemos en cuenta que las innovaciones en la creación de impacto visual se desgastan de inmediato, se hacen viejas con asombrosa rapidez." (p. 72) (Figura 2.64 <sup>71</sup>)*

El análisis debe centrarse en si existe el uso de estereotipos o su ruptura en la codificación de las imágenes y, si es así, en qué grado favorecen o desfavorecen al texto de referencia.

**(3.5.7) Codificación Asociativa.** Gómez Alonso (2001) indica: "Los códigos asociativos son los encargados de relacionar o agrupar asociaciones icónicas bajo diversas perspectivas" (p. 68).

Se debe analizar si existen en las imágenes asociaciones icónicas que no corresponden exactamente al mensaje verbal asociado y el grado en que estas asociaciones pudiesen favorecer o no a ese mensaje verbal.

Las relaciones entre los elementos icónicos de una imagen pueden reforzar la comunicación del mensaje textual, por lo que se debe evaluar el grado de favorabilidad o, también, de desfavorabilidad con respecto al mensaje textual. Las relaciones entre los elementos icónicos de una imagen se pueden dar así:



Figura 2.64. Relación de continuidad.

**(3.6.1)** Según Gubern (1992), **la relación de continuidad**, supone la articulación de los iconos figurando formar parte integrante y homogénea de un mismo sujeto, objeto o entidad (por ejemplo: los rasgos del rostro en un retrato). Cuando los iconos que se articulan de este modo unitario tienen referentes netamente heterogéneos, como ocurre con la sirena, el centauro o ciertas figuras fabulosas de los surrealistas (Max Erost, Dalí, Magritte), es más pertinente definir esta «condensación» (Freud) icónica heterogénea como una relación de sutura de las partes yuxtapuestas (p. 121) (Figura 2.65 <sup>72</sup>).

De existir relaciones de continuidad en las imágenes, evaluar su conveniencia o no con respecto al mensaje verbal.

71 Vector de Fondo creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/fondo>

72 Cara del sol y la luna diseñado por All-[free-download.com](http://images.gofreedownload.net/3/sun-moon-icon-stylized-faces-yellow-violet-decor-266897.jpg) en <http://images.gofreedownload.net/3/sun-moon-icon-stylized-faces-yellow-violet-decor-266897.jpg>



Figura 2.65. Relación de contacto.



Figura 2.66. Relación de lateralidad.



Figura 2.67. Relación de superioridad o inferioridad.



Figura 2.68. Relación de anterioridad o posterioridad.

(3.6.2) Según el mismo Gubern, **la relación de contacto**: "supone la articulación de los iconos figurando estar en contacto, pero sin fusionarse unitariamente como en el caso anterior (por ejemplo: sombrero sobre la cabeza, bastón en la mano)." (p. 121) (Figura 2.66 <sup>73</sup>)

De existir relaciones de contacto en las imágenes, evaluar su conveniencia o no con respecto al mensaje verbal.

(3.6.3) El autor que se viene citando señala que **la relación de lateralidad**: "es la articulación derivada de la posición de un icono a la derecha o a la izquierda de otro." (p. 121) Por tanto, se debe analizar la conveniencia o no de la lateralidad en los iconos principales de las imágenes con respecto al texto de referencia. (Figura 2.67 <sup>74</sup>)

(3.6.4) El mismo Gubern señala que **la relación de superioridad o inferioridad**: "es la articulación derivada de la posición de un icono encima o debajo de otro." (p. 121) (Figura 2.68 <sup>75</sup>)

Igual que respecto a la característica anterior, se debe analizar el grado de favorecimiento con respecto al texto de referencia.

(3.6.5) Respecto a **la relación de anterioridad o posterioridad**, Gubern señala que:

*Supone la articulación de los iconos figurando una distribución sobre el espacio longitudinal a diferentes distancias del observador. Esta ilusión de alejamiento de los sujetos u objetos es el fundamento óptico de la perspectiva. Dentro de esta categoría entra señaladamente la relación de traslapo, consistente en la articulación de los iconos de tal modo que figuran estar superpuestos, interponiéndose el que simula estar más cerca del observador entre éste y los que*

73 Foto de Chica creado por rawpixel.com - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/chica>

74 Foto de Comida creado por azerbaijan\_stockers - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/comida>

75 Foto de Mujer creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/mujer>



Figura 2.69. Relaciones de transformación o fusión.

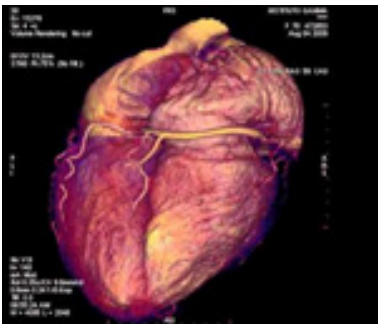


Figura 2.70. Foto 3D / + Signos

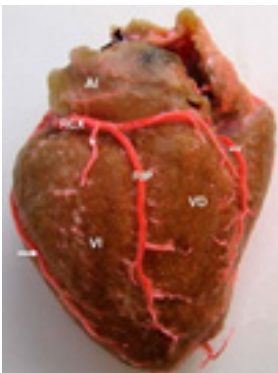


Figura 2.71. Foto a color / + Signos.

simulan estar detrás de él (p. 122) (Figura 2.69 <sup>76</sup>).

Se debe recordar que la evaluación de todas las características del instrumento deben referirse a la favorabilidad o desfavorabilidad relativas al mensaje textual.

**(3.6.6) Relaciones de transformación o fusión** son trucajes donde se funden, combinan o se hace morphing de dos o más imágenes en una sola. Se utilizan para establecer relaciones o asociaciones entre dos o más conceptos o mensajes. (Figura 2.70 <sup>77</sup>)

En caso de existir estos trucajes, se debe evaluar su conveniencia o grado de favorabilidad respecto del texto.

La escala de iconicidad utilizada referida a la lecturabilidad icónica es decreciente: comienza con el nivel más alto de lecturabilidad, hasta el más bajo.

**(4.1.1) Foto 3D / + Signos.** Este es el grado de iconicidad más elevado por su nivel de realismo. En todos los casos de la escala de iconicidad, su grado se aumenta por la presencia de otros signos, como los textuales u otros símbolos icónicos, que refuerzan el mensaje connotado en la imagen. Estas imágenes son visibles con el uso de dispositivos especiales, como pantallas y/o gafas adecuadas. Si es una imagen 3D, dependiendo del nivel de

realismo, la imagen se puede calificar entre 1 y 3, pero si, además, se refuerza por etiquetas textuales u otros símbolos que claramente mejoran el mensaje que connotan, la calificación puede ser 4 o 5. (Figura 2.71 <sup>78</sup>)

**(4.1.2) Foto a color / + Signos.** Fotografía a color con alto reflejo de la realidad o imágenes obtenidas electrónicamente que tienen esta característica. Villafañe (2006) señala: "Cuando el grado de definición de la imagen esté equiparado al poder resolutivo del ojo medio." (p. 41)

76 Vector de Personas creado por stories - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/personas>

77 Qué es morphing? Imagen creada por zaptech.net en <https://es.zaptech.net/what-is-morphing>

78 Imagen de una Tomografía Cardíaca Multislice creada por el Grupo Gamma tomada del video en <https://www.youtube.com/watch?v=HN4y2HyK6F0>



Figura 2.72. Foto B-N / + Signos.

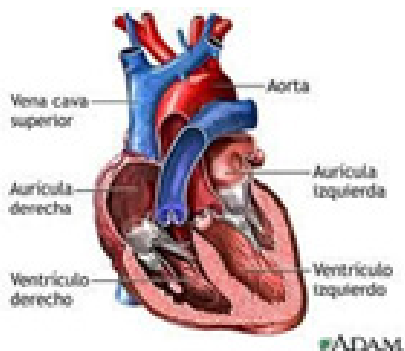


Figura 2.73. Pintura o dibujo figurativo / + Signos.

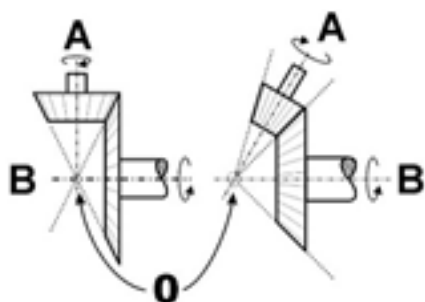


Figura 2.74. Esquema anatómico o de construcción / + Signos.

Si es una imagen a color, dependiendo del nivel de realismo, la imagen se puede calificar entre 1 y 3, pero si, además, se refuerza por etiquetas textuales u otros símbolos que claramente mejoran el mensaje que connota, la calificación puede ser 4 o 5. (Figura 2.72 <sup>79</sup>)

**(4.1.3) Foto B-N / + Signos.** Si es una imagen o fotografía en blanco y negro, dependiendo del nivel de realismo, la imagen se puede calificar entre 1 y 3, pero si, además, se refuerza por etiquetas textuales u otros símbolos, que claramente mejoran el mensaje que connota, la calificación puede ser 4 o 5. (Figura 2.73 <sup>80</sup>)

**(4.1.4) Pintura o dibujo figurativo / + Signos.** Constituyen una representación gráfica de objetos reales, en que se trata de mostrar algunas características importantes, que pueden estar etiquetadas. Perales y Jiménez (2002) señalan:

*“Representan acciones o magnitudes inobservables en un espacio de representación heterogéneo” (p. 36) Incluye aquellas ilustraciones en las que se representa figurativamente una situación y a su lado se representan algunos aspectos relevantes mediante signos normalizados.*

Por el nivel de realismo, se puede calificar entre 1 y 3 y si, adicionalmente, tiene etiquetas o símbolos ilustrativos que mejoran la representación, la calificación puede ser 4 o 5. (Figura 2.74 <sup>81</sup>)

**(4.1.5) Esquema anatómico o de construcción / + Signos.** Corresponde a planos gráficos de las partes componentes de un objeto para mostrar su estructura, construcción o armado. Moles (1991) anota: “Apertura del carácter o del sobre. Respecto de la topografía de valores arbitrarios, cuantificación de elementos y simplificación.” (p. 104)

Por el nivel de realismo se puede calificar entre 1 y 3 y si, adicionalmente, tiene

<sup>79</sup> Imagen tomada del artículo “Determinación de la Dominancia Coronaria en Población Mestiza Colombiana. Un Estudio Anatómico Directo” de los autores Luis Ernesto Ballesteros Acuña; Edgar Giovanni Corzo Gómez y Bladimir Saldarriaga Tellez

<sup>80</sup> Fotografía tomada del artículo “Radiografía lateral de tórax. Anatomía radiográfica” en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033833814000095>

<sup>81</sup> Imagen del Corazón con los nombres de sus partes en <http://biologiafotosdibujosimagenes.blogspot.com/2011/02/imagenes-de-las-partes-del-corazon.html?m=1>



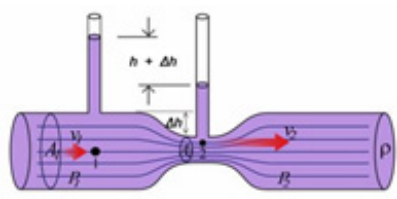


Figura 2.75. Esquema de principios / + Signos.



Figura 2.76. Organigrama o esquema de relaciones / + Signos.

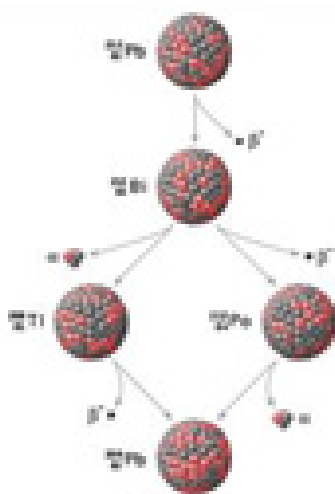


Figura 2.77. Esquema de formulación / + Signos de relaciones / + Signos.

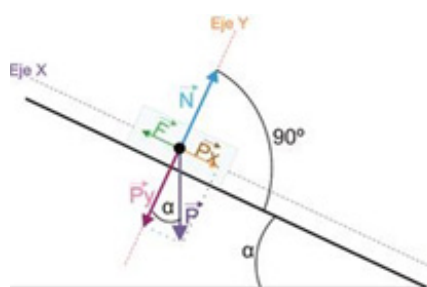


Figura 2.78. Esquemas matemáticos o físicos / + Signos.

etiquetas o símbolos ilustrativos que mejoran la representación, la calificación puede ser 4 o 5. (Figura 2.75 <sup>82</sup>)

**(4.1.6) Esquema de principios / + Signos.** Se trata de esquemas que pretenden explicar gráficamente una ley o principio. Se evalúa de manera semejante al anterior. Moles anota: "Reemplazo de los elementos por símbolos normalizados. Paso de la topografía a la geometrización." (p. 104) (Figura 2.76 <sup>83</sup>)

**(4.1.7) Organigrama o esquema de relaciones / + Signos.** Gráficos que presentan la organización de una entidad con las relaciones entre sus componentes. Moles establece: "Los elementos son cajas negras funcionales, unidades a través de conexiones lógicas. Análisis de funciones lógicas." (p. 104) (Figura 2.77 <sup>84</sup>).

**(4.1.8) Esquema de formulación / + Signos.** El autor antes mencionado indica: "Relación lógica y no topológica en un espacio no geométrico entre elementos abstractos. Los vínculos son simbólicos; todos los elementos están visibles. Fórmulas químicas desarrolladas. Sociogramas." (p. 104) (Figura 2.78 <sup>85</sup>)

**(4.1.9) Esquemas matemáticos o físicos / + Signos.** Moles indica: "Representación gráfica en un espacio métrico abstracto de relación entre magnitudes vectoriales. ... Gráficas vectoriales en electrotécnica: triángulo de Kapp, polígono de Blondel para un motor de Maxwell, triángulo de las vocales." (p. 104) (Figura 2.79 <sup>86</sup>).

82 Engranaje cónico en [https://es.wikipedia.org/wiki/Engranaje\\_cónico](https://es.wikipedia.org/wiki/Engranaje_cónico)

83 Esquema del efecto Venturi en [https://es.wikipedia.org/wiki/Principio\\_de\\_Bernoulli](https://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Bernoulli)

84 Vector de Infografía creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/infografia>

85 Productos de decaimiento intermedios de la cadena de desintegración desde plomo 212 hasta plomo 208 en [https://es.wikipedia.org/wiki/Producto\\_de\\_decaimiento](https://es.wikipedia.org/wiki/Producto_de_decaimiento)

86 Descomposición de las fuerzas que actúan sobre un sólido situado en un plano inclinado en <https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza>

$$\begin{array}{ccc} \tilde{L}: TQ \times R & \rightarrow & R \\ & \downarrow \phi_q & \downarrow I_R \\ L: R^{2n} \times R & \rightarrow & R \end{array}$$

Figura 2.79. Descripción en signos.

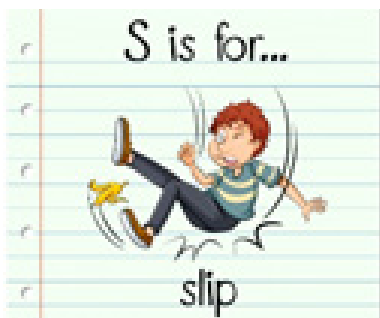


Figura 2.80. Función de evocación.



Figura 2.81. Función de definición.



Figura 2.82. Función de aplicación.

**(4.1.10) Descripción en signos.** Según Moles, "Signos puramente abstractos sin conexión imaginable con el significado". (p. 104) Perales y Jiménez (2002) señalan que: "Constituye un espacio de representación homogéneo y simbólico que posee reglas sintácticas específicas." (p. 63) Figura 2.80<sup>87</sup>.

**(4.2.1) Función de evocación:** Según Perales y Jiménez: "Se hace referencia a un hecho de la experiencia cotidiana o concepto que se supone conocido por el alumno. Ejemplo: «sobre el hielo es muy difícil caminar...»." (p. 30) Figura 2.81<sup>88</sup>.

**(4.2.2) Función de definición:** los mismos autores señalan: "Se establece el significado de un término nuevo en su contexto teórico. Ejemplo: «cuando la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es cero, éste se mantiene en equilibrio, lo que no quiere decir que esté en reposo»." (p. 30) Figura 2.82<sup>89</sup>.

**(4.2.3) Función de aplicación:** Ellos señalan que: "Es un ejemplo que extiende o consolida una definición. Ejemplo: «cuando arrastramos una silla, estamos ejerciendo una fuerza»." (p. 30). En la Figura 2.83<sup>90</sup> se hace notar que el hueco de la cuchara de servir espaguetis sirve como medida de una ración.

**(4.2.4) Función de descripción:** esta función, según los autores en mención,

Se refiere a hechos o sucesos no cotidianos que se suponen desconocidos por el lector y que permiten aportar un contexto necesario. También se incluyen en esta categoría conceptos necesarios para el discurso principal pero que no pertenecen al

núcleo conceptual. Ejemplo: «cuando un conductor aprecia un obstáculo sobre

87 Relación entre el lagrangiano definido en coordenadas locales y definido directamente sobre el espacio de estados en <https://es.wikipedia.org/wiki/Lagrangiano>

88 Vector de Escuela creado por brgfx - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/escuela>

89 Dinámica: Fuerza Normal, tomada del blog <http://revistaarrobabilibre.blogspot.com/2013/02/dinamica-fuerza-normal.html>

90 Imagen de medición de una ración de espagueti en <https://gastronomiaycia.republica.com/2016/06/22/sabias-que- algunas-cucharas-de-espaguetis-sirven-para-medir-una- racion/>

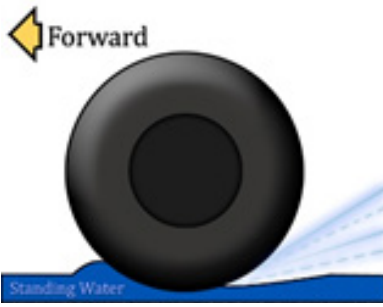


Figura 2.83. Función de descripción.

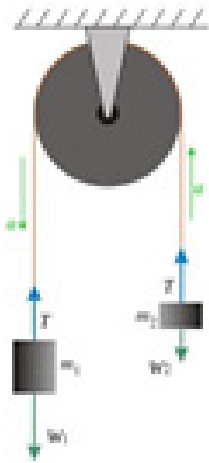


Figura 2.84. Función de interpretación.

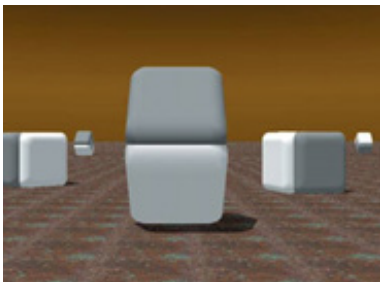


Figura 2.85. Función de problematización.

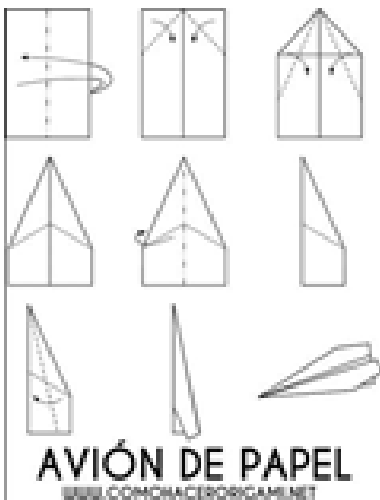


Figura 2.86. Función de operación.

la carretera, no puede detener su vehículo de forma instantánea... distinguimos entre el tiempo de reacción y el tiempo de frenado (p. 30) Figura 2.84 <sup>91</sup>.

**(4.2.5) Función de interpretación:** ellos establecen que se trata de:

Pasajes explicativos en los que se utilizan los conceptos teóricos para describir las relaciones entre acontecimientos experimentales. Ejemplo: «en la mayor parte del camino, la velocidad se mantiene constante, por lo que la fuerza resultante es cero (p. 30).

O como en el caso de dos objetos unidos por una cuerda y colgados de una polea. El objeto más pesado arrastra al más liviano. (Figura 2.85 <sup>92</sup>)

**(4.2.6) Función de problematización:** Según Perales y Jiménez:

Se plantean interrogantes no retóricos que no pueden resolverse con los conceptos ya definidos. Su finalidad es incitar a los alumnos a poner a prueba sus ideas o estimular el interés por el tema presentando problemas que posteriormente justifican una interpretación o un nuevo enfoque. La importancia de este tipo de actividad ha sido destacada por Ogborn (1996) en lo que llama creación de diferencias entre el pensamiento de los alumnos y las ideas que se quieren introducir (p. 30).

En la Figura 2.86<sup>93</sup> se pueden ver dos objetos centrales con dos tonalidades de grises diferentes. Si se tapa con un dedo la unión de los dos objetos, se observará que los dos tienen el mismo tono de gris.

**(4.2.7) Función de operación:** estas imágenes dan las pautas para realizar determinadas actividades que generalmente son habilidades o destrezas sobre

91 Aquaplaning en <https://es.wikipedia.org/wiki/Aquaplaning>

92 Máquina de Atwood en [https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina\\_de\\_Atwood](https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_de_Atwood)

93 Efecto Cornsweet. Imagen tomada de [https://verne.elpais.com/verne/2016/01/27/articulo/1453897011\\_477533.html](https://verne.elpais.com/verne/2016/01/27/articulo/1453897011_477533.html)



Figura 2.87. Función emotiva (expresiva).



Figura 2.88. Función de motivación.



Figura 2.89. Función de reflexión.

el mismo medio en que viene la imagen, como, por ejemplo, rayar, pintar, escribir, colorear y, que si son muy explícitas, la función se llamaría función de operación directa; en el caso de ilustrar los estados de un proceso en cualquier otro medio, como el de las actividades de bricolaje o la preparación de alimentos, se tendría una función de operación indirecta ilustrativa, y cuando se trata de describir sintéticamente en la imagen los pasos a seguir para el manejo de un determinado elemento o aparato, se está efectuando una función de operación indirecta algorítmica. (Rodríguez Diéguez, 1996) Figura 2.87 <sup>94</sup>.

**(4.2.8) Función emotiva (expresiva):** según Scolari y March (2004): "la imagen está orientada a mostrar puntos de vista o sentimientos del destinador (por ejemplo, imágenes con cámara subjetiva en el cine, etc.)." (p. 2) Figura 2.88 <sup>95</sup>.

**(4.2.9) Función de motivación.** Según Alzate Piedrahita (2000): "Es la fuerza de atracción de la imagen que juega un papel esencial: se trata entonces de las fotografías en color, cuyo tamaño y el blanco que las rodea juegan un papel importante. Estas imágenes sobre las cuales se plantea como prioridad la mirada, tienen una relación estrecha

con el texto." (p. 9) Figura 2.89 <sup>96</sup>.

**(4.2.10) Función de reflexión.** Según el autor mencionado, "La imagen está acompañada de una leyenda interrogativa o de un verdadero cuestionario. Es objeto de reflexión y su lectura precede la del texto." (p. 9) Figura 2.90 <sup>97</sup>.

La funcionalidad de una imagen, respecto del texto en consideración, puede ser de tres tipos:

**(4.3.1) Inoperante.** Según Perales y Jiménez (2002), cuando "No aportan ningún elemento utilizable, sólo cabe observarlas." (p. 377) Ni siquiera son alusivas al texto de referencia. Tienen calificación negativa. (Figura 2.91)

94 Cómo hacer avión de papel paso a paso <https://comohacerorigami.net/avion-de-papel/>

95 Foto de Familia creado por gpointstudio - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/familia>

96 Vector de Ribbon creado por macrovector - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vec-tores/ribbon>

97 Foto de Coche creado por prostooleh - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/co-che>





Figura 2.90. Inoperante. Elaboración propia



Figura 2.91. Operativa elemental.



Figura 2.92. El trucaje.



Figura 2.93. La pose.

**(4.3.2) Operativa elemental.** Según los mismos autores, "Contienen elementos de representación universales: croquis, cotas, etc." (p. 377) Figura 2.92 <sup>98</sup>.

Recordar que la evaluación de todas las características del instrumento debe referirse a la favorabilidad o desfavorabilidad relativas al mensaje textual.

**(4.3.3) Sintáctica.** Según Perales y Jiménez, "Contienen elementos cuyo uso exige el conocimiento de normas específicas: vectores, circuitos eléctricos, etc." (p. 377)

Recuérdese que la evaluación de todas las características del instrumento debe referirse a la favorabilidad o desfavorabilidad relativas al mensaje textual.

La relación imagen-texto puede ser de tres tipos:

**(4.4.1) Connotativa.** Esta relación imagen-texto se puede dar por medio de estas seis características:

**El trucaje:** se lo puede entender como el montaje o la adición de elementos inexistentes en una fotografía original con el fin de cambiar el contexto inicial, modificándolo sustancialmente, de tal manera que el sentido de la fotografía es otro. Ver Figura 2.93 <sup>99</sup>.

**La pose:** no es un procedimiento fotográfico; es de gran importancia para la connotación. La forma cómo se presenta el cuerpo de un personaje, su posición y signos gestuales, imprimen diferentes mensajes estereotipados, que connotan actitudes o acciones fácilmente reconocibles. Son ejemplos de esto las fotografías de publicidad política, con las manos y brazos de los personajes en posiciones que connotan fuerza, triunfalismo, victoria, seguridad, etc. (Barthes, 1986) Ver Figura 2.94 <sup>100</sup>.

98 Imagen del centro de Madrid (España) obtenida con Google Maps

99 Foto trucada en una campaña publicitaria de Benetton en <https://www.elcorreogallego.es/hemeroteca/barack-obama-nicolas-sarkozy-angela-merkel-comen-besos-benetton-ECCG713878>

100 Foto de Personas creado por drobotdean - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/personas>



Figura 2.94. Los objetos.



Figura 2.95. La fotogenia.



Figura 2.96. El esteticismo.



Figura 2.97. La sintaxis.

**Los objetos:** son elementos imprescindibles que, aunque no tengan fuerza por sí mismos, connotan diversas cosas de manera sencilla. Barthes opina que en imágenes como la Figura 2.95<sup>101</sup>, cuyo fondo tiene una biblioteca o un tablero, que connota inteligencia, ilustración, estudio. Los objetos, para Barthes, son: “discontinuos y completos en sí mismos, lo cual constituye una cualidad física para un signo; por otra, remiten a significados claros, conocidos; son los elementos de un auténtico léxico, tan estables que se les podría dar una estructura sintáctica con facilidad.” (p. 18)

En la fotografía de la Figura 2.95 el objeto tablero o pizarra del fondo connota un entorno académico.

**La fotogenia.** Barthes afirma que este procedimiento lo desarrolló Edgar Morin y consiste en la modificación de la fotografía mediante diferentes técnicas de embellecimiento o mejora estética. Según Aparici Marino y García Mantilla (1989):

*Una imagen puede ser embellecida o realzada por la composición, la iluminación, el revelado etc. Las cosas no aparecen en una imagen como son en la realidad, sino que pueden ser transformadas por procedimientos técnicos con el fin de lograr un objetivo determinado. La utilización de la luz y del color connotan lujo, éxito, triunfo (p. 68) (Figura 2.96<sup>102</sup>).*

**El esteticismo.** Para diferenciarse de la fotogenia, con la que al parecer se tendría una ambigüedad, Barthes (1986) señala que cuando una fotografía se puede considerar al nivel de una pintura se tiene esteticismo. Son fotografías de mucho realismo, cuya connotación muestra un momento histórico o social de mucha importancia. Por su belleza, la

fotografía de la Figura 2.97<sup>103</sup> se asemeja a una pintura.

101 Foto de Vintage creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/vintage>

102 Foto de Flor creado por sveltlanasokolova - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/flor>

103 Foto de Agua creado por wirestock - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/agua>

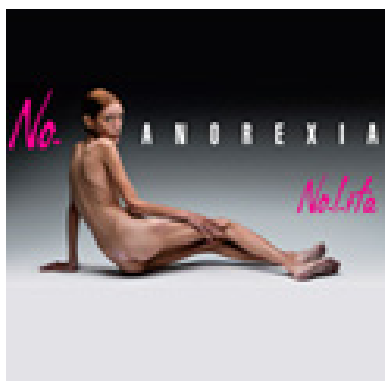


Figura 2.98. Infinitivo.



Figura 2.99. Informativo



Figura 2.100. Instructivo.

**La sintaxis.** Este procedimiento de connotación es propio de las series de fotografías o dibujos que llevan un orden estricto, donde lo connotado no se encuentra en una sola imagen o fotograma, sino sale de la lectura de toda la serie. Para ello, se utiliza la repetición y la variación de actitudes, como lo afirma Barthes (1986). En la Figura 2.98<sup>104</sup>, se observa la historia gráfica del ratoncito Pérez. Recuérdese que la evaluación de todas las características del instrumento debe referirse a la favorabilidad o des favorabilidad relativas al mensaje textual.

**(4.4.2) Denotativa.** Esta relación imagen-texto se puede dar por medio de estas tres características:

Según Colle (1999), el denotar **"Infinitivo:** muestra el referente aislado." (p. 22) El referente en la imagen debe ser el mismo referente del texto. Si una imagen tiene denotación infinitiva con respecto al referente textual, se debe juzgar si este tipo de denotación refuerza o no el mensaje verbal. (Figura 2.99<sup>105</sup>)

El mismo Colle señala que el denotar **"Informativo:** sitúa el referente principal en un contexto familiar". (p. 22) El referente en la imagen debe ser el mismo referente del texto. Si una imagen tiene denotación informativa con respecto al referente textual, se debe juzgar si este tipo de denotación refuerza o no el mensaje verbal. (Figura 2.100<sup>106</sup>).

Del mismo modo, Colle señala que el denotar **"Instructivo:** incluye además elementos capaces de provocar una motivación objetiva directa del destinatario." (p. 22) Si una imagen tiene denotación instructiva con respecto al referente textual, se debe juzgar si este tipo de denotación refuerza o no el mensaje verbal. (Figura 2.101<sup>107</sup>).

104 Secuencias temporales en el blog de Maestra Érika Valecillo en <http://maestraerikavalecillo.blogspot.com/2011/11/secuencia-temporales.html>

105 Foto de Oliviero Toscani en una campaña contra la anorexia en <https://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/282170/09/07/Campana-contra-la-anorexia-Toscani-revolucionaria-Italia-con-su-nuevo-trabajo-publicitario.html>

106 Campaña del uso del condón en Chile en [https://elpais.com/diario/2005/10/12/internacional/1129068017\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2005/10/12/internacional/1129068017_850215.html)

107 Imagen tomada del artículo Instructivo de Gabriela González publicado en <https://www.lifeder.com/instructivo/>



#### (4.4.3) Sinóptica. Según Perales y Jiménez (2002), aquí

El texto describe la correspondencia entre los elementos de la ilustración y los contenidos representados, y establece además las condiciones en las cuales las relaciones entre los elementos incluidos en la ilustración representan las relaciones entre los contenidos, de modo que la imagen y el texto forman una unidad indivisible (p. 38).

Se debe juzgar la calidad de la relación sinóptica entre la imagen y el texto si es que existe. Las etiquetas verbales son textos muy cortos contenidos dentro de la misma imagen.



Figura 2.101. Etiquetas nominativas.

(4.5.1) Según Perales y Jiménez (2002), **las etiquetas nominativas** son: "Letras o palabras que identifican algunos elementos de la ilustración" (p 39).

Su calidad depende de la relevancia de los elementos que identifican con respecto al mensaje verbal, de su visibilidad, de su tamaño, etc. Se debe juzgar en qué grado influyen las etiquetas verbales nominativas para mejorar la comprensión del mensaje verbal en el texto. (Figura 2.102 <sup>108</sup>)



Figura 2.102. Etiquetas relacionales.

(4.5.2) **Relacionales.** Los mismos autores (2002) señalan que las etiquetas relacionales son: "describen las relaciones entre los elementos de la ilustración." (p. 39) Figura 2.103<sup>109</sup>

Se debe juzgar en qué grado influyen las etiquetas verbales relacionales para mejorar la comprensión del mensaje verbal en el texto.



Figura 2.103. Presentación directa.

La captura de la atención puede darse de dos maneras:

(4.6.1) **Directa.** La captura de atención de manera directa se puede lograr mediante las siguientes formas:

Según Colle (1999), la Presentación, que a su vez puede ser erección, mostrando el referente sin soporte ni base alguna, exhibición donde se ha agregado una base o soporte y designación mediante la ayuda de una flecha que señala o una mano indicando algo con el dedo índice.

108 Vector de Agua creado por brgfx - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/agua>

109 Vector de Fondo creado por GarryKillian - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vec-tores/fondo>

La presentación directa del producto u objeto le da plena importancia debido a su fuerte peso visual. Si la imagen destaca en forma de presentación el referente del texto, se debe juzgar el grado de favorabilidad o desfavorabilidad de esta forma de captura de la atención respecto del mensaje verbal.

Por ejemplo, si el texto trata sobre las partes de una bomba atómica, la Figura 2.104<sup>110</sup> tiene captura de la atención directa, en forma de presentación, pero no aporta nada respecto de las partes de una bomba atómica, así que su calificación debería ser negativa en esta característica, para este ejemplo.



Figura 2.104. El pregón.

Según Colle (1999), **el pregón** es un anuncio hacia el observador sin que lo implique. El mensaje que muestra la imagen de la Figura 2.105<sup>111</sup> le dice al observador que el sistema operativo Android de Google le está ganando la batalla al iOS de Apple, pero no incluye al observador para que compre dispositivos Android; por lo tanto, esta Figura tiene captura de la atención de forma directa a través de un pregón.

Lo que se debe juzgar es la favorabilidad o desfavorabilidad de una imagen con esta característica respecto del texto de referencia.



Figura 2.105. La interpelación.

Según el mismo autor, en **la interpelación** el mensaje se dirige directamente al observador generalmente mediante un texto sugerente. Recuérdese que la evaluación de todas las características del instrumento debe referirse a la favorabilidad o desfavorabilidad relativas al mensaje textual. (Figura 2.106<sup>112</sup>)



Figura 2.106. La anécdota.

Según Colle (1999), en **la anécdota** aparece un tercer personaje que hace las veces de un relator. En la fotografía se muestra la rabia que expresa la mujer ante las muertes de dos personas. Recuérdese que la evaluación de todas las características del instrumento debe referirse a la favorabilidad o desfavorabilidad relativas al mensaje textual. (Figura

## 2.107 <sup>113</sup>)

110 Bomba atómica 'Little Boy' lanzada en Hiroshima de <https://www.americadigital.com/mundo/75-anos-de-la-primera-bomba-atomica-en-hiroshima-y-nagasaki-que-ciudad-se-salvo-de-los-bombardeos-95264>

111 Imagen de la guerra entre Android e IOs tomada de <https://ibumu.com/tendencias-android-o-apple/>

112 Imagen tomada de <https://www.bebesymas.com/juegos-y-juguetes/es-tu-bebe-mas-inteligente-por-ver-videos-de-baby-einstein-o-escuchar-musica-de-mozart>

113 Matanza de perros, imagen tomada de <https://www.eltrabajo.cl/portal/wp-content/up->



Figura 2.107. Sobresignificación.



Figura 2.108. Presentación indirecta.



Figura 2.109. Artificio retórico.



Figura 2.110. Presentación/asociación.

Según este autor, **la sobresignificación** se logra mediante la resaltación de algo mediante alguna forma como, por ejemplo, un recuadro o un resaltado por color, etc. El truco en la fotografía trata de mostrar fuertes dolor de cuello. (Figura 2.108<sup>114</sup>)

Existe una evidente sobresignificación en la imagen. Si esta característica existe en la imagen, debe analizarse en qué grado favorece o desfavorece el mensaje verbal.

**(4.6.2) Indirecta.** La captura de atención de forma indirecta se puede lograr así:

Según Colle (1999), en **la alusión** no existe una representación semejante del referente. Es usado otro icono diferente, pero donde la relación con el referente se da a través de un texto.

La Figura 2.109<sup>115</sup> muestra cómo se alude a una pista juguete para niños, de la marca Hot Wheels. Esta es la forma de captar la atención, sin la representación del referente.

En el **Artificio retórico**, éste autor, existe una transformación de uno o varios iconemas que se sale de la realidad, pero que da una mayor significación metafórica al mensaje. (Figura 2.110<sup>116</sup>). Recuérdese que la evaluación de todas las características del instrumento debe referirse a la favorabilidad o desfavorabilidad relativas al mensaje textual.

**(4.7.1) Factor icónico.** Las variables bipolares de este factor se describen, según Rodríguez Diéguez (1978), como:

**Presentación:** Simple exposición del producto. El mensaje muestra el producto, real o simbólicamente, de forma inequívoca.

**Asociación:** Ligazón o enlace entre el producto y alguna referencia que aclare o motive al receptor.

loads/2016/08/portada-perros-envenenados-en-21-de-mayo.jpg

114 Foto de Fondo creado por jcomp - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/fondo>

115 Foto de un puente publicada en <https://www.creadictos.com/hot-wheels-rulo-por-ogilvy-colombia/>

116 Foto publicitaria de la Cadena de Almacenes de Tecnología Media Markt en España



Figura 2.111. Simplicidad/complificación.

En la Figura 2.111<sup>117</sup>, la primera imagen simplemente muestra un tipo de turbina eólica tal y como es; la segunda no muestra una turbina eólica real, pero la asocia a un objeto hecho con elementos ecológicos, para significar energía limpia, ecológica, que conserva el planeta. Es más difícil entender la segunda imagen, que usa la Asociación.



Figura 2.112. Naturalidad/artificialidad.

Para el anterior autor,

**Simplicidad:** Sencillez expresiva de imagen y texto que se refleja en una fácil interpretación.

**Complicación:** Dificultad de interpretación como consecuencia de una expresión no excesivamente directa.

En la Figura 2.112<sup>118</sup>, la primera imagen tiene gran sencillez expresiva debido a la creatividad que torna innecesarios más elementos; la otra imagen tiene muchos elementos icónicos, lo que complica su interpretación.

Rodríguez Diéguez (1978) define:

**Naturalidad:** Presentación objetiva y fidedigna del objeto, patente en rasgos tales como la espontaneidad, fidelidad y credibilidad.

**Artificialidad:** Presentación mediante una cuidada elaboración que adultera, sofisticada y deforma al objeto.

En la Figura 2.113<sup>119</sup> hay representaciones de una mosca en forma de fotografía, mediante macro, y la segunda, un dibujo estilizado. Son representaciones donde la naturalidad y la artificialidad están presentes.

117 Imagen izquierda: Turbina eólica en [https://es.made-in-china.com/co\\_sdbafang/product\\_400W-High-Quality-Portable-Mini-Wind-Power-Turbine\\_einhgyhry.html](https://es.made-in-china.com/co_sdbafang/product_400W-High-Quality-Portable-Mini-Wind-Power-Turbine_einhgyhry.html)

Imagen derecha: Turbina eólica hecha con elementos ecológicos en <https://es.vectorhq.com/istock/wind-turbine-made-of-ecology-icons-244474>

118 Imagen izquierda: Foto de Valla Publicitaria publicada en [https://www.boredpanda.es/vallas-publicitarias-ingeniosas/?utm\\_source=google&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=organic](https://www.boredpanda.es/vallas-publicitarias-ingeniosas/?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=organic)

Imagen derecha: Foto de Valla Publicitaria publicada en <https://www.actuall.com/laicismo/retiran-una-valla-publicitaria-contener-mensaje-cristiano-texas/>

119 Imagen izquierda: Foto de Flor creado por user15285612 - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/flor>

Imagen derecha: Vector de Personaje creado por brgfx - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/personaje>



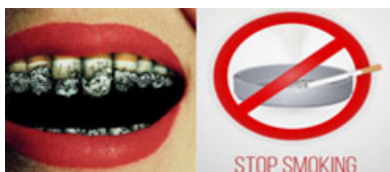


Figura 2.113. Originalidad/vulgaridad.

Éste autor define:

**Originalidad:** Sentido creativo, de sorpresa y novedad en el anuncio.

**Vulgaridad:** Presentación habitual de los elementos básicos del anuncio y/o su estructura.



Figura 2.114. Implicación participativa/  
Pasividad participativa.

La creatividad se expresa en la imagen de la Figura 2.114<sup>120</sup> izquierda con la sustitución de los dientes por tabacos quemándose; en cambio, la segunda tiene elementos corrientes, un cenicero y un tabaco, en una composición poco creativa.

El mismo Rodríguez Diéguez (1978) establece:

**Implicación participativa:** Búsqueda de colaboración o participación formal del receptor.



Figura 2.115. Legibilidad/ilegibilidad.

**Pasividad participativa:** Ausencia de tal intento de colaboración, suprimiendo cualquier tipo de asociación o identificación posible en el mensaje.

La imagen izquierda de la Figura 2.115<sup>121</sup> plantea una invitación al observador, a diferencia de la imagen de la derecha, que solamente informa.

**(4.7.2) Factor verbal.** Las variables bipolares del factor verbal se describen, según éste autor, como:

**Legibilidad:** Facilitación de la percepción o lectura de la parte verbal del mensaje.

**Ilegibilidad:** Dificultad de la percepción o lectura de la parte verbal del texto.

En la Figura 2.116<sup>122</sup>, en la segunda imagen, tanto el tamaño como el tipo de

120 Imagen izquierda: Foto tomada del artículo El nocivo efecto del cigarro en los dientes en <https://clinicadentalsonrie.cl/conoces-el-nocivo-efecto-del-cigarro-en-los-dientes/>

Imagen derecha: Vector de Fondo creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/fondo>

121 Imagen izquierda: Foto de Personas creado por jcomp - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/personas>

2\_115b.jpg

Imagen derecha: tomada de la Campaña Sembremos un Árbol en <https://www.datosperu.org/marca-campana-sembremos-un-arbol-ayudando-al-mundo-a-respirar-63620.php>

122 Imagen izquierda: Imagen de la Campaña Publicitaria de Colgate Total en <https://www.multivu.com/players/Spanish/8487151-colgate-total-toothpaste-new-formula/>

Imagen derecha: Anuncio publicitario en Amazon.es en “<https://www.amazon.es/SAL-WON-Colgate-Advertencia-Personalizado-Habitaci%C3%B3n/dp/B081TDJQSG>”



Figura 2.116. Linealidad/globalismo.

fuentes tornan ilegible su lectura. En la primera imagen de la derecha, el mensaje verbal es completamente claro.

El mismo autor establece como **Linealidad**: Estructura que facilita la percepción secuencial u ordenada de las partes. Su característica principal es que el mensaje se percibe en unidades informativas perfectamente diferenciadas.

**Globalismo**: Estructura que favorece la captación integral del conjunto de los elementos del mensaje, sin excluir la posibilidad de un posterior análisis.

En la Figura 2.117<sup>123</sup>, la imagen de la izquierda muestra las etapas del ciclo del agua en una disposición que permite verlas en secuencia (linealidad), en cambio la imagen de la derecha muestra las mismas etapas sin ninguna secuencialidad (globalismo).

Rodríguez Diéguez (1978) señala como



Figura 2.118. Información máxima/ Información mínima.

**Información máxima**: El número de unidades informativas es muy elevado.

**Información mínima**: El número de unidades informativas es escaso. En la imagen izquierda de la Figura 2.118<sup>124</sup> aparece información textual detallada (máxima) sobre el calentamiento global, en cambio sucede lo contrario en la de la derecha.

(4.7.3) Factor de función dominante. Las variables bipolares del factor de función dominante las describe el autor como:

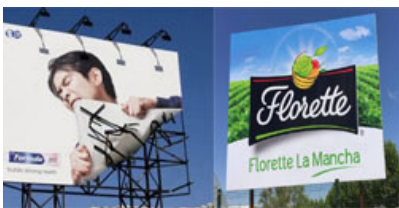


Figura 2.117. Dinamismo/estatismo.

**Dinamismo**: Expresión de movimiento o ritmo lograda por la ilustración o la composición.

**Estatismo**: Ausencia de expresión de movimiento.

Las dos características anteriores se pueden observar en las dos imágenes de la Figura 2.119<sup>125</sup>.

123 Imagen izquierda: Vector de Infografía creado por brgfx - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/infografia>

Imagen derecha: Vector de Árbol creado por natalka\_dmitrova - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/arborel>

124 Imagen izquierda: Vector de Infografía creado por macrovector - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/infografia>

Imagen derecha: Vector de Árbol creado por brgfx - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/vectores/arborel>

125 Imagen izquierda: Foto de Valla Publicitaria publicada en <https://marketing4food.com/las-5-vallas-publicitarias-mas-llamativas/>





Figura 2.118. Racionalidad/afectividad.

El mismo autor indica:

**Racionalidad:** Argumentación intencionalmente lógica en el mensaje publicitario.

**Afectividad:** Búsqueda de apelaciones predominantemente emotivas." (ibídem)

Estas dos características se pueden observar en las dos imágenes de la Figura 2.120<sup>126</sup>.



Figura 2.119. Estructura en plano/perspectiva.

Rodríguez Diéguez (1978) se refiere a:

**Estructura en plano:** Cuando ninguno de los elementos del anuncio dan sensación de profundidad.

**Perspectiva:** Representación que incrementa el sentido de profundidad.

Estas dos características se pueden observar en las dos imágenes de la Figura 2.121<sup>127</sup>.

Respecto al predominio, el autor que se viene citando señala:



Figura 2.120. Predominio atencional/  
Predominio informativo.

**Predominio atencional:** la búsqueda de recursos que atraigan la atención del receptor prima de forma notable en el anuncio.

**Predominio informativo:** El mensaje tiene una función predominante o meramente expositiva.

En la Figura 2.122<sup>128</sup>, en la imagen de la izquierda llama mucho la atención la

Imagen derecha: Foto de Valla Publicitaria publicada en <https://www.impresionart.es/productos/soportes-de-externo/vallas-publicitarias/>

126 Imagen izquierda: Foto de Negocios creado por jannoon028 - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en "https://www.freepik.es/fotos/negocios"

Imagen derecha: Imágenes de la matanza de focas publicada en <http://www.lahuelladigital.com/la-triste-realidad-de-la-caza-de-focas/>

127 Imagen izquierda: anuncio publicada en <https://www.milanuncios.com/psicologos/stop-tabaco-libertadttotal-dejar-de-fumar-324587100.htm>

Imagen derecha: Foto de Negocios creado por evening\_tao - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/negocios>

128 Imagen izquierda: Imagen Publicitaria de una marca de helados en Inglaterra publicada en <https://www.dosmanzanas.com/2010/09/polemica-en-torno-a-una-campana-publicitaria-que-muestra-a-una-monja-embarazada-y-a-dos-sacerdotes-a-punto-de-besarse.html>

Imagen derecha: Imagen Publicitaria de una marca de helados en Argentina publicada en

monja embarazada, por ruptura de un estereotipo, y pasa a un segundo plano el producto; es decir, es predominantemente atencional. La otra imagen solamente informa.



Figura 2.121. Claridad/confusión.

**(4.7.4) Factor de determinación.** Las variables bipolares de este factor de determinación las describe Rodríguez Diéguez (1978) como:

**Claridad:** Facilidad de percepción e interpretación de la imagen.

**Confusión:** Dificultad de percepción e interpretación de la imagen. (Figura 2.123<sup>129</sup>)

Otras dos variables descritas por éste autor son:

**Coordinación:** Fusión de imagen y texto en una estructura unitaria. Esta fusión debe venir dada en la doble vertiente gráfica y temática.

**Incoordinación:** Disgregación, gráfica o temática, de imagen y texto. (Figura 2.124<sup>130</sup>)

Del mismo modo, establece dos tipos de mensaje:

**Mensaje icónico-abierto:** Inespecificidad que posibilita asociaciones o proyecciones personales del receptor en el mensaje icónico.

**Mensaje icónico-cerrado:** Univocidad, o tendencia marcada a ello, de la imagen.



Figura 2.122. Coordinación /incoordinación.



Figura 2.123. Mensaje icónico-abierto/ Mensaje icónico-cerrado.

Lo que se llamaría, en otras palabras, monosémica y polisémica, respectivamente. En la Figura 2.125<sup>131</sup>, la imagen de la derecha tiene un

<https://www.on24.com.ar/negocios/helado-vegano-llega-a-gondolas-rosarinas/>

129 Imagen izquierda: Foto de Fondo creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) <https://www.freepik.es/fotos/fondo>

Imagen derecha: Foto de Salud creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/salud>

130 Imagen izquierda: Foto de Mujer creado por master1305 - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/mujer>

Imagen derecha: Foto de Árbol creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es) en <https://www.freepik.es/fotos/arbol>

131 Imagen Izquierda: Foto Publicitaria de una marca de chocolates publicada en <https://www.luismaram.com/paz-vega-sensual-como-un-chocolate-la-campana-para-magnum/>

Imagen Derecha: Foto Publicitaria de una marca de helados publicada en <https://gistph.com/2020/10/15/magnum-pints-offer-a-fun-new-ice-cream-experience/>

mensaje icónico específico “el mejor helado que necesita cucharilla de oro para comerlo”; en cambio, la imagen de la izquierda tiene un mensaje que le permite al observador otras interpretaciones, entre ellas la asociación de este chocolate a la pasión y el sexo.

Respecto al objetivo, Rodríguez Diéguez (1978) señala:



Figura 2.124. Definición de objetivo/In-definición de objetivo.

**Definición de objetivo:** Convergencia de la información en una sola finalidad, fácilmente identificable por el receptor.

**Indefinición de objetivo:** Falta de tal convergencia, o presencia de más de un fin explícito. En la Figura 2.126<sup>132</sup> se observan estas dos características.

En cuanto a lo adecuado o inadecuado de la relación entre el producto y el mensaje, el autor mencionado indica:



Figura 2.125. Adecuación /inadecuación.

**Adecuación:** Relación patente entre el producto y el mensaje que se transmite.

**Inadecuación:** Falta de relación entre producto y mensaje.

En la Figura 2.127<sup>133</sup>, la imagen izquierda se asocia directamente con el chocolate suizo; en cambio, la segunda no muestra una relación icónica entre la imagen y el texto.

**(4.8.1) Complejidad interpretativa.** Factores como el número de elementos que componen la imagen, al recargarla de elementos innecesarios, aumentan su complejidad. Es posible que el embellecimiento artístico sea un factor que aumente la complejidad, con desvío de la atención del observador hacia lo que no es importante.

Plantea Gubern (1992) el problema que se presenta entre los dos sistemas de comunicación, el verbal y el icónico, que él denomina la transcodificación, que considera como un proceso altamente complejo y de mayor complejidad el que se pretenda efectuar en el sentido icónico hacia el verbal. Aunque la sencillez

132 Imagen Izquierda: tomada de <https://www.wattpad.com/715888051-oye-%C2%BFquieres-venir-a-la-fiesta-fanfic-cach%C3%A9>

Imagen derecha: tomada de <https://lsplaylists.com/lista/12345/quieres-que-tu-fiesta-sea-un-xito>

133 Imagen izquierda: tomada de “<https://www.raroycurioso.com/2008/11/la-navaja-suiza-comestible-para-esos.html>”

Imagen derecha: Cartel curioso publicado en [https://los40.com/los40/2016/04/07/album/1460034696\\_157075.html#foto\\_gal\\_1](https://los40.com/los40/2016/04/07/album/1460034696_157075.html#foto_gal_1)

en una imagen es una buena característica, debe manejarse con precaución, pues podría hacer que la imagen transmita un mensaje icónico débil.

Señala Arnheim (1986) que

*Para los fines de la ciencia, la educación debe lograr precisamente lo que le es necesario evitar en la enseñanza del arte, esto es, procurar una versión lo suficientemente simple de esa imagen final siempre que el estudiante no pueda discernirla por sí mismo en la intrincada apariencia del objeto real (p. 317).*



Figura 2.126. Nemotecnia.

**(4.8.2) ¿La imagen ayuda nemotécnicamente al texto?** Es factible que un concepto presente en el texto se recordara muy fácilmente mediante una imagen o una parte de ella de manera clara y precisa. Por ejemplo, en la Figura 2.128<sup>134</sup> se han marcado con A y B Sistemas meteorológicos de Alta y Baja Presión. Los conceptos de buen tiempo y mal tiempo asociados a estos sistemas se asignan nemotécnicamente al recordar de la imagen lo siguiente: B = Baja Presión = Huracán = Mal Tiempo y, como consecuencia de esto: A = Alta Presión = Cielo Despejado = Buen Tiempo.

134 Imagen satelital tomada de La Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica NOAA

## 2.5 Conclusiones

El proceso de calificar comparativamente imágenes relativas a un texto específico demanda tiempo y requiere de ayudas explicativas, como las que se han mostrado. Es dispendioso por la cantidad de variables a evaluar, pero, una vez concluido, el par imagen-texto, en cualquier medio de difusión, tendrá muy buenas posibilidades de transmisión de su mensaje. Se requiere de software de apoyo que facilite la aplicación del método y la visualización permanente de las imágenes candidatas.

Este método sirve para elegir la mejor imagen de un grupo o colección específica referida a un texto común a todas, no para escoger la mejor imagen existente en el mundo sobre ese tema o texto de referencia, por obvias razones. Pueden utilizarlo preferiblemente personas que estén cursando o hubieran terminado estudios universitarios, debido a la complejidad de los significados de ciertas variables intervinientes en el proceso.

El evaluador puede cambiar las ponderaciones o pesos de los subniveles y decidir sobre la pertinencia de las categorías y subcategorías de acuerdo a situaciones específicas del caso a tratar.

Es factible utilizar el algoritmo para la creación de una herramienta web colaborativa, donde cualquiera pueda iniciar un "salón de evaluación" de imágenes referidas a un tema en particular, y donde su creador invite, vía correo electrónico, a otras personas (evaluadores) para que entren al salón mediante una contraseña y puedan establecer la calificación con esa aplicación, con recepción de las ayudas correspondientes.



## 2.6 Referencias

Alzate Piedrahita, M. V. (2000). ¿Cómo leer un texto escolar? Texto, paratexto e imágenes. *Revista de Ciencias Humanas*, 21, 1-13

Aparici Marino, R., A. y García Mantilla, A., et al. (2000). *La imagen*. Madrid: UNED.

Aparici Marino, R. y García Mantilla, A. (1989). *Lectura de imágenes*. Madrid: Ediciones de la Torre.

Arnheim, R. (1986). *El pensamiento visual*. Barcelona: Paidós.

Aumont, J. (1992). *La imagen*. Barcelona: Paidós.

Barthes, R. (1986). *Lo obvio y lo obtuso. Imágenes, gestos, voces*. Barcelona: Paidós.

Barthes, R. (1964). *Rhétorique de l'image*. *Communications*, 4, 40-51.

Colle, R. (1999). El contenido de los mensajes icónicos. *Revista Latina de Comunicación Social*, 20, 1-12

Ehninger, D., Monroe A., Gronbeck B. (1978). *Principles and Types of Speech Communication*, Scott, Foresman and Company, 8a. ed., Estados Unidos.

Erausquin, M. A. y Matilla, L. (1990). *Imágenes en acción. Análisis y práctica de la expresión audiovisual en la escuela activa*. Madrid: Akal.

Gómez Alonso, R. (2001). *Análisis de la imagen. Estética audiovisual*. Madrid: Ediciones del Laberinto.

Gubern, R. (1992). *La mirada opulenta. Exploración de la iconosfera contemporánea*. Barcelona: Gustavo Gili.

Insuasty, E. (2013). *Lectura y lecturabilidad icónica en objetos de aprendizaje soportados por plataformas virtuales* [Tesis doctoral, Universidad de Salamanca]. <https://gredos.usal.es/handle/10366/123000>

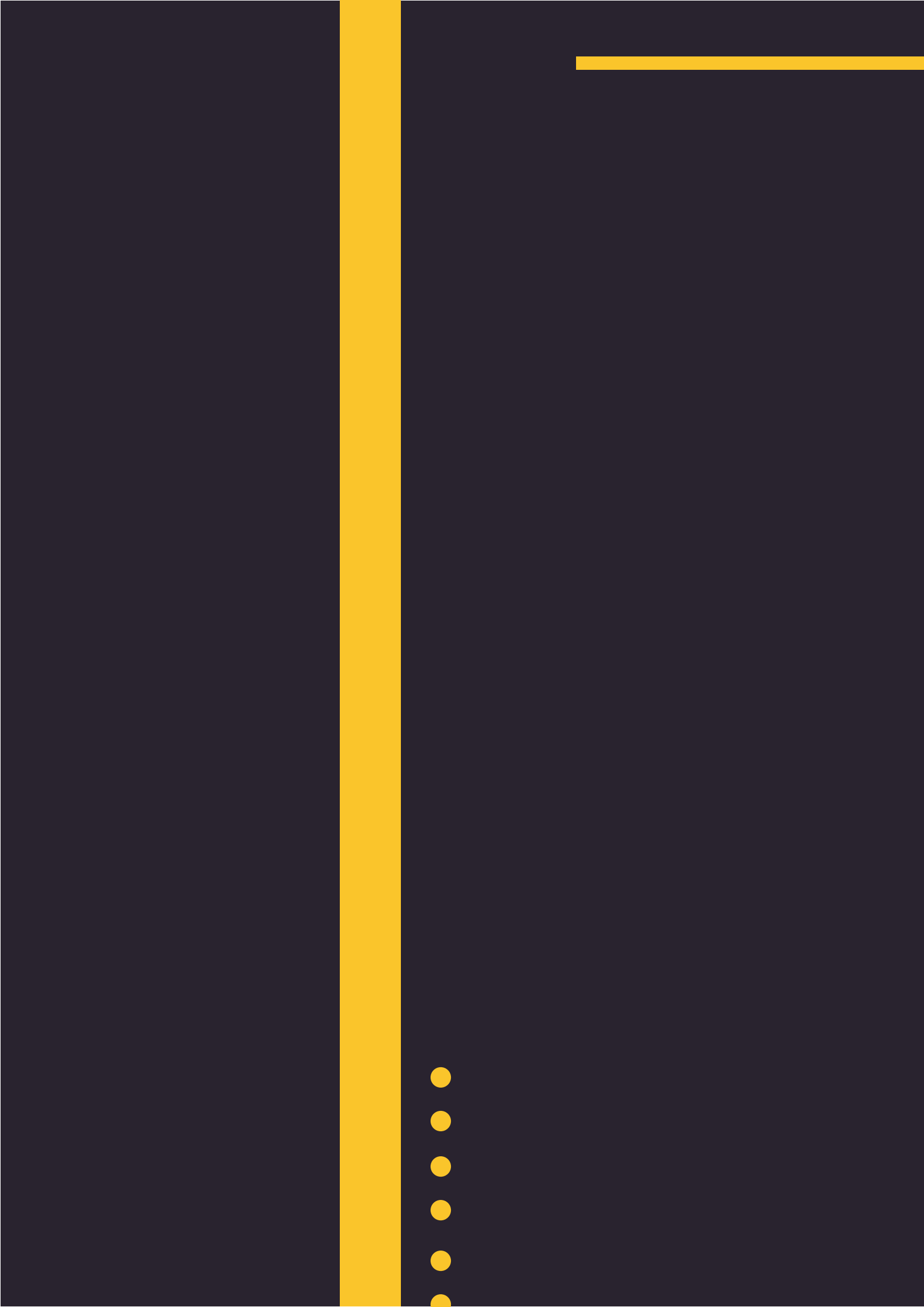
Martín Iglesias, J. (2007). Imagen estática frente a animación en la comprensión escrita y la adquisición de vocabulario. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, 5(2), 363-380.

Marzal Felici, J. (2007). *Cómo se lee una fotografía. Interpretaciones de la mirada*. Madrid: Cátedra.



- Moles, A. (1991). *La imagen. Comunicación funcional*. México: Trillas.
- Perales, F. J. y Jiménez, J. D. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386. <https://core.ac.uk/download/pdf/13268068.pdf>
- Rodríguez Diéguez, J. L. (1996). Tecnología educativa y lenguajes. Funciones de la imagen en los mensajes verboicónicos. En F. J. Tejedor y A. García Valcárcel, *Perspectivas de las nuevas tecnologías en la educación* (pp. 17-36). Madrid: Narcea.
- Rodríguez Diéguez, J. L. (1978). *Las funciones de la imagen en la enseñanza*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Sadoski, M. y Paivio, A. (2004). A Dual Coding Theoretical Model of Reading. En R. B. Rudell y N. J. Unrau (Eds.), *Theoretical Models and Processes of Reading* (pp. 1329-1362). Newark, DE: International Reading Association.
- Scolari, C. y March, J. (2004). Hacia una taxonomía de los regímenes de info-visualización. *Revista Interacción*, 4, 142-148
- Schnotz, W., Bannert, M. y Seufert, T. (2002). Toward an Integrative View of Text and Picture Comprehension: Visualization Effects on the Construction of Mental Models. En J. Otero, J. A. León Gascón y A. C. Graesser (Coords.), *The Psychology of Science Text Comprehension* (pp. 385-416). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Villafañe, J. y Mínguez, N. (2009). *Principios de la teoría general de la imagen*. Madrid: Pirámide.
- Villafañe, J. (2006). *Introducción a la teoría de la imagen*. Madrid: Pirámide.
- Zunzunegui Díez, S. (1985). *Mirar la imagen*. Bilbao: Editorial Universidad del País Vasco.







# Capítulo 3

*Función de control visual en el tratamiento del área de superficies planas. Un estudio comparativo de libros de texto colombianos y españoles*

### 3.1 Introducción

La particularidad de los objetos matemáticos exige para su aprendizaje que actividades cognitivas fundamentales requieran simultánea y articuladamente de variados sistemas de representación semiótica (Duval, 2017). El aprendizaje de la geometría y de la medición, en particular, ocurre necesariamente mediante la coordinación de actividades cognitivas de visualización, razonamiento y construcción, cada una con sus funciones epistemológicas específicas. Si bien el desarrollo del funcionamiento cognitivo de cada una de estas actividades ocurre de manera separada, la visualización puede privilegiarse en la enseñanza escolar básica de la geometría y la medición como la puerta de entrada, soporte e impulso para las actividades de razonamiento y construcción geométrica (Duval, 1998).

El interés de este trabajo se centra en la visualización vinculada al registro semiótico de las figuras, en particular de las figuras geométricas bidimensionales. Estas representaciones son soportes intuitivos que ayudan de manera importante a dotar de sentido y significado el aprendizaje de la geometría y la medición. Las representaciones figurales permiten la conducta de abducción (Duval, 2017): delimitan de entrada la clase de hipótesis o alternativas a considerar en la resolución de un problema o en la búsqueda de una demostración. Referirse al papel heurístico de las figuras considera que la conducta de abducción guía la deducción.

No obstante, diferentes investigaciones ponen en evidencia que hacer de las figuras herramientas heurísticas potentes para la comprensión y la resolución de problemas geométricos está lejos de ser obvio y espontáneo. No solo para los estudiantes en sus procesos de aprendizaje (Mesquita, 1989; Padilla, 1992; Marmolejo y Vega, 2012; Duval, 2017; Marmolejo, Vega y Galeano, 2020), sino, también, para los educadores en sus procesos de enseñanza (Marmolejo, Sanchez y Londoño, 2017) y para los libros de texto al intentar suscitar el estudio de las matemáticas (Marmolejo, 2014).

La visualización, pues, “no se adquiere de forma inmediata ni simple. Más bien es una cuestión de tratamiento de información susceptible de un aprendizaje específico” (Marmolejo y Vega, 2012, pp. 28-29), para lo cual es necesario, aprender a discriminar entre diferentes formas de ver para reconocer aquellas pertinentes y potentes en la resolución de la actividad matemática planteada. Para lograrlo, es indispensable aprender no solo a detectar, sino también a aprovechar o vencer, según sea el caso, la presencia de estructuras de control visual. Estas estructuras posibilitan discriminar sobre una figura las operaciones visuales pertinentes a la resolución de los problemas planteados. Por esta razón, el desarrollo de la visualización debe constituirse como objeto de reflexión explícito en los currículos de matemáticas (Villani, 1998; Presmeg,

2006; Duval, 2017), para lo cual es un tema fundamental determinar cómo el control visual tiende a ser inducido (función de control visual), es decir, comprender cuál es el papel que desempeña el control visual establecido y cuál es su intencionalidad.

En esta investigación, se privilegia la temática área de regiones poligonales (área), pues su estudio en la educación básica exige la aplicación de operaciones visuales sobre las figuras, no requiere razonamientos de naturaleza deductiva y no exige construcciones con instrumentos geométricos; aspectos, uno y otro, fundamentales para promover el aprendizaje de la visualización (Duval, 2017). Por otro lado, se considera a los libros de texto (libros) como objeto de estudio, ya que estos materiales didácticos constituyen uno de los materiales de mayor uso por los educadores para establecer qué y cómo suscitar el estudio de las matemáticas (González y Sierra, 2004). En consecuencia, los libros son un importante recurso para determinar las prácticas de enseñanza de los educadores. Así, la forma como presentan el contenido matemático puede ayudar para determinar cómo la visualización se desarrolla y se promueve.

A pesar del importante papel desempeñado por la visualización y los libros de texto en la enseñanza de las matemáticas, así como el estudio del área de superficies planas para el desarrollo de la visualización, son escasos los trabajos que estudian su sinergia. De hecho, la mayoría, al considerar el rol de la visualización, lo hace desde representaciones semióticas y atendiendo a conceptos matemáticos diferentes a los aquí tratados. Por ejemplo, se explora el papel de la visualización asociada a los gráficos cartesianos para la presentación de procedimientos y conceptos algebraicos, así como la eficacia de las formas de comunicación visual adoptadas (Falduto, 2008) y se considera el rol de la designación visual en cómo se presenta el concepto de función (Yerushalmy, 2005). También, se compara, según la precisión, la conectividad, la contextualidad y la concisión, las representaciones visuales (gráficas cartesianas, figuras geométricas, fotografías, imágenes, ilustraciones, diagramas y esquemas) de los contenidos de pendiente de una recta, medida de ángulos y descomposición en factores primos (Kim, 2012).

En cuanto a la forma como los libros presentan el área de superficies planas, suele considerarse el estudio de este objeto matemático independientemente del rol desempeñado por la visualización. En este sentido, las técnicas que organizan matemáticamente el estudio del área de superficies planas no se despliegan; al contrario, los estudiantes o los profesores deben desarrollarlas o sistematizarlas (De Araújo y Dos Santos, 2009). Asimismo, no se consideran tareas relativas a la comparación de áreas (De Araújo y Dos Santos, 2009). Por otra parte, estudios, como los de Olmo, Moreno y Gil (1989), resaltan que, en los libros de texto, se asume al estudiante como el responsable de descubrir, por sí mismo, el objeto área. Por tanto, estos materiales didácticos focalizan su atención en el cálculo de la medida o en la definición de superficie. Al hacerlo, no planteen actividades que posibiliten la distinción de la superficie de otras



cualidades de las figuras o que propicien la comparación de áreas sin necesidad de efectuar cálculos.

Se han realizado investigaciones sobre el rol de la visualización en los libros cuando se aborda el objeto área de superficies planas, pero desde otros puntos de vista. En este sentido, se caracterizaron los elementos constitutivos que determinan los tipos de visualización contemplados (Marmolejo y González, 2013a), los elementos y estrategias usadas para ejercer control visual (Marmolejo y González, 2015) y las clases de funciones visuales imperantes (Marmolejo y González, 2013b). Otros estudios, como los De Carvalho (2013), por su parte, resaltan que los libros de texto, al presentar la fórmula  $A = b \times h$ , privilegian tareas de sustitución de valores numéricos. En cuanto a actividades que pongan en práctica técnicas para comprender su significado, se contemplan poco (muchas relacionadas con la visualización). Por ejemplo, es el caso de contar la cantidad de cuadros enfilados en una columna o en una línea y la cantidad de columnas o líneas y, a continuación, multiplicar el número de cuadrados en la columna o línea por la cantidad de columnas o líneas.

### ***3.2 Investigaciones comparativas internacionales y libros de texto***

Los estudios comparativos obligan a adoptar una perspectiva cultural diferente para comprender una cultura y para asumirla desde el punto de vista del nativo (Hantrais y Mangen, 1996); promueven que las prácticas familiares concedidas en el aula se cuestionaran (Shimizu y Kaur, 2013) y posibilitan reconsiderar el propio país desde la perspectiva de un experto observador externo (Hantrais y Mangen, 1996). También, permiten probar dicotomías en la búsqueda de similitudes y diferencias en políticas educativas y prácticas en contextos culturales distintos (Shimizu y Kaur, 2013), direccionar u orientar nuevos temas e ideas, que el investigador no habría considerado previamente. Además, permiten afinar el enfoque de análisis de la materia en cuestión (Pepin, Haggarty, Keynes, 2001).

Estas investigaciones muestran un interés significativo y cada vez más creciente en el análisis del contenido explicitado en los libros. La explicación del porqué de esta tendencia radica en que son materiales determinantes para la identificación de los valores y tradiciones educativas y culturales, que son la base de los sistemas educativos (Pepin et al., 2001), pues describen el currículo potencialmente implementado<sup>135</sup> (Schmidt et al., 1996); es decir, determinan (en mayor o menor medida) las prácticas de los profesores (Schmidt et al., 1996), directa o indirectamente el aprendizaje de los alumnos (Schmidt et al., 1996). Igualmente, tipifican los planes de estudio, con guías que ayudan a dar forma a las omisiones, a la asignación del tiempo, y a los objetivos de instrucción (Schmidt et al., 1997).

Son distintas las líneas de investigación que contemplan el estudio  
135 Nivel intermedio entre el sistema escolar y el aula de clase, que incluye libros y otros materiales organizadores del currículo.

comparativo de libros; por ejemplo, se caracterizan diferencias y similitudes sobre cómo se estructura el contenido (Schmidt et al., 1996; Schmidt et al., 1997; Li, 2000; Aljami, 2012) y cómo la conceptualización de contenidos específicos se presenta en los distintos sistemas educativos (Fudson y Li, 2009; Li, Chen, An, 2009). Igualmente, se contempla el impacto potencial promovido por los libros de texto de distintas nacionalidades en cuanto a la comprensión de los estudiantes (Li, Chen, An, 2009) y se describe cómo los profesores utilizan los textos de mayor uso en sus respectivos países (Pepin et al., 2001). Asimismo, se determina la existencia de brechas entre los requerimientos curriculares establecidos en los países y lo que en realidad se desarrolla en los textos escolares (Son, 2005).

En particular, caracterizar cómo se estructura el contenido en los libros de texto de sistemas educativos distintos, tendencia en la que se inscribe este trabajo, es determinante para comprender algunos de los fenómenos que subyacen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, pues, dependiendo de cómo se estructuren los tópicos, se promueven “enfoques pedagógicos y oportunidades diferentes para el aprendizaje de los estudiantes” (Stein et al., 2007, p. 327; en Aljami, 2012, p. 240). Estas investigaciones potencian el desarrollo de los libros y contribuyen a la mejora de la calidad de la educación de las matemáticas en todo el mundo: influyen en qué y cómo los profesores enseñan (Aljami, 2012).

Trabajos de esta naturaleza han detectado formas distintas respecto a cómo, entre un sistema educativo y otro, se estructura, secuencia y enfatiza una misma temática, lo cual permite evidenciar maneras distintas de abordar los contenidos matemáticos y, en consecuencia, sus repercusiones en el aula.

El TIMSS, por ejemplo, consideró la relación currículo-organización de los libros de matemáticas y ciencias en 48 países. Se analizaron “pequeños segmentos sin lesiones de tipo narrativo, bloques de información gráfica relacionada o no con instrucciones narrativas, conjunto de ejercicios y preguntas, actividades sugeridas, ejemplos matemáticos desarrollados u otros” (Schmidt et al., 1996, p. 200). Esta investigación demostró que existe una variación generalizada en términos de los tópicos incluidos en los diferentes países; lo mismo sucede al considerar la diversidad de contenidos de un año de edición a otro (Schmidt et al., 1997).

Investigaciones más recientes, aunque en menor escala, demuestran que en los libros de Estados Unidos la presentación de los contenidos suele retrasarse varios años en relación con las privilegiadas en otros países. Tales estudios también evidencian que los contenidos en cuestión aparecen de forma menos abreviada, más fragmentada y ofrecen mayores oportunidades para la experimentación de problemas contextualizados (Mesa, 2010; Li, 2000).

Aljami (2012), al analizar las características físicas de textos escolares, la

estructura y secuencia de las lecciones y las características de los problemas de fracciones, evidenció una diferencia significativa entre el porcentaje de páginas que en los libros de texto de USA y Kuwait suscitan el estudio de las fracciones, y el contemplado en los libros japoneses, lo cual es consecuencia de un alto grado de repetición de los temas y tareas abordados. Además, este estudio llama la atención sobre este hecho: los manuales japoneses no inician las fracciones hasta el tercer grado de educación básica, cuando utilizan modelos lineales y articulan el concepto de fracción con el de la medida; al contrario, los de USA y Kuwait incluyen este tópico desde el primer grado; los primeros recurren intensivamente al material concreto para ilustrar ideas de fracción; los segundos, por su parte, consideran esporádicamente representaciones pictóricas. Los libros de los tres países enfatizan en el uso de algoritmos estándares como el método principal de cálculo.

Teniendo en cuenta esto, es claro que la investigación en torno a cómo se estructura y secuencia el contenido en los libros de sistemas educativos distintos es un asunto de interés para la educación matemática. En este sentido, este estudio aportará elementos para comprender cómo los libros españoles y colombianos consideran las funciones de control para suscitar el desarrollo de la visualización a través del estudio del área.

### ***3.3 Objetivo y preguntas de la investigación***

En este trabajo se documentan las similitudes y diferencias estructurales y de secuenciación presentes en los textos escolares colombianos y españoles para el desarrollo de la visualización a través del tratamiento del área. Caracterizar cómo estos materiales inducen el desarrollo de la visualización a través del concepto de área exige contemplar, entre diferentes aspectos, cómo se consideran los elementos constitutivos de la visualización, la complejidad y las funciones visuales, así como las estructuras y funciones de control (Marmolejo, 2014). En esta investigación se contempla de forma exclusiva la pregunta: ¿Cómo se promueve el desarrollo de la visualización a través de las funciones de control incluidas en los libros al tratar el concepto de área?

En particular, se pretende responder a las preguntas:

- ¿Qué funciones de control visual se contemplan más (o menos) para fomentar el desarrollo del concepto de área?
- En relación con el área, ¿qué tópicos considera en mayor o menor medida cada una de las funciones de control visual identificadas?
- ¿Cómo se suscita, en cada tópico, la función de control visual según los ciclos de enseñanza en los que se contempla el concepto de área?

El trabajo considerará la estructura y secuencia de las lecciones sobre área implementadas y las características de las tareas presentadas en los libros de los primeros seis grados de la educación básica obligatoria de mayor uso en los dos sistemas educativos analizados.

El realizar un estudio comparativo ayudará a establecer si los manuales de los países analizados se rigen por los mismos parámetros para promover explícita o implícitamente el desarrollo de la visualización. En consecuencia, la investigación aportará elementos de base para entender cómo se promueve el desarrollo visual en dichos países. Los resultados deben potenciar el desarrollo de libros de texto, así como su uso, lo cual mejorará la calidad de la educación matemática a nivel internacional.

### ***3.4 Funciones de control visual***

El control de las acciones cognitivas es un elemento clave de la metacognición (Flavell, 1976). Alude a la planificación de comportamientos; también, a la selección y discriminación de los aspectos que determinan la evaluación de las decisiones realizadas y los resultados de los planes ejecutados (Balacheff y Gaudin, 2010). Además, el control desempeña un papel importante en la resolución de problemas (Schoenfeld, 1992). En este sentido, permite diferenciar los tipos de concepciones presentes en los estudiantes (Balacheff, Gaudin, 2010), predecir el funcionamiento académico de un individuo (Spy, McDiarmid, Cwik, Stalets, Hamby y Senn, 2004; Blair y Razza, 2007) y posibilitar la explicación de los procesos de refutación, validación y modelización (Burgermeister y Coray, 2008). Asimismo, el control influye positiva y significativamente en la aceptación de equidad entre los estudiantes y en el rendimiento matemático escolar (Oberle, 2013).

Los libros de texto promueven control sobre las maneras de proceder en el desarrollo de una actividad matemática; introducen elementos para controlar la actividad matemática y las respuestas del lector. Es el caso de las "sentencias escritas en modo imperativo "probar", "calcular", "encontrar", "simplificar" ..., junto a las preguntas y a las afirmaciones en ellos realizadas" (Love y Pimm, 1996, p. 381).

Además, estos materiales didácticos incluyen estrategias y elementos para favorecer la aplicación de formas de proceder específicas; también, para explicitar que "las funciones y tareas explícitas e implícitamente asignadas han sido satisfactoriamente seguidas por el lector" (Love y Pimm, 1996, p. 381). Algunos trabajos determinan la existencia de control en los libros de texto tanto en procesos de verificación (Mesa, 2004, 2010) y de razonamiento (Lithner, 2004) como de visualización (Marmolejo y González, 2015; Marmolejo, Vega y Galeano, 2020).

Esta investigación consideró un marco conceptual para caracterizar el efecto del control ejercido por los libros sobre los tipos de visualización considerados

en el tratamiento del área de superficies planas. Este marco surgió de referentes teóricos ya establecidos y del debate académico científico, así como de la revisión de la forma como la visualización interviene en los libros. En este marco conceptual se caracterizan los tipos de función de control visual, los cuales establecen las formas como se promueve el control visual sobre los elementos visuales<sup>136</sup> (marmolejo y González, 2013a) y su efecto en el control establecido (función de control visual), mediante la acción de estrategias utilizadas para favorecer la inclusión de uno y otro tipo de visualización; o sea, la consideración de elementos de control visual<sup>137</sup> (Marmolejo y González, 2015).

Son tres las funciones de control visual: simple o disjunta, refuerzo y ambigua. Para caracterizarlas, se contempló tanto el número de elementos generadores de control considerados como el número de elementos de visualización en juego; en seguida, se definen y ejemplifican. Al finalizar este apartado, se determina un marco de referencia para organizar el desarrollo de la visualización en el aula.

### **3.4.1 Función simple o disjunta.**

Se produce cuando el elemento o los elementos generadores de control suscitan, parcial o totalmente, un flujo visual, específico y pertinente a la resolución de la tarea planteada. En caso de ser un único elemento de control el incluido, este, por sí mismo, determina parte o la totalidad de los elementos visuales en cuestión (función de control visual simple). Ahora, si son varios los elementos de control involucrados, cada uno induce control en partes distintas de la secuencia visual. De esta manera, los elementos de control determinan, parcial o totalmente, el flujo visual en juego (función de control visual disjunta).

El desarrollo de la visualización debe contemplar el diseño y aplicación de tareas cuyo grado de complejidad vaya de menor a mayor (Duval, 2017). Se determinan niveles de complejidad distintos según las posibilidades brindadas

136 Determinan cuál es la secuencia visual contemplada. Las operaciones (reconfiguración, configuración, traslación, rotación, entre otras) aluden a la naturaleza de los cambios figurales introducidos e inducen la comprensión de propiedades y conceptos de área. Los cambios figurales (real, parcial, intermitente, intrínseco y no real) y dimensionales (fijo, operatorio y desdoblamiento) caracterizan respectivamente la aprehensión operatoria y la deconstrucción dimensional de las formas. Los cambios de focalización (configural, intrafigural y mixto) suscitan cambios en la visualización centrados en unidades visuales de naturaleza bidimensional, y los flujos visuales (lineal y en circuito) establece el orden y sentido del tipo de visualización aplicado.

137 Son cuatro los elementos generadores de control: contenido, procedimiento, iconismo y visibilidad. El contenido se refiere a la visualización que subyace a la definición de un concepto, propiedad o fórmula; el procedimiento, por su parte, alude a la visualización desplegada en el desarrollo de una tarea (por lo general mediante ejemplos). Se habla de iconismo cuando “la figura representa o alude a un objeto físico o a una acción física, en este caso las características del objeto o de la acción planteada guían la manera de proceder visualmente” (p. 318) y, para la visibilidad, se considera que “la introducción de ciertos elementos en la figura o la consideración de algunas de sus características privilegian u obstaculizan unas formas de ver en detrimento de otras” (p. 316).



para identificar todos o una parte de los elementos de la secuencia visual; es decir, si sobre todos los elementos visuales se ejerce control, entonces la visualización en juego puede quedar totalmente determinada (función simple). Cuando no es así, el sujeto, por sí mismo, debe reconocer algún o algunos de los elementos de la secuencia visual no controlados; también, debe identificar su naturaleza y asignarles un lugar en la secuencia visual (función disjunta). En el primer tipo de tareas, la complejidad subyacente en su resolución es menor que en aquellas donde el control se enfatiza parcialmente.

Por otro lado, tareas donde el control se enfatiza parcialmente también pueden considerarse cuando los estudiantes aplican los contenidos y habilidades visuales aprendidas; entonces, identificar los elementos visuales sobre los cuales no se induce control es un medidor del desarrollo visual. Así, pues, los casos donde la función disjunta está presente constituyen una herramienta para evaluar el desarrollo visual y la apropiación de elementos matemáticos.

A continuación, se ejemplifica la función de control simple (tarea tomada de Matemáticas 3, Editorial Anaya, de España, p. 179). Se pide dividir un cuadrado representado sobre un fondo cuadrículado en dos triángulos rectángulos (Figura 3.1). Sobre la figura inicial (cuadrado), se debe realizar un fraccionamiento en dos triángulos; luego, pasar de centrar la atención en el cuadrado a hacerlo en las sub-figuras en él formadas. Para verificar que cada sub-figura cumple con la condición exigida (ser triángulos rectángulos), es necesario pasar de centrar la atención en las características perceptivas globales de cada uno de los triángulos a hacerlo en sus elementos (ángulos rectos).

El fraccionamiento introducido sobre la figura de partida hace que uno de los triángulos ("verde") se represente en una posición no prototípica. En consecuencia, los alumnos, al menos algunos de ellos, necesitarán aplicar sobre él, de manera previa al segundo cambio de focalización, una operación de rotación.

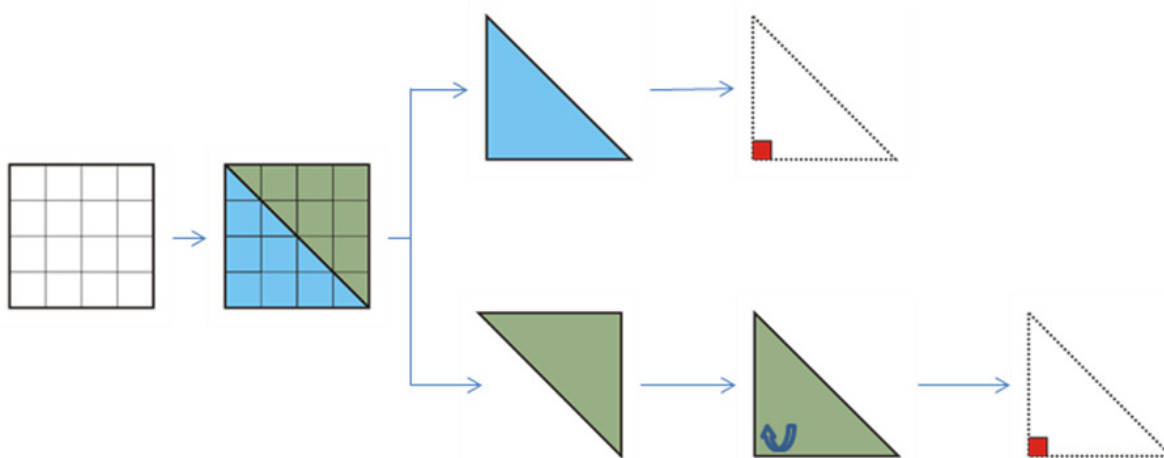


Figura 3.1. Despliegue del tipo de visualización a considerar para fraccionar un cuadrado en dos triángulos. Elaboración propia.



Al tomar en cuenta esto, son tres los elementos a los que recurre el libro de texto en la presentación de esta tarea: el procedimiento, el contenido y la visibilidad. El primero exige la aplicación de una descomposición por fraccionamiento de la figura de inicio (a través de la lengua natural se alude a la acción “dividir”). Se indica, además, tanto la forma como el número de partes en que ha de fraccionarse la figura de partida. Con respecto al contenido, está presente cuando se debe aplicar un cambio de focalización: pasar de centrar la atención de las sub-figuras triangulares a los ángulos rectos constituyentes. En este caso, la definición de triángulo rectángulo desempeña el papel que proyecta tal forma de actuar. Por último, la representación de uno de los triángulos en una posición distinta de la habitual exige la aplicación de una rotación (para muchos estudiantes, esta acción es necesaria para reconocer al triángulo como rectángulo). En este ejemplo se ejerce control sobre todos los elementos de la secuencia visual en juego.

### **3.4.2 Función por refuerzo.**

Se realiza cuando son varios los elementos generadores de control introducidos en la actividad o tarea que, en conjunto, imponen una única manera de ver pertinente a su desarrollo o comprensión. En este tipo de función de control, más de un elemento suscita focalizar la atención en un mismo aspecto de la secuencia visual, no necesariamente en todos.

Para promover el desarrollo de la visualización se precisa discriminar las transformaciones figurales. Esto conlleva reconocer sus aspectos determinantes y la forma como se articulan, pero, para la mayoría de los estudiantes, tal discriminación está lejos de ser obvia y espontánea, razón por la cual es necesario un tratamiento específico y explícito que lo promueva (Marmolejo y Vega, 2012). Las tareas diseñadas para tal propósito deben considerar elementos de control para invitar a la focalización de los elementos visuales fundamentales, pero la inclusión y propósito de los elementos de control visual pueden pasar desapercibidos en las primeras etapas del desarrollo visual de un sujeto.

Por tanto, es necesario asumir decisiones específicas para suscitar que los elementos de control funjan como tales. En este sentido, la función de control por refuerzo desempeña un papel determinante, pues la presencia de varios elementos de control sobre un mismo aspecto de una secuencia visual genera mayores posibilidades para su discriminación que el considerar un único o ningún elemento de control para hacerlo.

No obstante, como en seguida se podrá en evidencia, las posibilidades que brinda la función de control por refuerzo depende de la forma como se asume en el desarrollo de la tarea, asimismo de la naturaleza de los elementos de control considerados.

Al resolver una tarea en que la función de control por refuerzo está presente,

es posible considerar todos o, al menos, dos de los elementos de control que propician la focalización en un aspecto visual determinado, o tener en cuenta uno e ignorar el resto. En la primera forma existe mayor probabilidad que en la segunda para focalizar la atención en los aspectos visuales claves. Ahora, si se considera solo uno de los elementos de control, entonces la función de control deja de ser por refuerzo y pasa a ser simple, incluso disjunta.

Si depende del elemento de control contemplado o ignorado, podrían privilegiarse formas de proceder no adecuadas para el tratamiento de las figuras, incluso inducir procedimientos matemáticos sesgados o incorrectos. En tales casos, la visualización no actuaría como un soporte de la intuición; al contrario, sería un obstáculo. Los tipos de control visual icónico y visibilidad, en mayor medida, conducen a formas de proceder no adecuadas.

El control visual por contenido, por su parte, si se ignora, desliga el procedimiento aplicado de todo referente matemático (Marmolejo, 2014). A través del control icónico se centra la atención en las características de los objetos o las situaciones cotidianas aludidas y no en el registro usado (Marmolejo, 2014). En consecuencia, este tipo de control suscitaría ignorar las propiedades que conforman las figuras, así como su tratamiento.

Si bien la visualización puede discriminarse según el grado de visibilidad introducido (Padilla, 1992), no todos sus elementos constituyen variables visuales semióticamente pertinentes (Duval, 2017). Este es el caso del contraste (color, intensidad y grosor) y de los índices (marcas y notaciones suplementarias). Los primeros "no son susceptibles de representar intrínsecamente relaciones proyectivas o topológicas" (p. 149), los segundos "no permiten hablar solo en términos de variables visuales" (p. 149).

El proceso de comprensión exigido en la siguiente actividad evidencia la presencia de la función de control por refuerzo (Figura 3.2).

Con un rombo, hacemos un rectángulo:

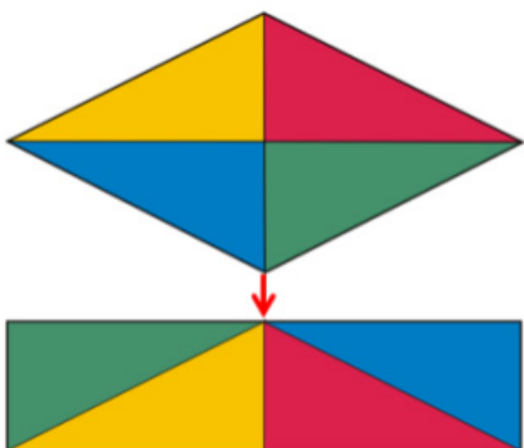


Figura 3.2. Tarea tomada de Matemáticas 3. Editorial Anaya (España), p. 183.

Se trata de reconocer la transformación de un rombo en rectángulo (operación visual de reconfiguración). En el proceso, la cantidad de área de las dos figuras es la misma. Para hacerlo, ambas figuras se representaron descompuestas en cuatro sub-figuras, todas de forma triangular y con igual cantidad de área. En la actividad se incluye una flecha para indicar la dirección de la transformación aplicada. De esta forma, se expone un despliegue parcial del procedimiento de comprensión a seguir: se representan las figuras de inicio y de llegada, las "muestra" descompuestas en las partes claves a considerar en la transformación e introduce colores iguales para designar las sub-figuras de una figura a otra (amarillo, azul, rojo y verde).

Para comprender cuál fue el camino seguido para transformar una figura en otra se precisa compararlas: focalizar la atención en las cuatro sub-figuras constitutivas de cada una, asociar cada par de sub-figuras según el color usado para designarlas (amarillo con amarillo, rojo con rojo, etc.), y discriminar cuál fue la operación visual aplicada para ubicar cada una de las sub-figuras que conforman la figura de partida en la figura de llegada. De esta manera se pone en evidencia que las sub-figuras designadas con color rojo y amarillo se trasladaron verticalmente hacia abajo; a las sub-figuras designadas con colores verdes y azul, por su parte, se les aplicó una composición de traslaciones (vertical y horizontal).

Teniendo en cuenta esto, fueron dos los elementos de control introducidos en la actividad: procedimiento y visibilidad, ambos con el propósito de promover la discriminación de la operación de reconfiguración. El primero aparece en dos formas distintas: en la consigna de la actividad se señala la acción a considerar y tanto figura de partida como de llegada se representan descompuestas en las partes claves para comprender cómo se realizó la transformación. En cuanto a la visibilidad, se demarca por la introducción de colores, marcas (flecha) y el fraccionamiento. Estos elementos, en conjunto, minimizan la complejidad que subyace en la identificación de la reconfiguración de la segunda figura.

### **3.4.3 Función ambigua.**

Se produce cuando varios elementos ejercen control sobre el tipo de visualización a explicitar. Unos elementos de control suscitan la focalización de elementos visuales claves que determinan maneras de ver pertinentes para la resolución de la tarea propuesta; otros, al contrario, suscitan visualizaciones de naturaleza distinta, en este caso no pertinentes o que conllevan a procedimientos engorrosos. Desde un punto de vista distinto, la ambigüedad también puede producirse por la presencia parcial de elementos de control: mientras unos invitan a focalizar la atención sobre elementos visuales claves, los otros lo hacen sobre elementos visuales innecesarios o no pertinentes.

Este tipo de función de control puede constituirse en un obstáculo para el diseño de tareas que promuevan el desarrollo de la visualización. Esto, al menos, en los primeros momentos, cuando se pretende favorecer el desarrollo visual.

Por ejemplo, una estrategia a considerar para tal fin, entre otras posibles, es la exposición de tareas donde se promueva la aprehensión de formas de ver específicas y donde los flujos visuales en juego impliquen niveles de complejidad cada vez más exigentes para su explicitación. En estos casos, la inclusión asertiva de elementos de control desempeña el rol decisivo. Por un lado, ellos organizan la focalización de uno y solo un tipo de flujo visual, que determina aspectos específicos de la forma de ver a reflexionar. Por otro lado, permiten el diseño de tareas donde el nivel de complejidad visual varía; en consecuencia, posibilitan la enseñanza de formas de ver cada vez más elaboradas y acordes a las exigencias que las matemáticas requiere.

Pero esto no es posible si los elementos de control incluidos suscitan en una misma tarea flujos visuales distintos, no todos claves para su resolución, lo cual sucede cuando la función de control visual es ambigua. En dichos casos, la figura no es un soporte a la intuición; al contrario, constituye una trampa para ella (Mesquita, 1989).

El aporte de la función de control visual ambigua en el diseño de propuestas de enseñanza que pretenden promover el desarrollo de la visualización puede centrarse en la fase de evaluación de las habilidades alcanzadas. En este caso, se deben considerar tareas que brinden autonomía visual a quien intenta resolverlas; es decir, tareas en las que el resolutor debe tomar, por sí mismo, posición sobre los distintos elementos visuales reseñados en la tarea, que se enfatizan por la inclusión de elementos de control. En tales casos, él debe ignorar el efecto visual producido por algunos de los elementos de control incluidos y favorecer el efecto producido por otros. En estos casos, la función de control visual ambigua puede suscitar el diseño de tareas que garanticen diferentes grados de autonomía visual.

En la tarea expuesta en la Figura 3.3, se pide calcular la medida de la cantidad de área de un polígono irregular. Para resolver la actividad propuesta es necesario, primero, fraccionar la superficie del polígono en sub-figuras con formas que se puedan asociar a fórmulas de área; por ejemplo, cuadrados, rectángulos, triángulos, trapecios, etc. En este sentido, el polígono es susceptible de dos tipos de descomposición:

-Dos sub-figuras triangulares y dos rectangulares: la introducción de líneas punteadas y de números para indicar medidas lineales específicas suscita la división del polígono en dos triángulos rectángulos. Uno de base 10 cm y altura 12 cm; otro de altura 5 cm y base desconocida. La superficie restante del polígono también invita a un fraccionamiento: dos rectángulos. En este caso, son elementos de control que suscitan el fraccionamiento del contorno global de la parte en cuestión y las líneas punteadas que indican las longitudes 12 m y 5 m.

-Dos trapezios: el elemento de control que suscita este fraccionamiento es el contenido: la tarea forma parte de un apartado que trata el cálculo de áreas de trapezios. Entonces, no es de más esperar que quien intenta resolver la tarea busque trapezios en la superficie del polígono.

Obtén el área de la siguiente figura:

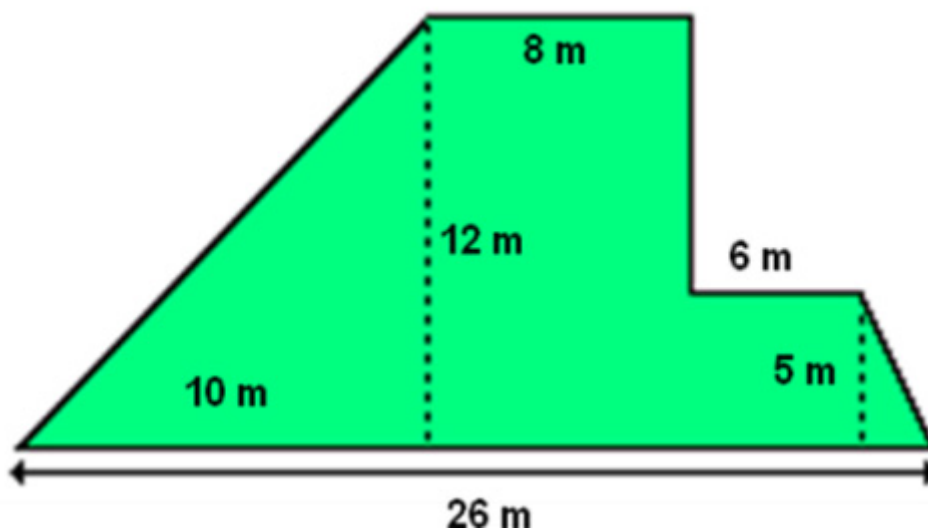


Figura 3.3. Control ambiguo. Tarea tomada de *Matemáticas 1 ESO*. Editorial Santillana (España), p. 215.

Para resolver la actividad propuesta e independientemente del tipo de fraccionamiento privilegiado, se debe centrar la atención en las sub-figuras en que se dividió la figura y aplicar en cada una la fórmula correspondiente.

En la tarea no se dan todos los datos necesarios para sustituir en la fórmula correspondiente. Estos deben discriminarse mediante tratamientos aritméticos sustentados en tratamientos figurales (unidimensionales: sustracción y traslación de segmentos). Por ejemplo, si el fraccionamiento se hace en dos trapezios, las longitudes de las bases mayores se las debe calcular comparando la base total de la figura a medir (26 m) con las bases menores de los dos trapezios y con la de uno de los triángulos. Esto implica aplicar operaciones visuales sobre unidades de dimensión 1 del polígono regular (desdoblamientos, traslaciones y sustracciones).

La ambigüedad en el control en esta tarea se introduce al posibilitarse dos tipos de fraccionamiento sobre el polígono. Como ya se indicó, el segundo fraccionamiento es coherente con el tópico en estudio, no el primero. Pero dividir la superficie del polígono en dos triángulos es el fraccionamiento que espontáneamente se impone. En consecuencia, las fórmulas de área a considerar para resolver la tarea serían la del triángulo y la del rectángulo, no la fórmula de área del trapecio, que es objeto de estudio en el apartado donde está la tarea.

### ***3.5 Un marco de referencia para el desarrollo de la visualización mediante la inclusión de funciones de control visual***

Las funciones de control visual funcionan como elementos de base para organizar un marco de referencia para suscitar el desarrollo de la visualización en contextos escolares: la consideración de cada función de control visual permite el diseño de tareas visuales de naturaleza y complejidad distintas, lo cual permite controlar el orden de complejidad de las actividades diseñadas para promover todo tipo de reflexión sobre las distintas clases de transformación que permiten las figuras. También, propicia el entrenamiento para discriminar cuáles de esas formas de ver son idóneas y potentes o no pertinentes y ambiguas para el desarrollo de una tarea. En breve, las funciones de control visual constituyen una herramienta potente para los educadores. A partir de su uso, los profesores pueden propiciar que las figuras fuesen soportes intuitos en el estudio de las matemáticas.

El marco referencial reseñado considera tres fases:

-Fase I del desarrollo visual (existencia de elementos visuales): una primera fase del desarrollo visual debe contemplar tareas que susciten el descubrimiento de los distintos elementos visuales que determinan el estudio de las matemáticas (operaciones, cambios figurales, cambios dimensionales y de focalización). Estas tareas también deben permitir experimentar cómo los elementos visuales pueden movilizarse en el desarrollo de actividades matemáticas diversas. Para lograrlo, es prudente considerar de forma separada el estudio de cada uno de los elementos visuales.

Para organizar tareas que cumplan tal fin es necesario, por un lado, explicitar las distintas formas cómo aparece cada uno de los elementos visuales y, según sus características, establecer cuáles son más o menos complejas de aplicar. Por otro lado, para cada una de esas formas se precisa introducir elementos de control que de forma gradual susciten su focalización.

En esta primera instancia, la función de control por refuerzo desempeña un rol básico: propicia la introducción conjunta de elementos de control para enfatizar un mismo elemento visual. En consecuencia, esta función asigna una alta probabilidad para que un elemento visual (en una de las formas como se describe) se discriminara y considerara, tema determinante para los estudiantes que desconocen la existencia de los elementos visuales y de su rol en el estudio de las matemáticas.



-Fase II del desarrollo visual (existencia y discriminación de flujos visuales): la atención se focaliza en la articulación de elementos visuales (secuencia visual) para determinar la resolución de actividades matemáticas específicas.

De esta manera, esta fase del desarrollo visual tiene por propósito, en una primera instancia, comprender cómo los elementos visuales suelen aparecer articulados entre sí (independientemente de su naturaleza). En cuanto a su orden de aparición, que no lo determina la naturaleza del elemento visual contemplado. Igualmente, que algunos elementos visuales pueden aparecer de forma reiterativa y con descriptores distintos. Teniendo en cuenta esto, el diseño de tareas a considerar en el primer propósito de esta fase debe incluir elementos de control para resaltar todos y cada uno de los elementos visuales a movilizar. En este sentido, la función de control visual simple desempeñará un papel predominante y esencial. En una segunda instancia de esta fase, el propósito es discriminar el flujo visual clave para la resolución de tareas específicas, donde solo algunos elementos visuales se evidencian a través de la inclusión de elementos de control. La función de control imperante, en este caso, es la función de control visual disjunta.

Las tareas a considerar para promover esta fase del desarrollo visual son, sin lugar a dudas, cognitivamente más complejas que las asumidas en la primera de las fases. No es igual considerar varios elementos de control para suscitar la focalización en un mismo descriptor de un elemento visual que solo incluir uno.

En cuanto al grado de autonomía visual demandado en la resolución de tareas de esta naturaleza, también es mayor el contemplado en las tareas a asumir en la segunda instancia de la presente fase que el correspondiente tanto en las tareas implementadas en las de la fase previa como las consideradas en la primera instancia de esta fase. No es igual que quien resuelve la tarea debiera, por sí mismo y sin ayuda alguna, buscar los elementos visuales para determinar el flujo visual clave, a que, si tales elementos visuales se encuentran "resaltados", de alguna manera, por acción de la inclusión de elementos de control, pues, en el primero de los casos, quien resuelve la tarea debe, por sí mismo y sin ayuda alguna, buscar elementos visuales no resaltados por acción de los elementos de control.

-Fase III del desarrollo visual (diferenciación entre flujos visuales pertinentes y no pertinentes): esta fase es la última a considerar en un proceso de desarrollo de la visualización. Es la de mayor complejidad cognitiva y determina las exigencias visuales que la resolución o comprensión de la actividad matemática requiere.

La atención recae en promover la reflexión acerca de cómo una misma figura puede desencadenar distintas visualizaciones, no todas pertinentes o

económicas para la resolución de la actividad propuesta. Las tareas que susciten tal reflexión deben explicitar diferentes flujos visuales; también, deben solicitar explícitamente la discriminación de los flujos visuales y la identificación del papel a desempeñar en la resolución de la tarea; es decir, es pertinente, no pertinente o pertinente y engorroso. En este sentido, los elementos de control incluidos evidencian la presencia de uno y otro flujo visual. Obviamente, las tareas donde la función de control visual ambigua esté presente son las ideales para tal fin.

### **3.6 Método y materiales**

En seguida, algunas precisiones al respecto.

#### **3.6.1 Naturaleza de la investigación.**

Se inscribe en el paradigma de la investigación de contenido de libros de textos (Love y Pimm, 1996). Puntualmente, se asume un acercamiento cualitativo y descriptivo (Bisquerra, 1989). Para la captación, selección y análisis de datos, se considera un análisis comparativo, cuantitativo, descriptivo e interpretativo (Bisquerra, 1989). Las categorías de análisis se seleccionaron inductivamente; es decir, se extrajeron directamente de los procedimientos de resolución propuestos o exigidos en las tareas de los libros de texto (Bisquerra, 1989). Para la interpretación de los datos, se consideró el análisis funcional sobre el rol que desempeña la visualización en el estudio de las matemáticas (Duval, 2017) y el control de acciones meta-cognitivas (Balacheff y Gaudin, 2010).

#### **3.6.2 Población, criterios de selección y unidades de análisis.**

Se analizaron 36 libros de texto de seis editoriales de España y Colombia. Los libros se utilizaban para la enseñanza de las matemáticas en los primeros seis grados de educación básica obligatoria. Se consideraron los capítulos de Geometría y Medición, donde se promueve el estudio, explícito o implícito, del área de superficies planas. Un total de 2561 tareas se analizaron: 1.281 (50.02%) pertenecen a los textos de las editoriales españolas y 1280 (49.08%) a los manuales de las editoriales colombianas. Como unidades de información se contemplaron las definiciones, los ejemplos y las tareas propuestas en los libros de texto.

Tres criterios se consideraron para seleccionar los libros de texto: uno, asociado al conocimiento que el investigador tiene de los programas educativos de los países considerados (ubicación geográfica); otro, a la facilidad de acceso de los libros de texto (accesibilidad); el último criterio, relacionado con la comercialización de los libros: libros de las editoriales de mayor comercialización en las regiones contempladas (representatividad).

En este sentido, se contemplaron los libros de texto de las editoriales Anaya, SM y Voluntad (España) y las editoriales Anaya, Santillana y Voluntad

(Colombia). Para la selección de los grados de escolaridad, se tuvieron en cuenta las políticas educativas que organizan la enseñanza de las matemáticas en Colombia y España; respectivamente, siete grados en España (1° de primaria a 1° de ESO) y ocho en Colombia (1° a 8° de educación básica).

No obstante, los grados 7°, 8° (en Colombia) y 1° de ESO (en España) no se incluyeron en la investigación. Esta decisión se explica, pues uno de los propósitos de la investigación fue comparar los libros de texto según el grado de escolaridad y la atención recayó en el registro semiótico de las figuras geométricas. En este sentido, por un lado, el área fue objeto de reflexión en el grado 8° del sistema educativo colombiano, pero no en el grado equivalente español (2° de ESO). Por otro lado, mientras que en 1° de ESO se consideraron las figuras geométricas para promover el estudio del área, en el grado equivalente colombiano (7°) la atención recayó en el registro semiótico de los gráficos cartesianos.

### **3.6.3 Diseño del instrumento de análisis.**

Tres categorías de análisis conformaron el instrumento: Tópicos matemáticos del área, Ciclos de enseñanza y Funciones de control visual. Para su definición y caracterización, se consideraron los procedimientos de resolución explicitados en las unidades de análisis asumidas en la investigación. De esta manera, se identificaron, en la primera categoría, tres formas cómo los libros de texto suscitan el estudio del área: como un tipo de magnitud (CA), como la medida de una porción de esa magnitud (MA) y a través de la articulación del área (magnitud o medida) con el perímetro (PA). En la segunda categoría, por su parte, se establecieron tres ciclos de enseñanza, donde la atención del área fue objeto de reflexión: primero a tercero de educación básica (C1), tercero y cuarto grado (C2), y quinto y sexto grado (C3).

Para la definición y tipificación de la categoría Funciones de control visual, se necesitó, en primera instancia, responder a la pregunta ¿cómo y a través de qué elementos o estrategias los textos escolares suscitan el recurso a la visualización en la comprensión y/o desarrollo de las tareas sobre áreas de superficies planas?

De esta manera, se procedió a un meticuloso seguimiento de las indicaciones dadas en las definiciones y en los procedimientos desarrollados en los ejemplos de los libros. También, en los aspectos constitutivos tanto de los enunciados como de las configuraciones geométricas presentes en las actividades propuestas para que realizaran los estudiantes. Su caracterización exigió adaptaciones de los referentes teóricos que determinan la visualización asociada a las figuras geométricas (Duval, 1995, 2003, 2005, 2017) y la noción de estructura de control de Balacheff y Gaudin (2010).

Al tomar en cuenta esto, primero se identificaron aquellos elementos de naturaleza visual que intervinieron en la forma como los libros de texto

suscitaron el estudio del área; igualmente, los elementos de control<sup>138</sup> incluidos para propiciar su consideración (ver Marmolejo y González, 2013b; 2015). La consideración conjunta de estos dos aspectos permitió, por un lado, la discriminación de las formas de ver a suscitar por los libros de texto, tema fundamental para la investigación, pues su interés recayó en este tipo de visualizaciones y no en todas las posibles y asociadas a la tarea propuesta. Por otro lado, permitió identificar el número de elementos de control incluidos en una tarea, el (los) aspecto (s) visual(es) sobre el (los) cual(es) podrían incidir y la forma como se promovió el control ejercido (función visual).

Luego, se procedió a revisar las tareas propuestas en uno de los libros analizados, seleccionado al azar. Se consideraron un total de 61 unidades de análisis, para las cuales se construyó una tabla que permitiera analizar los datos. Cada entrada correspondió a una tarea, al tópico de área movilizado, a los elementos de visualización imperantes y a los elementos de control incluidos. Se incluyó una entrada adicional para reseñar comentarios acerca de la manera cómo los elementos de control visual, presentes en cada tarea, ejercen control sobre la manera de ver que privilegia el manual. De esta forma, se establecieron tres maneras distintas cómo el libro de texto suele ejercer control visual: simple o disjunta, por refuerzo y ambigua (ver apartado 3).

#### **3.6.4 Validación del instrumento de análisis.**

En este caso, se discriminaron la efectividad, coherencia y replicabilidad de las categorías y descriptores de las categorías consideradas. Este proceso se realizó a través de dos fases:

-En la primera instancia, se realizó una fase piloto de codificación, con dos especialistas en educación matemática (validadores/fase 1), pero no en la temática abordada. De manera arbitraria y al azar, se seleccionaron 8 tareas presentes en dos capítulos de dos libros de una de las editoriales estudiadas. Tanto la editorial como los dos libros considerados se seleccionaron de forma aleatoria. Se elaboró un documento para definir y ejemplificar cada una de las categorías y sub-categorías consideradas en el instrumento. Por último, se diseñó una rejilla para determinar los elementos y clases de control visual introducidos.

---

138 Cuatro son los elementos generadores de control: contenido, procedimiento, iconismo y visibilidad. El contenido se refiere a la visualización que subyace a la definición de un concepto, propiedad o fórmula; el procedimiento, por su parte, alude a la visualización desplegada en el desarrollo de una tarea (por lo general mediante ejemplos). Se habla de iconismo cuando “la figura representa o alude a un objeto físico o a una acción física, en este caso las características del objeto o de la acción planteada guían la manera de proceder visualmente” (p. 318) y para la visibilidad se considera que “la introducción de ciertos elementos en la figura o la consideración de algunas de sus características privilegian u obstaculizan unas formas de ver en detrimento de otras” (p. 316).

Las copias digitales de los capítulos seleccionados, el documento reseñado en el párrafo anterior y la rejilla de análisis se entregaron a los dos investigadores, a los que se informó sobre el problema de investigación y el proceso que estaba en curso (codificación de las tareas de áreas de superficies planas entregadas). El grado de coincidencia entre los elementos de control visual discriminados en las tareas presentadas por los investigadores y los identificados por los validadores/fase 1 varió entre el 87,5% y el 100%.

Los resultados obtenidos, así como los comentarios realizados por los validadores/fase 1, se utilizaron para refinar las categorías de análisis y para seleccionar ejemplos cada vez más representativos que les caractericen de manera más adecuada y contundente posible.

-En la segunda instancia, se realizó una segunda fase piloto. Participaron en ella 2 investigadores en educación matemática y 15 estudiantes de tercer semestre de Licenciatura en Matemática de la Universidad de Nariño (Validadores/fase 2). Los investigadores no eran especialistas en la temática abordada y los estudiantes nunca habían reflexionado sobre la visualización y los elementos generadores de control. Se replicaron el mismo proceso y las mismas tareas de la primera fase piloto de codificación. En este caso, el grado de coincidencia entre los elementos de control visual discriminados por el investigador y los identificados por los validadores/fase 2 varió entre el 95% y el 100%. Estos valores permiten afirmar que el instrumento es válido y pueden aplicarlo investigadores y futuros educadores matemáticos no especialistas en el tema.

### **3.7 Resultados**

Al tomar en cuenta que los libros de texto influyen de forma significativa en cómo los tópicos de enseñanza se tratan en el aula (Love y Pimm, 1976), entonces los resultados de esta investigación aportarán elementos para comprender cómo el desarrollo visual tiende a promoverse en los sistemas educativos donde se usan los libros de texto. Para considerar esto, se contemplará cómo las funciones de control visual tienden a incluirse en los libros de texto analizados. En este sentido, la presentación de los resultados se considera según tres niveles de análisis: comparativo-global, comparativo por tópicos y comparativo por ciclos. En el primero, se contrastará la forma como los sistemas educativos colombiano y español, a través de las tareas que se incluyen en los libros de texto de mayor uso, suscitan el desarrollo de la visualización independientemente de los tópicos y de los ciclos de enseñanza donde se suscita el estudio del área de superficies planas. En cuanto a los otros dos niveles de análisis, se pretende responder a la pregunta: ¿las tendencias reportadas en el análisis comparativo-global persisten al considerar cada uno de los tópicos y cada uno de los ciclos de enseñanza a través de los cuales se suscita el estudio del área?

### 3.7.1 Análisis comparativo global.

La información incluida en la Tabla 3.1 muestra que en los países analizados las funciones de control visual se incluyen de forma similar en los libros de texto, tanto en cuál función es la más y menos contemplada como en los porcentajes de preguntas incluidas. En relación con el segundo aspecto, es importante señalar este aspecto: si bien existe diferencia entre los porcentajes de tareas consideradas en los libros de texto de ambos países para promover cada una de las funciones de control visual por refuerzo (más en España) y simple (más en Colombia), tal diferencia es mínima.

Función de Control	COLOMBIA		ESPAÑA	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Simple	381	29.74	341	26.64
Refuerzo	824	64.32	863	67.42
Ambigua	76	5.94	76	5.94
Total	1281	100	1280	100

Tabla 3.1. Análisis general comparativo: funciones de control visual en los libros colombianos y españoles. Independientemente de los tópicos de área y de los ciclos educativos. Frecuencias y porcentajes de tareas. Elaboración propia

Puntualmente, los resultados de la investigación evidencian que alrededor de las dos terceras partes de las tareas de los libros de texto promueven una función de control visual por refuerzo, menos de la tercera parte suscitan la función simple y menos de la sexta parte la función de control visual ambigua. Entonces, el reconocimiento de la existencia de los elementos visuales que determinan el estudio del área de superficies planas (Fase I del desarrollo visual) es el aspecto al que se le asigna mayor importancia para favorecer el desarrollo visual en España y Colombia, pero son menores las oportunidades brindadas en ambos países para promover reflexiones que inviten tanto a la comprensión de la existencia y discriminación de flujos visuales (Fase II del desarrollo visual) como a la diferenciación entre flujos visuales pertinentes y no pertinentes (Fase III del desarrollo visual), siendo el último de los aspectos el menos, y en menor medida, contemplado.

Estos resultados evidencian estas dos tendencias: 1) la oportunidad para promover el desarrollo de la visualización a través del estudio del área es similar en los sistemas educativos de España y Colombia (el orden cómo se privilegia cada una de las fases de desarrollo visual es igual); y 2) en estos sistemas educativos no existe un equilibrio para promover el desarrollo visual a través de sus distintas etapas (el porcentaje de preguntas para promover



cada una de las Fases de desarrollo visual no es equilibrado). Al contrario, la atención recae mayoritariamente en la Fase I del desarrollo visual (la primera a considerar: la más elemental, la de menor complejidad). En cuanto a la Fase II de desarrollo visual, se promueve de forma aceptable, incluso idónea (la tercera parte de las tareas la contemplan). Mientras que la Fase III del desarrollo visual, la más compleja y la última a contemplar, se considera poco o nulamente. Esto indica que en ambos países se generan importantes oportunidades para que se propicie el desarrollo de la visualización en sus dos primeras fases y no en la última.

### 3.7.2 Análisis comparativo por tópicos.

Los datos presentados en la Tabla 3.2 indican que la tendencia reportada en el análisis global persiste de forma parcial, si asumimos cada uno de tópicos de área contemplados en la investigación. Esto si focalizamos la atención en el orden de consideración de cada una de las etapas de desarrollo visual y no si se contempla el porcentaje de preguntas incluidas para suscitar cada una de esas etapas a través de los tres tópicos de área.

<b>CONTROL</b>	<b>CA</b>				<b>MA</b>				<b>PA</b>			
	<b>Col.</b>		<b>Esp.</b>		<b>Col.</b>		<b>Esp.</b>		<b>Col.</b>		<b>Esp.</b>	
	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>
Simple	262	29.74	129	22.63	94	27.98	154	26.69	25	39.06	58	43.61
Refuerzo	571	64.81	427	74.91	224	66.66	365	63.26	29	45.32	71	53.38
Ambiguo	48	5.45	14	2.46	18	5.36	58	10.05	10	15.62	4	3.01
<b>Total</b>	<b>881</b>	<b>100</b>	<b>570</b>	<b>100</b>	<b>336</b>	<b>100</b>	<b>577</b>	<b>100</b>	<b>64</b>	<b>100</b>	<b>133</b>	<b>100</b>

Tabla 3.2. Análisis global comparativo por países: funciones de control visual en los tópicos de área. Frecuencias y porcentajes de tareas. Elaboración propia

En relación con la segunda de las tendencias reseñadas en el párrafo anterior, alrededor de las dos terceras partes de las tareas promueven una función de control visual por refuerzo, menos de la tercera parte suscitan la función simple y menos de la sexta parte la función de control visual ambigua.

Esta particularidad persiste para ambos países en el tópico CA, para solo uno en el tópico MA y ninguno en el tópico PA. En el primero de los casos, la diferencia de los porcentajes de las tareas asignadas a cada una de las funciones entre los dos países es mayor que la reportada en el análisis global: a favor de Colombia en la función simple (alrededor de los 7 puntos), de España en la función refuerzo (casi 10 puntos) y a favor de Colombia en la función ambigua (aunque pequeña: casi 3 puntos).

En cuanto al t3pico MA, la tendencia solo persiste para el caso colombiano; en el espa3ol, la funci3n ambigua sobrepas3 la d3cima parte de las preguntas. En el t3pico PA, por su parte, la tendencia fue distinta en uno y otro pa3s: m3s de la tercera parte de las preguntas promovieron la funci3n de control visual simple y casi la mitad la funci3n refuerzo; la funci3n ambigua, solo para el caso colombiano, la contempl3 alrededor de la d3cima parte de las preguntas.

En resumen, se evidencia que las oportunidades brindadas por los sistemas educativos de Espa3a y Colombia para promover el desarrollo de la visualizaci3n son similares, si se asume el orden de consideraci3n de cada una de las fases de desarrollo visual. No, si se contemplan los porcentajes de preguntas incluidas para suscitar cada uno de los t3picos de 3rea asumidos en el estudio. Al respecto, en ambos sistemas educativos se observa el mismo desequilibrio reportado en el an3lisis comparativo-global. Esto se percibe, en mayor forma, en los t3picos CA y MA. El t3pico PA, por su parte, es el 3nico donde el desequilibrio rese3ado tiende a menguar, pero solo en el caso colombiano.

Otro aspecto a resaltar de los resultados se relaciona con las bajas oportunidades brindadas por los dos sistemas educativos para promover la Fase III del desarrollo visual: menos o alrededor de la d3cima parte de las tareas en todos los t3picos; salvo para el t3pico PA y solo en el caso colombiano, donde alrededor de la sexta parte de las tareas lo contemplan. Al respecto, el sistema educativo espa3ol brinda mayores oportunidades para favorecer su inclusi3n a trav3s del t3pico MA, mientras que el colombiano hace lo propio en CA y PA.

Si se estima que el porcentaje de preguntas consideradas para favorecer la Fase III de desarrollo visual aumenta en el t3pico PA solo para el caso colombiano, entonces, ¿este t3pico ser3a el lugar donde se ofrecer3an oportunidades m3s o menos equilibradas para suscitar el desarrollo de la visualizaci3n?

La respuesta a esta pregunta es no, pues, en la mayor3a de las tareas que consideran simult3neamente el 3rea y el per3metro, las relaciones posibles entre estas dos magnitudes no suelen ser objetos de reflexi3n. Al contrario, la atenci3n recay3 de forma exclusiva en un c3lculo aritm3tico de las medidas de cada una de ellas (Marmolejo, 2014). Por tal motivo, los tipos de visualizaci3n explicitados a trav3s del t3pico PA no movilizan la gran mayor3a de los elementos visuales que determinan el estudio de las matem3ticas, raz3n por la cual no es pertinente considerar las tareas incluidas por los libros de texto para suscitar el estudio de dicho t3pico y sustentar un proceso educativo id3neo para promover el desarrollo visual.

### **3.7.3 An3lisis comparativo por ciclos.**

Los datos presentados en la Tabla 3.3 indican que la tendencia reportada en el an3lisis comparativo-global persiste parcialmente seg3n los ciclos de

enseñanza contemplados en el estudio. Esto se cumple de forma similar a como se reportó en el nivel de análisis anterior: sí para el orden como se consideró cada una de las etapas del desarrollo visual; no para el porcentaje de preguntas incluido para cada una de ellas en cada uno de los ciclos de enseñanza.

<b>CONTROL</b>	<b>CA</b>				<b>MA</b>				<b>PA</b>			
	<b>Col.</b>		<b>Esp.</b>		<b>Col.</b>		<b>Esp.</b>		<b>Col.</b>		<b>Esp.</b>	
	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>
<i>Simple</i>	102	25.82	9	9.77	165	29.73	99	26.4	114	34.44	233	28.69
<i>Refuerzo</i>	271	68.61	82	88.17	360	64.86	253	67.47	193	58.31	528	65.02
<i>Ambiguo</i>	22	5.57	2	2.15	30	5.4	23	6.13	24	7.25	51	6.28
<i>Total</i>	395	100	93	100.01	555	99.99	375	100	331	100	812	99.99

Tabla 3.3. Análisis global comparativo por países: funciones de control visual según los ciclos de enseñanza. Frecuencias y porcentajes de tareas. Elaboración propia

En relación con el segundo aspecto reseñado en el párrafo anterior, la tendencia solo persiste en el primero de los ciclos de enseñanza, únicamente para el caso colombiano. En el caso español en este mismo ciclo, la función de control visual refuerzo está presente en cerca de la novena parte de las tareas, mientras que la función simple aparece en menos de la décima parte. En cuanto al segundo ciclo de enseñanza, en Colombia menos de la tercera parte de las tareas suscitan una función de control visual por refuerzo; en España, más de la sexta parte de las tareas incluyen una función ambigua. En fin, en el último de los ciclos de enseñanza, para el caso colombiano, más de la tercera parte de las tareas consideran la función de control visual simple, menos de las dos terceras partes la función refuerzo y más de la sexta parte la función ambigua. En el caso español, la función de control visual refuerzo está presente en menos de las dos terceras partes de las tareas y la función ambigua en más de la sexta parte.

Estos resultados resaltan la persistencia de un desequilibrio en la forma cómo pueden promover cada una de las etapas del desarrollo de la visualización según los ciclos de enseñanza contemplados en la investigación. Esto solo en los dos primeros ciclos de enseñanza, donde España, en el primer ciclo, es el sistema educativo que brinda mayores oportunidades para favorecer la inclusión de la primera de las fases de desarrollo visual; el colombiano hace lo propio para la Fase II. Por su parte, para la Fase III, son mínimas las posibilidades brindadas por ambos países, más en Colombia que en España. En relación con el segundo ciclo de enseñanza, son muy pequeñas las diferencias entre los porcentajes de tareas que pueden suscitar las distintas fases de desarrollo visual entre los dos países, siendo la Fase II la más considerada en Colombia, mientras que las Fases I y III lo fueron en España. Por último, el tercer ciclo de enseñanza fue

el único donde el desequilibrio fue menor, pero esto solo sucedió en el caso colombiano, donde el porcentaje de aparición de la función de control visual refuerzo fue menor de la sexta parte de las tareas, mientras la función simple ronda la tercera parte y la función ambigua está presente en más de la séptima parte de las tareas.

Al final, los resultados también evidencian que en los dos sistemas educativos existe la tendencia de privilegiar la primera de las etapas que se deben considerar en el desarrollo visual, pero al tomar en cuenta una fracción de preguntas menor a medida que los ciclos de enseñanza aumentan, mientras que el comportamiento de la segunda y tercera etapa es inverso, siendo el tercero de los ciclos donde existe el mayor porcentaje de preguntas asignado a la última de las etapas de desarrollo visual. Esto indica una intencionalidad de promover el desarrollo visual de forma gradual, según las edades de los estudiantes y el grado de complejidad que subyace a la inclusión de las etapas de desarrollo visual.

## 3.8 Conclusiones

La investigación educativa reporta dificultades en estudiantes (Marmolejo y Vega, 2012; Marmolejo, Vega y Galeano, 2020; Duval, 1998) y profesores (Gal y Linchevski, 2010) para que la visualización se considerara como guía o apoyo en el estudio de las matemáticas. La visualización es un aspecto de tratamiento de la información. Es susceptible de enseñanza (Marmolejo y Vega, 2012), lo cual implica considerar, entre otros aspectos, su desarrollo paralelo al aprendizaje de las matemáticas (Villani, 1998; Presmeg, 2006; Marmolejo, Vega, 2012). Los libros son un importante recurso para comprender cómo la visualización tiende o puede desarrollarse a través del estudio de tópicos matemáticos, pues tipifican las propuestas de enseñanza promovidas en el aula y dan vida a los lineamientos curriculares. El área de superficies planas, por su parte, es un objeto matemático donde el acto de ver desempeña un papel fundamental y la visualización puede ser un objeto de desarrollo (Marmolejo y Vega, 2012; Marmolejo, Blanco-Álvarez y Fernández-Mosquera (2016); Marmolejo, González y Galeano, 2020).

Entonces, caracterizar cómo los libros contemplan el desarrollo de la visualización a través del tópico de área es un tema fundamental para la Educación Matemática. Esto implica considerar, entre otros aspectos, las funciones de control visual utilizadas. En este sentido, un estudio comparativo por tópicos de enseñanza del área y ciclos de enseñanza permite comprender, a partir de las similitudes y diferencias encontradas, cómo tiende a promoverse el desarrollo de la visualización en los países donde se aplica. Este estudio focaliza su atención en los libros de texto colombianos y españoles.

Los resultados de la investigación realizada reportan un desequilibrio en cómo puede suscitarse el desarrollo de la visualización en los sistemas educativos español y colombiano, esto según la forma como los libros de texto de mayor uso consideran el estudio del área de superficies planas: se privilegia la fase de desarrollo visual más elemental y menos compleja. La fase más compleja, que caracteriza a la mayoría de las actividades matemáticas donde interviene la visualización, es la menos, y en menor medida, incluida. Solo la etapa de desarrollo visual intermedia (en complejidad) tiende a considerarse de forma equilibrada (alrededor de la tercera parte de las tareas). Esta característica persiste en ambos sistemas educativos en todos los tópicos a través de los cuales se suscita el estudio del área y de todos los ciclos de enseñanza donde se promueve su enseñanza.

Los porcentajes de tareas considerados en los libros de texto para dar lugar a cada una de las fases de desarrollo visual también permiten establecer otras dos características:

El t3pico donde se favorece el estudio articulado del 3rea y el per3metro se impone como el m3s equilibrado para promover reflexiones que propicien el desarrollo visual en los estudiantes.

A medida que las edades de los estudiantes aumentan disminuye la frecuencia de tareas que buscan propiciar reflexiones asociadas a la fase m3s inmediata (y cognitivamente menos compleja), aunque siempre en un porcentaje considerable. Al contrario, tiende a aumentar la frecuencia correspondiente a la promoci3n de las fases m3s complejas e intermedia, siempre en porcentajes muy reducidos para el caso de la Fase de mayor complejidad.

Esto constituye un importante referente para que los educadores colombianos y espa3oles que utilicen los libros de texto analizados fuesen conscientes de c3mo, a trav3s del uso de estos materiales, pueden suscitar el desarrollo de la visualizaci3n en sus estudiantes y, en consecuencia, establecer par3metros para introducir transformaciones estructurales y secuenciales en el desarrollo de sus clases.

La primera de las caracter3sticas reportadas evidencia una inadecuada estrategia para suscitar el desarrollo de la visualizaci3n, pues se privilegian unas etapas del desarrollo visual y, pr3cticamente, se ignora otra: la m3s compleja y la que ejemplifica las exigencias visuales que el estudio de las matem3ticas requiere.

La segunda caracter3stica, por su parte, invita a los educadores a ser conscientes que en los libros analizadas no es objeto de reflexi3n el estudio de la relaci3n per3metro-3rea (Marmolejo, 2014): lugar donde la visualizaci3n desempe3a un rol determinante (Marmolejo, Sanchez y Londo3o, 2017). Al contrario, la atenci3n recae en la simple sustituci3n de valores en f3rmulas espec3ficas para calcular de forma separada el 3rea y el per3metro (Marmolejo, 2014), donde no se promueve ning3n tipo de reflexi3n visual pertinente a las exigencias que el estudio de las matem3ticas requiere (Marmolejo, 2014).

Desde este punto de vista, los educadores deben ignorar las tareas propuestas para dicho t3pico y sustituirlas por otras donde se asigne un lugar preponderante al estudio de las relaciones entre el 3rea y el per3metro o bien focalizar su atenci3n en las tareas incluidas para promover los t3picos donde se estudia el 3rea como magnitud y su medida. En tales casos, deben disminuir, considerablemente, el n3mero de tareas que privilegian la funci3n de control visual por refuerzo y, en su lugar, incluir tareas que privilegien la funci3n de control visual ambigua.

Por otro lado, al tener en cuenta que en matem3ticas el desarrollo de la visualizaci3n se debe contemplar al inicio y a trav3s de toda la educaci3n b3sica (Duval, 1998; Marmolejo y Vega, 2012), asimismo que el 3rea es un



tópico idóneo para hacerlo (Marmolejo y Vega, 2012), entonces, la última de las características pone de relieve una propuesta pertinente, incluso adecuada, para promover el desarrollo visual, caracterizado por estos tres postulados: 1) el desarrollo visual se promueve de forma constante, monótona y creciente a lo largo de toda la educación básica, 2) las posibilidades para desarrollar tareas donde las etapas del desarrollo visual son más complejas aumentan a medida que los estudiantes avanzan en su escolaridad, y 3) siempre existe un número de tareas representativo para recordar las etapas previas.

No obstante, para que los educadores puedan tomar decisiones y transformar sus prácticas educativas con la intencionalidad de promover el desarrollo de la visualización a través de las tareas de los libros de texto de mayor uso en Colombia y España, deben apropiarse de una teoría de la mente (Bruner, 1997) que explicita el papel que desempeña esta actividad cognitiva en el estudio de las matemáticas; es decir, entre variados aspectos, asumir la complejidad que subyace a la consideración de la visualización en el estudio de las matemáticas. También, debe contemplar que esta actividad cognitiva es susceptible de enseñanza.

Esta teoría de la mente debe discriminar, además, cuáles son los tópicos de enseñanza de las matemáticas idóneos para suscitar su desarrollo. Igualmente, caracterizar los elementos visuales (Marmolejo y González, 2013a), los elementos de control (Marmolejo y González, 2015) y las funciones visuales (Marmolejo y González, 2013b) que los determinan. Esta es una exigencia básica y su consideración permitirá a los educadores aprovechar la forma como los libros de texto colombianos y españoles incluyen tareas que pueden utilizarse para promover el desarrollo visual.

## 3.9 Referencias

Aljami A. (2012). How do elementary textbooks address fractions? A review of mathematics textbooks in the USA, Japan, and Kuwait. *Educational studies in mathematics*, 79(2), 239-261.

Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa*. Barcelona: CEAC, 400 p.

Balacheff, N. y Gaudin, N. (2010). Modeling Students' Conceptions: The Case of Function. *Issues in Mathematics Education*, 16, 183-211.

Blair, C. y Razza, R.P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647-663.

Bruner, J. (1997). *La educación, puerta de la cultura*. Madrid: Visor Aprendizaje.

Burgermeister, P. y Coray, M. (2008). Processus de contrôle en résolution des problèmes dans le cadre de la proportionnalité des grandeurs: Une analyse descriptive. *Recherches en didactique des mathématiques*, 28(1), 63-105.

De Araújo, A.J. y Dos Santos, M.C. (2009). Avaliação Externa do Projovem: o caso de áreas e volumes. *Boletim de Educação Matemática*, 22(33), 23-49.

De Carvalho, D.G. (2013). Análise praxeológica da área de figuras geométricas planas no guia de estudo do Projovem Urbano. Conferencia presentada en el XI Encontro Nacional de educação Matemática (18-21 de junio). Curitiba (Brasil).

Duval, R. (1998). Geometry from a cognitive point of view. En C. Mammana y V. Villani (Eds.), *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century* (pp. 37-51). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Duval, R. (2017). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizaje intelectuales*. Traducción realizada por Myriam Vega Restrepo, (2ª ed.). Cali, Colombia: Artes Gráficas Univalle.

Falduto, V.R. (2008). *A Content Analysis of Contemporary College Algebra Textbooks: Applications of Visualization Strategies* [tesis de doctorado, Nova Sotheastern University, Florida, Estados Unidos]. <https://search.proquest.com/openview/b02d30e6738785857ad1c61917c437c1/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

Fudson, K. y Li, Y. (2009). Cross-cultural issues in linguistic, visual-quantitative, and written-numeric supports for mathematical thinking. *ZDM. The International Journal of Mathematics Education*, 41(6), 793-808.

Flavell, J.H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. En Resnick, L.B. (Ed.), *The nature of intelligence*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Gal, H. y Linchevski, L. (2010). To see or not to see: analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. *Educational studies in mathematics*, 74(2), 163-183.

González, M.T. y Sierra, M. (2004). Metodología de análisis de libros de textos de matemáticas. Los puntos críticos en la enseñanza secundaria en España durante el siglo XX. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 389-408.

Hantrais, L. y Mangen, S. (1996). *Cross-National Research Methods in the Social Sciences*. London: Pinter.

Kim, R.Y. (2012). The quality of non-textual elements in mathematics textbooks: an exploratory comparison between South Korea and the United States. *ZDM. The International Journal of Mathematics Education*, 44(2), 175-187.

Li, Y. (2000). A comparison of problems that follow selected content presentations in American and Chinese mathematics textbooks, *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(2), 234-241.

Li, Y., Chen, X. y An, S. (2009). Conceptualizing and organizing content for teaching and learning in selected Chinese, Japanese and US mathematics textbooks: the case of fraction division. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 41(6), 809-826.

Lithner, J. (2004). Mathematical reasoning in calculus textbook exercises. *Journal of Mathematical Behavior*, 23(4), 405-427.

Love, E. y Pimm, D. (1996). "This is so": a text on texts. En A.J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick y C. Laborde (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education* (pp. 371-409). Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Marmolejo, G-A. (2014). Desarrollo de la visualización a través del área de superficies planas. Análisis de libros de texto colombianos y españoles [tesis de doctorado, Universidad de Salamanca, Salamanca, España]. [https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/125728/DDMCE\\_MarmolejoAveniaGA\\_Desarrollo%20de%20la%20visualizaci%C3%B3n.pdf?sequence=1](https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/125728/DDMCE_MarmolejoAveniaGA_Desarrollo%20de%20la%20visualizaci%C3%B3n.pdf?sequence=1)

Marmolejo, G-A., Blanco-Álvarez, H. y Fernández-Mosquera, E. (2016). Introducción al desarrollo de pensamiento métrico y los sistemas de medida en la educación básica primaria. Pasto, Colombia: Graficolor. <http://sired.udenar.edu.co/3528/1/INTRODUCCI%C3%93NALDESARROLLO%20DEPEN%20DEPENSAMIENTO%20METRICO.....pdf>

Marmolejo, G-A. y González, M-T. (2013a). Visualización en el área de regiones

poligonales. Una metodología de análisis de textos escolares. *Revista Educación Matemática*, 25(3), 61-102.

Marmolejo G-A. y González, M-T. (2013b). Función de la visualización en la construcción del área de figuras bidimensionales. Una metodología de análisis y su aplicación a un libro de texto. *Revista Integración*, 31(1), 87-106.

Marmolejo G-A. y González, M-T. (2015). Control visual en la construcción del área de superficies planas en los textos escolares. Una metodología de análisis. *Relime*, 18(3), 301-328.

Marmolejo, G-A., Sánchez, N. y Londoño, S. (2017). Conocimiento visual de los educadores al promover el estudio de la relación perímetro-área. *REIEC*, 12(2), 18-28.

Marmolejo, G-A. y Vega, M-B. (2012). La visualización en las figuras geométricas. Importancia y complejidad de su aprendizaje. *Educación Matemática*, 24(3), 9-34.

Marmolejo, G-A., Vega, M-B. y Galeano, J-E. (2021). Reconfigurando figuras bidimensionales. *Espacios*, 41(46), 63-80.

Mesa, V. (2010). Strategies for controlling the work in mathematics textbooks for introductory calculus. *Research in Collegiate Mathematics Education*, 7(16), 235-265.

Mesa, V. (2004). Characterizing practices associated with functions in middle school textbooks: an empirical approach. *Educational Studies in Mathematics*, 56(2-3), 255-286.

Mesquita, A. (1989). L'Influence d'aspects figuratifs dans l'argumentation des élèves en géométrie: éléments pour une typologie [tesis de doctorado, Université de Strasbourg, Strasbourg, Francia].

Oberle, E. (2013). Relations among peer acceptance inhibitory control, and math achievement in early adolescence. *Journal of applied developmental psychology*, 34(1), 45-51.

Olmo, M.A., Moreno, M.F. y Gil, F. (1989). Superficies y volumen ¿Algo más que el trabajo con fórmulas? Madrid: Síntesis.

Padilla, V. (1992). L'influence d'une acquisition de traitements purement figuratifs pour l'apprentissage des Mathématiques [tesis de doctorado, Université de Strasbourg, Strasbourg, Francia].

Pepin, B., Haggarty, L. y Keynes, M. (2001). Mathematics textbooks and their use in English, French and German classrooms: a way to understand teaching and

learning culture. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 33(5), 158-175.

Presmeg, N. (2006). Research on visualization in learning and teaching mathematics. En Á. Gutiérrez y P. Boero (Eds.). *Handbook on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future* (pp. 205-235). The Netherlands: Sense Publishers.

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). Nueva York: Macmillan.

Shimizu, Y. y Kaur, B. (2013). Learning from similarities and differences: a reflection on the potentials and constraints of cross-national studies in mathematics. *ZDM The international journal of Mathematics Education*, 45(1), 1-5.

Schmidt, W. H., Jorde, D., Cogan, L. S., Barrier, E., Gonzalo, I., Moser, U., Wolfe, R. G. (1996). *Characterizing pedagogical flow. An investigation of Mathematics and Science Teaching in Six Countries*. Dordrecht, Netherlands: Kluwers Academic Publishers.

Schmidt, W.H., McKnight, C.C., Valverde, G.A., Houang, R.T. y Wiley, D.E. (1997). *Many visions, many aims- volume 1 (a cross-national investigation of curricular intentions in school mathematics)*, London: Kluwer Academic Publishers.

Son, J-w. (2005). A comparison of how textbooks teach multiplication of fractions and division of fractions in Korea and in the U.S. En H.L. Chick y J.L. Vincent (Eds.), *Proceeding of the 29 Conference of the International Group for the psychology of Mathematics Education*. PME 29 (Vol, 4, pp. 200-208). Melbourne, Australia: University of Melbourne.

Spy, K.A., McDiarmid, M.M., Cwik, M.F., Stalets, M.M., Hamby, A. y Senn, T. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematics skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 465-486.

Villani, V. (1998). Perspectives on the teaching of geometry for the 21st Century (Discussion Document for an ICMI Study). En C. Mammana y V. Villani (Eds.), *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century* (pp. 337-346). Dordrecht. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Yerushalmy, M. (2005). Function of Interactive Visual Representations in Interactive Mathematical Textbooks. *International Journal of Computers for Mathematical learning*, 10(3), 217-249.





.....

# LOS AUTORES

## Loreyn Gabriela Erazo Rodríguez

Licenciada en Matemáticas, de la Universidad de Nariño. Realizó estudios de Magister en Didáctica de las Matemáticas en Educación Secundaria y Bachillerato, en la Universidad Internacional de La Rioja. Actualmente, es docente de los programas de Licenciatura en Matemáticas y de flexibilidad curricular de la Universidad de Nariño (Colombia); también, del programa por ciclos propedéuticos de Mercadeo y Administración de Negocios Internacionales de la Universidad Mariana. Como objeto de investigación asume la importancia de los registros de representación en matemáticas y el uso de herramientas tecnológicas en el diseño y aplicación de propuestas de enseñanza.

## Edwin Insuasty Portilla

Licenciado en Matemáticas y Física (Área Mayor Matemáticas), de la Universidad de Nariño (Colombia). Realizó estudios de especialización en Computación para la Docencia, en la Universidad Antonio Nariño (Colombia); especialización en Docencia Universitaria, en la Universidad de Nariño; magister en Modelos de Enseñanza Problemática, en la Universidad INCCA (Colombia), DEA en Procesos de Formación en Espacios Virtuales, en la Universidad de Salamanca (España) y Doctor en Procesos de Formación en Espacios Virtuales, en la Universidad de Salamanca (España). En su trayectoria como docente, ha tenido a su cargo asignaturas de matemáticas en los programas de Licenciatura en Matemáticas, Ingeniería Civil, Ingeniería de Sistemas, Economía e Ingeniería Agronómica. Actualmente es profesor del programa de Licenciatura en Informática, de la Universidad de Nariño, en las asignaturas de Fundamentos de Lógica, Programación I, II y III, Software de Autoría y Programación de Videojuegos. Es desarrollador de software para plataformas Windows, Linux, Android, IOS y aplicaciones MathLab; es integrante de los grupos de investigación GREDIS, GESCAS de la Licenciatura en Informática, y GALERAS.NET, de Ingeniería de Sistemas.

## Gustavo Adolfo Marmolejo Avenia

Licenciado en Matemáticas-Física de la Universidad del Valle. Realizó estudios de especialización, magister y doctorado en Educación Matemática: los dos primeros, en el Instituto de Educación y Pedagogía de la Universidad del Valle (Colombia); el último, en la Universidad de Salamanca (España). Actualmente, es docente de los programas de Licenciatura en Matemáticas y de Doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad de Nariño (Colombia); también del programa de Maestría en Educación (énfasis en educación matemática) del Instituto de Educación y Pedagogía de la Universidad del Valle. Es Coordinador de la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de Nariño y del grupo de investigación GESCAS. Como interés investigativo asume el desarrollo de actividades y procesos semiótico-cognitivos y meta-cognitivos a través de la comunicación, la transformación y la objetivación de objetos matemáticos asociados a registros semióticos bi-dimensionales. Puntualmente, como líneas de acción considera el conocimiento que evidencian los educadores en formación al diseñar, aplicar y evaluar propuestas de enseñanza; además, la forma como los estudiantes construyen conocimiento matemático en contextos de aula. Asimismo, la alineación entre las pautas que determinan la enseñanza de las matemáticas en Colombia y la evaluación de conocimiento aprendido y las competencias desarrolladas, o la manera cómo los libros de texto o los educadores suscitan el estudio de la geometría y la medida.

## Índice de Tablas

Tabla 2.1. Nivel documental de la imagen. ....	54
Tabla 2.2. Nivel morfológico de la imagen. ....	55
Tabla 2.3. Nivel Compositivo de la imagen. ....	57
Tabla 2.4. Nivel enunciativo de la imagen. ....	60
Tabla 2.5. Ponderación de los subniveles. ....	61
Tabla 3.1. Análisis general comparativo .....	131
Tabla 3.2. Análisis global comparativo por países. ....	132
Tabla 3.3. Análisis global comparativo por países. ....	134

## Índice de figuras

Figura 2.1. Denotación y connotación.....	49
Figura 2.2. Diferentes lecturabilidades icónicas. ....	51
Figura 2.3. Modelo general de la teoría de la codificación dual. En Sadoski y Paivio (2004). ....	52
Figura 2.4. El punto. ....	64
Figura 2.5. La línea.....	64
Figura 2.6. Líneas de sombreado. ....	64
Figura 2.7. Líneas de contorno. ....	65
Figura 2.8. El plano. ....	65
Figura 2.9. El plano para definir profundidad.....	65
Figura 2.10. La proporción. ....	66
Figura 2.11. Formas geométricas. ....	66
Figura 2.12. Orgánicas o estructurales.....	66
● Figura 2.14. Formas rectilíneas.....	67
● Figura 2.15. Irregulares .....	67
● Figura 2.16. Manuscritas. ....	67
● Figura 2.17. Formas accidentales o espontáneas. ....	67
● Figura 2.18. La textura.....	68
●	
●	

Figura 2.19. La nitidez. ....	68
Figura 2.20. La luz. ....	68
Figura 2.21. El contraste.....	68
Figura 2.22. El color.....	68
Figura 2.23. El color para definir espacios.....	69
Figura 2.24. Cromático cálido.....	69
Figura 2.25. Cromático frío. ....	69
Figura 2.25. Por estereoscopía.....	70
Figura 2.26. Por perspectiva.....	70
Figura 2.27. Por contraste de texturas. ....	70
Figura 2.28. Por profundidad de campo .....	70
Figura 2.29. Periodicidad. ....	71
Figura 2.30. Estructuración .....	71
Figura 2.31. Por equilibrio. ....	72
Figura 2.32. Por líneas o formas oblicuas. ....	72
Figura 2.33. Por formas irregulares.....	72
Figura 2.34. Por contraste de luces o colores. ....	73
Figura 2.35. Por contraste de nitidez o texturas.....	73
Figura 2.36. Por la ubicación.....	73
Figura 2.37. Por la forma.....	74
Figura 2.38. Por el color.....	74
Figura 2.39. Por la profundidad de campo.....	74
Figura 2.40. Por la textura.....	74
Figura 2.41. Por el aislamiento. ....	75
Figura 2.42. Por la iluminación o brillo.....	75
Figura 2.43. Por la cercanía al observador. ....	75
Figura 2.44. Por la dirección de lectura visual.....	75
Figura 2.45. Por el detallismo o definición.....	75
Figura 2.46. Por desequilibrio.....	76



Figura 2.47. Ley de tercios .....	76
Figura 2.48. El orden icónico. ....	76
Figura 2.49. Líneas de lectura. ....	77
Figura 2.50. Abierto/cerrado.....	77
Figura 2.51. Concreto/abstracto. ....	78
Figura 2.52. Globales/independientes. ....	78
Figura 2.53. Virtuales/reales.....	79
Figura 2.54. Simbólicos/retóricos. ....	79
Figura 2.55. Instantaneidad.....	80
Figura 2.56. Duración.....	80
Figura 2.57. Atemporalidad.....	81
Figura 2.58. Secuencialidad/narratividad. ....	82
Figura 2.59. Medial.....	82
Figura 2.60. Ideocontexto. ....	83
Figura 2.61. Codificación gestual. ....	84
Figura 2.62. Codificación escenográfica.....	84
Figura 2.63. Codificación estereotipada. ....	84
Figura 2.64. Relación de continuidad.....	85
Figura 2.67. Relación de superioridad o inferioridad.....	86
Figura 2.68. Relación de anterioridad o posterioridad. ....	86
Figura 2.65. Relación de contacto.....	86
Figura 2.66. Relación de lateralidad.....	86
Figura 2.69. Relaciones de transformación o fusión.....	87
Figura 2.70. Foto 3D / + Signos .....	87
● Figura 2.71. Foto a color / + Signos.....	87
● Figura 2.72. Foto B-N / + Signos. ....	88
● Figura 2.73. Pintura o dibujo figurativo / + Signos. ....	88
● Figura 2.74. Esquema anatómico o de construcción / + Signos. ....	88
● Figura 2.75. Esquema de principios / + Signos. ....	89
● Figura 2.76. Organigrama o esquema de relaciones / + Signos.....	89
● Figura 2.77. Esquema de formulación / + Signosde relaciones / + Signos.....	89

<i>Figura 2.78. Esquemas matemáticos o físicos / + Signos.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 2.79. Descripción en signos.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 2.80. Función de evocación. ....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 2.81. Función de definición. ....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 2.82. Función de aplicación. ....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 2.83. Función de descripción.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 2.84. Función de interpretación. ....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 2.85. Función de problematización.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 2.86. Función de operación.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 2.87. Función emotiva (expresiva).....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 2.88. Función de motivación. ....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 2.89. Función de reflexión. ....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 2.90. Inoperante. Elaboración propia.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 2.91. Operativa elemental. ....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 2.92. El trucaje.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 2.93. La pose.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 2.94. Los objetos. ....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 2.95. La fotogenia. ....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 2.96. El esteticismo.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 2.97. La sintaxis. ....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 2.98. Infinitivo.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 2.99. Informativo.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 2.100. Instructivo. ....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 2.101. Etiquetas nominativas.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 2.102. Etiquetas relacionales.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 2.103. Presentación directa.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 2.104. El pregón.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 2.105. La interpelación. ....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 2.106. La anécdota.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 2.107. Sobresignificación.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 2.108. Presentación indirecta.....</i>	<i>98</i>



<i>Figura 2.109. Artificio retórico.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 2.110. Presentación/asociación. ....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 2.111. Simplicidad/complicación.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 2.112. Naturalidad/artificiosidad. ....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 2.113. Originalidad/vulgaridad. ....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 2.114. Implicación participativa/Pasividad participativa. ....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 2.115. Legibilidad/ilegibilidad.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 2.116. Linealidad/globalismo.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 2.118. Información máxima/Información mínima. ....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 2.117. Dinamismo/estatismo. ....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 2.118. Racionalidad/afectividad. ....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 2.119. Estructura en plano/perspectiva.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 2.120. Predominio atencional/Predominio informativo. ....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 2.121. Claridad/confusión.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 2.122. Coordinación/incoordinación.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 2.123. Mensaje icónico-abierto/ Mensaje icónico-cerrado.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 2.124. Definición de objetivo/Indefinición de objetivo.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 2.125. Adecuación/inadecuación.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 2.126. Nemotecnia. ....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 3.1. Despliegue del tipo de visualización a considerar para fraccionar un cuadrado en dos triángulos. ....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 3.2. Tarea tomada de Matemáticas 3. Editorial Anaya (España), p. 183. ....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 3.3. Control ambiguo. Tarea tomada de Matemáticas 1 ESO. Editorial Santillana (España), p. 215.....</i>	<i>124</i>





Editorial  
Universidad de **Nariño**



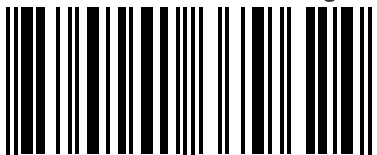
La Facultad de Ciencias Exactas y naturales (FACIEN) fomenta la investigación y divulgación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, también vincula a las necesidades de la región el desarrollo investigativo asociado a las ciencias naturales, las matemáticas, la estadística, la informática y sus didácticas. De esta manera, contribuye al cumplimiento de los objetos y principios del Proyecto Educativo Institucional de la Universidad de Nariño.

En cuanto a la divulgación científica, la FACIEN ofrece a la comunidad científica la Colección permanente de Publicaciones Docentes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Nariño, obra de publicación anual. En ella se expone productos investigativos inéditos sobre las ciencias naturales, las ciencias exactas y sus didácticas. Se publica las reflexiones realizadas por grupos de investigación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Nariño. En ocasiones, con el objeto de establecer o fortalecer redes de investigación, también considera obras realizadas por otros grupos de investigación. De esta forma, se pretende fortalecer el quehacer investigativo de los investigadores de la FACIEN, su Aporte en los procesos de innovación y ampliar el impacto de los productos alcanzados.

Este libro es el primer volumen de la Colección Permanente de Publicaciones Docentes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Nariño, se titula, Conversión, Lecturabilidad icónica y Función de control visual. Centra su atención en la didáctica de las matemáticas y de la informática. Expone tendencias de investigación consideradas por los grupos de investigación GESCAS y GREDIS, particularmente, en las líneas de investigación Comunicación, transformación y objetivación de los objetos matemáticos vinculados a registros semióticos bidimensionales y Nuevas tecnologías de la información y comunicación para la educación.

El libro de estructura en tres capítulos, En el primero, se presenta y caracteriza, conceptualmente, una propuesta de intervención didáctica, la cual promueve el estudio de la integral definida a través del uso de herramientas tecnológicas y de la articulación de registros semióticos. En cuanto al segundo capítulo, se expone un instrumento metodológico que permite caracterizar, en diferentes áreas de conocimiento, las imágenes relacionadas con temas específicos. Finalmente, en el tercer capítulo, se presenta un reporte de investigación, en él, según las funciones de control visual incluidas, se establecen similitudes y diferencias estructurales y de secuenciación presentes en los textos escolares colombianos y españoles al promover el desarrollo de la visualización a través del tratamiento del área de superficies planas.

ISBN: 978-628-7509-10-8 Digital



9 780201 379624



Editorial  
Universidad de Nariño