



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

**ELECCIÓN DE UNA PROYECCIÓN  
CARTOGRÁFICA MUNDIAL PARA  
ESTUDIANTES DE QUINTO GRADO DE  
PRIMARIA DE LA EDUCACIÓN BÁSICA  
EN MÉXICO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADA EN GEOGRAFÍA**

PRESENTA:

**GABRIELA CERVIN REYES**

DIRECTOR DE TESIS:

**DR. JESÚS ABRAHAM NAVARRO MORENO**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

Es para mí un gran orgullo y alegría presentar este trabajo de tesis puesto que representa ese objetivo tan anhelado desde hace tiempo y no tengo más que agradecimiento infinito a Dios, al Universo, a la Vida y a

los Ángeles que me protegen siempre por esta gran oportunidad, por dotarme de fortaleza, determinación, entusiasmo, inspiración y paciencia, necesarios para alcanzar estas instancias.

Fue un gran reto culminar mis estudios de licenciatura, pero con constancia y el apoyo de grandes personas todo salió como lo planeado en un principio. Amo mi tesis y estoy muy orgullosa por los

resultados obtenidos. Los retos continúan, así que a seguir andando.

## DEDICATORIAS

### *A la vida*

Por abrirme las puertas para alcanzar mis sueños con acciones

### *A mis padres*

*Imelda Reyes*

*Buenaventura Cervin*

A quienes agradezco por todo lo que han hecho por mi

Por darme la vida, su amor y paciencia

### *A mi abuelita*

*Margarita Vital*

Por embellecer mi infancia y mi vida

Por su amor infinito e incondicional

Por ser la gran persona que es

Por las risas, por todos los gratos momentos

y enseñanzas que me ha obsequiado

### *A mis hermanos, sobrinas y cuñado*

*Caro, Ale y Paco; Any y Sari; Migue Becerril*

Por su cariño, apoyo

Por compartir esta vida

Por los buenos recuerdos

### *A la memoria de mi padrino*

*Ezequiel Robles*

Por su cariño, por los viajes familiares

Por los gratos recuerdos de mi infancia

### *A mi director de tesis*

*Dr. Jesús Abraham Navarro Moreno*

Por la idea original sobre este tema de investigación de tesis

Por guiarme en este camino

Por su amistad fraterna

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jesús Abraham Navarro Moreno por adscribirme al Proyecto PAPIME con clave PE304418 “*Contribuciones de las perspectivas temática y matemática en las experiencias cartográficas actuales*”. Por brindarme el apoyo económico durante el proceso de realización de esta investigación.

Al Dr. Jesús Abraham Navarro Moreno por exponer las experiencias cognitivas en torno al presente tema de tesis en el marco del XXIII Congreso Nacional de Geografía Cozumel 2018.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, mi *alma mater* institución de la que estoy muy orgullosa de pertenecer y a la cual agradezco cada una de las oportunidades otorgadas en pro de mi crecimiento académico y profesional.

Al Lic. Arturo de Jesús Astorga de Riquer, al personal administrativo de Servicios Escolares de la Facultad de Filosofía y Letras y del Colegio de Geografía por su amable atención.

A mi director de tesis, el Dr. Jesús Abraham Navarro Moreno a quien quiero mucho y le deseo que continúen los éxitos profesionales y personales. Por fortuna tuve la gran oportunidad de presenciar la entrega de su distinción por parte de la Academia Nacional de Geografía en el marco de su admisión, hecho sin precedente para mí que me llenó de gran dicha y orgullo. Gracias por aceptar mi petición de dirigir esta tesis. Por sus buenos consejos en momentos de adversidad, por compartirme un poco de su extenso conocimiento cartográfico. Por todas sus aportaciones que me inspiraron y motivaron a ampliar los horizontes de mi investigación, por sus oportunas y detalladas revisiones, por su paciencia, comprensión y alentarme a continuar, por cada oportunidad de cursar casi todas sus materias y porque en cada clase alentó mi interés por la Cartografía. Por su gran interés en esta tesis y por impulsar mi labor investigativa.

A mi sínodo, el mejor que pude haber tenido: la Dra. María del Carmen Juárez Gutiérrez por sus correcciones y comentarios tan alentadores, en especial acerca del apartado sobre historia de las proyecciones cartográficas; al Dr. Enrique Propin Frejomil a quien estimo mucho, gracias, porque en su asignatura de Seminario se forjaron en gran medida las temáticas sobre historia de las proyecciones, Cartografía Cognitiva y didáctica de la geografía. Gracias por todos sus comentarios que siempre escuche atentamente, que me inspiraron y alentaron a seguir adelante, me alegra mucho que forme una parte esencial de esta investigación; a la Mtra. Cecilia Gutiérrez Nieto a quien agradezco mucho todos sus comentarios que enriquecieron mi trabajo y consolidaron algunos cabos sueltos y a la Mtra. Bessy Elvia Sterling Pérez a quien agradezco su atenta lectura que contribuyó a mejorar algunos contenidos de los distintos capítulos, sobre todo en el ámbito de la didáctica de la geografía. Cada una de las aportaciones de mi sínodo hizo que prosperara aún más el contenido de esta tesis, muchas gracias por aceptar mi petición de revisión, por su tiempo y dedicación.

Al geógrafo Víctor F. Avendaño Trujillo ex Subdirector de Ciencias Sociales de la Dirección General de Desarrollo Curricular de la Subsecretaría de Educación Básica de la SEP. Por su gran apoyo e interés en el desarrollo de esta tesis desde sus orígenes, por todas sus valiosas sugerencias,

por sus comentarios tan entusiastas y motivantes, por leer este trabajo y confiar en mí. Contar con sus comentarios y amplia experiencia en el ámbito de la didáctica enriqueció en gran medida esta tesis.

A cada uno de los autores citados en esta investigación que con sus escritos dieron sustento a las posturas teóricas de la misma.

A los directores, profesores y estudiantes participantes del quinto grado de primaria del ciclo escolar 2017-2018. Por su amable atención, por abrirme las puertas de sus respectivas instituciones para realizar mi trabajo de campo, por su interés, comentarios y accesibilidad.

Al Servicio Sismológico Nacional, institución donde realicé mi servicio social. A la Dra. Xyoli Pérez Campos y a la Mtra. Caridad Cárdenas Monrroy por abrirme las puertas y aceptar mi petición de realizar en dicha institución mi servicio. A los ingenieros Alejandro Hurtado Díaz e Iván Rodríguez Rasilla por el apoyo brindado, por sus valiosas opiniones respecto a la cartografía realizada, por sus consejos y sugerencias. Adicionalmente agradezco al Ing. Iván por la revisión y acertados comentarios hacia este proyecto de tesis en su primera etapa de desarrollo.

A mis profesores de carrera por sus enseñanzas, apoyo y confianza. En especial agradezco a Norma María de Jesús Ortega Sarabia, Fabián González Luna, Eric Hernández Lara, Jaime Morales, Pedro Montes Cruz, Gilberto Nuñez, María Ángeles Pérez Martín, Montserrat Cayuela Gally, Illie López Cisneros, María Teresa López Castro, Víctor Manuel Martínez Luna y Estela Rangel Calvillo.

A mis compañeros de la Facultad, agradezco su apoyo. En especial a Andrea Estephany Cruz Mendoza por ser tan buena compañera, por su ayuda frente a mis dudas y por todos sus consejos en el ámbito académico; y a Arturo Lanceloth Gómez Nigo por todos sus valiosos comentarios, sugerencias y revisión cartográfica de esta tesis.

Finalmente agradezco a cada una de las personas que me han acompañado a lo largo de la vida.

## ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 1. POSICIONES TEÓRICAS Y EXPERIENCIAS PRÁCTICAS VINCULADAS CON EL APRENDIZAJE ESCOLAR A TRAVÉS DE LA CARTOGRAFÍA.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Fundamentos teóricos del enfoque cognitivo en Cartografía.....</b>	<b>9</b>
1.1.1. <i>La comunicación en Cartografía</i> .....	9
1.1.2. <i>Experiencias investigativas de la Cartografía Cognitiva</i> .....	15
<b>1. 2. Inserción de la Cartografía en el aprendizaje de la Geografía en la educación básica .....</b>	<b>16</b>
1.2.1. <i>Alfabetización visual</i> .....	16
1.2.2. <i>Fundamentos pedagógicos para una educación espacial</i> .....	22
1.2.3. <i>El desarrollo de competencias geográficas y cartográficas</i> .....	25
1.2.4. <i>Principios metodológicos, habilidades y actitudes geográficas</i> .....	30
1.2.5. <i>Aprendizajes esperados relacionados con contenidos cartográficos</i> .....	34
<b>1.3. Concreción de los contenidos cartográficos en los materiales educativos del quinto grado de primaria .....</b>	<b>38</b>
1.3.1. <i>Plan de estudios de 1972</i> .....	38
1.3.2. <i>Plan de estudios de 1993</i> .....	40
1.3.3. <i>Plan de estudios de 2009</i> .....	42
1.3.4. <i>Plan de estudios de 2011</i> .....	43
1.3.5. <i>Plan de estudios de 2017</i> .....	44
<b>CAPÍTULO 2. PANORAMA COGNOSCITIVO DE LAS PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS Y SU USO PARA LA REPRESENTACIÓN DEL MUNDO .....</b>	<b>47</b>
<b>2.1. Perspectiva evolutiva del desarrollo de las proyecciones cartográficas.....</b>	<b>47</b>
2.1.1. <i>Iniciación a la perspectiva matemática, hacia el conocimiento del mundo (hasta – 1154 d.C.)</i> .	49
2.1.2. <i>Metamorfosis de un pensamiento (1154-1459)</i> .....	52
2.1.3. <i>Revolución de un mundo conocido (1459-1538)</i> .....	53
2.1.4. <i>Cambio de perspectiva (1538–1659)</i> .....	54
2.1.5. <i>El ejercicio de la cartografía a través de las instituciones, rumbo a su especialización (1659-1745)</i> .....	56
2.1.6. <i>Auge de nuevas propuestas matemáticas (1745-1976)</i> .....	58
2.1.7. <i>Modelos de representación digitales (1976 - actualidad)</i> .....	63
<b>2.2. Consideraciones generales en la obtención de una proyección cartográfica .....</b>	<b>66</b>
2.2.1. <i>Planteamiento</i> .....	66
<b>2.3. La clasificación de las proyecciones cartográficas.....</b>	<b>71</b>
2.3.1. <i>Según el método matemático de construcción</i> .....	75
2.3.2. <i>Según las propiedades conservadas</i> .....	78
<b>2.4. Criterios para la elección de una proyección cartográfica .....</b>	<b>80</b>
2.4.1. <i>La gradícula</i> .....	80
2.4.2. <i>Desplazamiento del Meridiano Central</i> .....	81
<b>2.5. Idoneidad de las proyecciones pseudocilíndricas para la construcción de mapamundis .....</b>	<b>88</b>
2.5.1. <i>Marco investigativo</i> .....	89
2.5.2. <i>Caracterización</i> .....	90

<b>CAPÍTULO 3. SELECCIÓN DE LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA MUNDIAL SEGÚN LA INTERPRETACIÓN DE LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL DE QUINTO GRADO DE PRIMARIA .....</b>	<b>92</b>
<b>3.1. Estrategia metodológica .....</b>	<b>92</b>
3.1.1. <i>Características de proyecciones sujetas a interpretación .....</i>	93
3.1.2. <i>Instrumento de captura de la experiencia interpretativa .....</i>	99
3.1.3. <i>Material didáctico de apoyo.....</i>	101
<b>3.2. Particularidades que acompañan a los estudiantes entrevistados y sus escuelas .....</b>	<b>104</b>
3.2.1. <i>Características de las instituciones educativas .....</i>	104
3.2.2. <i>Características de los estudiantes entrevistados .....</i>	106
<b>3.3. Resultados de las pruebas interpretativas .....</b>	<b>108</b>
3.3.1. <i>Impresiones sobre el proceso investigativo realizado en campo .....</i>	109
3.3.2. <i>Elección de la proyección cartográfica .....</i>	112
3.3.3. <i>Elección del meridiano central.....</i>	118
<b>3.4. Propuesta de mapamundi general.....</b>	<b>128</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>133</b>
<b>FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>139</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>149</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.1. <b>COMPETENCIAS BÁSICAS PARA GEOGRAFÍA .....</b>	<b>29</b>
CUADRO 1.2. <b>DESTREZAS PARA DESARROLLAR COMPETENCIAS CARTOGRÁFICAS .....</b>	<b>30</b>
CUADRO 1.3. <b>DIMENSIONES DE INTERÉS EN LOS ESTUDIOS GEOGRÁFICOS .....</b>	<b>31</b>
CUADRO 1.4. <b>ELEMENTOS DE UN MARCO CURRICULAR DE GEOGRAFÍA PARA ESTUDIANTES DE ENTRE 8 Y 12 AÑOS DE EDAD .....</b>	<b>37</b>
CUADRO 3.1. <b>REFLEXIONES POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES EN TORNO A LA PROYECCIÓN WINKEL TRIPEL .....</b>	<b>118</b>
CUADRO 3.2. <b>REFLEXIONES EMITIDAS POR LOS PARTICIPANTES EN RELACIÓN A LA VISUALIZACIÓN DE LA FORMA COMPLETA DE LOS PAÍSES .....</b>	<b>126</b>
CUADRO 3.3. <b>CONSIDERACIONES INTERPRETATIVAS RELACIONADAS CON LA CONFORMACIÓN DE LOS PAÍSES .....</b>	<b>128</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS Y CONCEPTOS RELEVANTES EN CARTOGRAFÍA COGNITIVA .....	10
FIGURA 1.2. COMUNICACIÓN CARTOGRÁFICA.....	12
FIGURA 1.3. PAUTAS DIDÁCTICAS PARA UNA ADECUADA LECTURA DE MAPAS.....	19
FIGURA 1.4. HABILIDADES QUE PUEDEN DESARROLLAR ALUMNOS DE 8 A 12 AÑOS .....	33
FIGURA 1.5. DESTREZAS Y HABILIDADES QUE PROMUEVE EL TRABAJO CON MAPAS .....	33
FIGURA 1.6. LIBRO DE TEXTO DE CIENCIAS NATURALES DE QUINTO GRADO, 1972 .....	39
FIGURA 1.7. LIBRO DE TEXTO DE CIENCIAS SOCIALES DE QUINTO GRADO, 1972.....	39
FIGURA 1.8. ATLAS DE GEOGRAFÍA UNIVERSAL DE QUINTO GRADO, 1993.....	40
FIGURA 1.9. LIBRO DE TEXTO DE GEOGRAFÍA DE QUINTO GRADO, 1997.....	41
FIGURA 1.10. ATLAS DE GEOGRAFÍA UNIVERSAL DE QUINTO GRADO, 2003.....	43
FIGURA 1.11. LIBRO DE TEXTO DE GEOGRAFÍA DE QUINTO GRADO, 2011 .....	43
FIGURA 1.12. ATLAS DE GEOGRAFÍA DEL MUNDO, 2013.....	44
FIGURA 2.1. ETAPAS HISTÓRICO-EVOLUTIVAS DE LAS PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS .....	48
FIGURA 2.2. PROYECCIONES GNOMÓNICAS POLAR Y TRANSVERSA .....	49
FIGURA 2.3. PROYECCIÓN DE PTOLOMEO .....	51
FIGURA 2.4. POLAR EQUIDISTANTE. GUILLAUME POSTEL.....	55
FIGURA 2.5. DEMOSTRACIÓN DEL USO DE ESTE INSTRUMENTO. (DEMONSTRANCE DE LUSAIGE DE CEFT INSTRUMENT) .....	57
FIGURA 2.6. CÓNICA EQUIVALENTE. PROYECCIÓN DE BONNE, 1752 .....	58
FIGURA 2.7. PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME DE LAMBERT.....	59
FIGURA 2.8. PROYECCIÓN ESTRELLADA. PETERMANN, 1865 .....	60
FIGURA 2.9. PROYECCIONES DE ECKERT (I, II, III, IV, V, VI) .....	61
FIGURA 2.10. PROYECCIÓN DE GOODE. OCÉANOS ENTEROS, CONTINENTES CORTADOS.....	61
FIGURA 2.11. ERWIN RAISZ, 1943 .....	62
FIGURA 2.12. ICOSAEDRO DE IRVING FISHCHER, 1944 .....	62
FIGURA 2.13. HOBBO DYER .....	64
FIGURA 2.14. NATURAL EARTH .....	65
FIGURA 2.15. AUTHAGRAPH WORLD MAP (MAPA DEL MUNDO).....	65
FIGURA 2.16. CONTEXTO GENERAL DE LA PROBLEMÁTICA CARTOGRÁFICA.....	67
FIGURA 2.17. EL GEOIDE Y EL ELIPSOIDE: MODELOS SOBRE LA FORMA DE LA TIERRA .....	68
FIGURA 2.18. DATUM.....	68
FIGURA 2.19. SISTEMAS DE REFERENCIA Y PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS.....	69
FIGURA 2.20. PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA DE LA TIERRA MEDIANTE UN ESFEROIDE PARA GENERAR EL MAPA FINAL (CANTERS, 2002) .....	70
FIGURA 2.21. CLASIFICACIÓN SEGÚN MIRRERI .....	72
FIGURA 2.22. CLASIFICACIÓN SEGÚN CAIRE.....	72
FIGURA 2.23. CLASIFICACIÓN SEGÚN MARTÍN.....	73
FIGURA 2.24. CLASIFICACIÓN SEGÚN RAISZ .....	73
FIGURA 2.25. CLASIFICACIÓN SEGÚN FRANCO Y VALDEZ .....	74
FIGURA 2.26. CLASIFICACIÓN DE LAS PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS, POR SU ORIGEN Y PROPIEDADES QUE PRESERVA.....	74
FIGURA 2.27. PROYECCIÓN AZIMUTAL .....	75
FIGURA 2.28. DESARROLLOS CÓNICOS .....	76
FIGURA 2.29. DESARROLLOS CILÍNDRICOS .....	76
FIGURA 2.30. PROYECCIÓN ANALÍTICA (VAN DER GRINTEN IV).....	77
FIGURA 2.31. IMPOSIBILIDAD DE DESPLEGAR LA FORMA DE LA TIERRA SOBRE UNA SUPERFICIE PLANA .....	79
FIGURA 2.32. EJEMPLO DE PROYECCIÓN CON EL MERIDIANO CENTRAL DESPLAZADO (ROBINSON CENTRADA EN 90° W).....	81

FIGURA 2.33. MAPAMUNDI CENTRADO EN ESTADOS UNIDOS .....	83
FIGURA 2.34. MAPAMUNDI CENTRADO EN EUROPA .....	84
FIGURA 2.35. MAPAMUNDI CENTRADO EN MOSCÚ.....	85
FIGURA 2.36. MAPAMUNDI CENTRADO EN EL OCEANO PACÍFICO .....	86
FIGURA 2.37. MAPAMUNDI CENTRADO EN NUEVA ZELANDA .....	87
FIGURA 2.38. MAPAMUNDI CENTRADO EN ARGENTINA.....	88
FIGURA 3.1. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO .....	93
FIGURA 3.2. PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA DE ROBINSON .....	94
FIGURA 3.3. PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA MOLLWEIDE.....	95
FIGURA 3.4. PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA ECKERT IV.....	96
FIGURA 3.5. PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA ECKERT VI.....	96
FIGURA 3.6. PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA WINKEL TRIPEL .....	97
FIGURA 3.7. PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA DE GOODE, CONTINENTES ENTEROS, OCEANOS CORTADOS.....	98
FIGURA 3.8. CAMBIO DE MERIDIANO CENTRAL EN LA PROYECCIÓN ECKERT IV .....	99
FIGURA 3.9. ANÁLISIS Y ELECCIÓN DE UNA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA.....	102
FIGURA 3.10. CAMBIO DE UBICACIÓN DEL MERIDIANO CENTRAL .....	103
FIGURA 3.11. MATERIAL DIDÁCTICO .....	104
FIGURA 3.12. CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS VISITADAS .....	106
FIGURA 3.13. ESTUDIANTES ENTREVISTADOS POR TIPO DE SERVICIO DE LA INSTITUCIÓN A LA QUE ASISTEN..	107
FIGURA 3.14. ESTUDIANTES ENTREVISTADOS POR GÉNERO E INSTITUCIÓN .....	108
FIGURA 3.15. EXPLICACIÓN FRENTE A GRUPO.....	109
FIGURA 3.16. EJERCICIO REALIZADO CON UNA MANDARINA.....	110
FIGURA 3.17. MATERIAL DIDÁCTICO DE APOYO.....	111
FIGURA 3.18. ENTREVISTA APLICADA A LOS PARTICIPANTES .....	112
FIGURA 3.19. SEMEJANZA DE LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA A LA FORMA DE LA TIERRA .....	113
FIGURA 3.20. DEFINICIÓN DE LOS CONTORNOS CONTINENTALES .....	114
FIGURA 3.21. APRECIACIÓN POR LA MEJOR REPRESENTACIÓN DEL TERRITORIO MEXICANO.....	114
FIGURA 3.22. PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA QUE MÁS AGRADÓ A LOS ESTUDIANTES ENTREVISTADOS .....	115
FIGURA 3.23. WINKEL TRIPEL, PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA ELEGIDA POR CINCUENTA DE LOS ESTUDIANTES ENTREVISTADOS.....	116
FIGURA 3.24. WINKEL TRIPEL, PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA ELEGIDA .....	116
FIGURA 3. 25. PATRONES DE REFLEXIÓN EN TORNO A LA EXPERIENCIA COGNITIVA .....	117
FIGURA 3.26. PREFERENCIAS ACERCA DE LA UBICACIÓN DE MÉXICO EN EL CENTRO DEL MAPA .....	119
FIGURA 3.27. CONTEO DE PAÍSES ASIÁTICOS CON MÉXICO AL CENTRO DEL MAPA .....	120
FIGURA 3.28. EJEMPLO DE CONTEO DOBLE DE RUSIA .....	121
FIGURA 3.29. PAÍSES DIVIDIDOS DENTRO DEL MAPA, MENCIONADOS POR LOS PARTICIPANTES .....	121
FIGURA 3.30. IDENTIFICACIÓN EXITOSA DE JAPÓN CON LA NUEVA DISPOSICIÓN DEL MERIDIANO CENTRAL....	122
FIGURA 3.31. EJEMPLO DE LOCALIZACIÓN ERRÓNEA DE JAPÓN .....	123
FIGURA 3.32. EJEMPLOS DE LOCALIZACIÓN DE PAÍSES ASIÁTICOS, TENIENDO COMO MERIDIANO CENTRAL GREENWICH.....	124
FIGURA 3.33. CONSIDERACIONES DE LOS ESTUDIANTES EN TORNO A SUS APRENDIZAJES CON LA VISUALIZACIÓN A NIVEL MUNDIAL DE LA FORMA COMPLETA DE LOS PAÍSES.....	125
FIGURA 3.34. PATRONES DE REFLEXIÓN RELACIONADOS CON LA VISUALIZACIÓN DE LA FORMA COMPLETA DE LOS PAÍSES .....	125
FIGURA 3.35. PREFERENCIAS, RESPECTO A LA POSICIÓN DEL MERIDIANO CENTRAL .....	127
FIGURA 3.36. PATRONES DE REFLEXIÓN VINCULADOS A LA CONFIGURACIÓN DE LOS PAÍSES .....	127
FIGURA 3. 37. MAPAMUNDI, DIVISIÓN POLITICA .....	130

## INTRODUCCIÓN

La Cartografía es el arte científico de representar y transmitir el saber espacial de la superficie terrestre, su medio de expresión inteligible y complejo a la vez, es el mapa, cuya vocación es dar a conocer distintos fenómenos de ingerencia local, regional y global. En el mapa se posibilita un lenguaje propio a través de signos, también permite el acceso a distintos panoramas que de otra forma resultaría complejo discernirlos y posee un gran abanico de aplicaciones, hechos que le otorgan la virtud de ser irremplazable.

De esta forma, para representar correctamente información geoespacial, es indispensable conocer la base teórica de la proyección cartográfica, elemento geométrico y matemático esencial para la construcción de un mapa, ya que constituye su esqueleto. Por lo tanto, la proyección cartográfica da forma a las entidades que se encuentran en un mapa.

Un elemento esencial que forma parte de todo proceso cartográfico es el usuario o receptor final a quien va dirigido el mapa. A pesar de ello, es muy poco usual voltear a ver y tomar en cuenta la opinión del lector de mapas. Bajo este panorama se precisa mencionar la importancia de conocer y analizar la apreciación de dicho usuario, esto es, debido a que brinda la oportunidad de mejorar la comprensión del mensaje cartográfico; su aportación al respecto posibilita conocer su pensamiento intuitivo y su razonamiento espacial necesario para entender e interpretar el mundo a su alrededor; por lo tanto, su ingerencia repercute en la producción de un diseño cartográfico que responda a una experiencia y una expectativa cognitiva.

En este sentido, investigaciones centradas en temáticas relacionadas con proyecciones cartográficas son poco comunes en México; y más específicamente, estudios que consideren observar e indagar sobre la opinión del usuario de mapas respecto a la disposición del sistema de proyección, resultan prácticamente ausentes, posiblemente debido a que estos temas no han causado el impacto necesario entre la comunidad profesional, como para considerar este tipo de contenido como su objeto de estudio. Por ende, la presente investigación centra su atención en la población infantil, en la medida en que el conocimiento y la conciencia espacial se forman desde temprana edad, su fortalecimiento es fundamental en la procuración de su perdurabilidad a lo largo de la vida.

Es por ello que, en primera instancia, debe resaltarse que la representación de la superficie terrestre sobre un plano bidimensional no es cosa menor, puesto que dicha representación conlleva a influencias tanto en la vida académica como en la vida cotidiana del receptor.

Dicho lo anterior, el papel que deben de desempeñar los profesionistas de la Cartografía respecto al tema de la comunicación es crucial, porque de ello dependerá si se transmite o no ese enlace entre la Cartografía y el fenómeno geográfico; o bien, entre el mapa y el receptor. Dicho lenguaje cartográfico implantado en el mapa, debe ser capaz de enviar un mensaje legible al receptor, facilitando la labor de obtención de información y así propiciar que resulte ameno para el usuario consultar esta notable fuente cartográfica. Aunado a esto, debe ser considerado que cada mapa posee propiedades que los destacan, aunque también, por otra parte, contienen ciertas características que pueden condicionar su utilidad; por ello, debe de ser tomado en cuenta el propósito por el cual se ésta construyendo el mapa.

Ahora bien, la Secretaría de Educación Pública (SEP), institución gubernamental que tiene a cargo la educación básica de los infantes en el país, considera que la enseñanza de la geografía mundial debe ser impartida a partir del quinto grado de primaria, debido a que para esas instancias los estudiantes han adquirido la capacidad de comprenderla. Bajo este contexto, los estudiantes de tal grado tienen acceso tanto al *libro de texto de Geografía* como al *Atlas de Geografía del Mundo*, este último contiene numerosos mapas mundiales en la proyección de Robinson; por su parte, en los establecimientos de artículos de papelería la proyección empleada en los mapas ofertados es la normal de Mercator. Así, es de interés académico en Cartografía cuestionarse cuál proyección mundial de las mencionadas, y otras que se han diseñado en la historia de esta disciplina, podría constituirse como la representación más adecuada para los estudiantes de quinto de primaria.

Sin embargo, a pesar de la inminente importancia de los mapas para la formación de los estudiantes de ese nivel, no existen experiencias acerca de cómo asocian lo que saben de la forma de la Tierra con una representación cercana en los mapas, sumado a sí llegan a interpretar adecuadamente los contenidos básicos y temáticos.

Asimismo, en la actualidad, ante la posibilidad de realizar mapas en Sistemas de Información Geográfica, es posible hacer cambios en los parámetros de las proyecciones cartográficas y cambiar a conveniencia el meridiano central o los paralelos base; bajo dicho contexto, es posible situar al

territorio mexicano en el centro del mapa, pero poco se han estudiado las implicaciones de esta modificación en la lectura de los mapas por parte de los estudiantes de educación primaria.

Ante tales interrogantes, el planteamiento de la **hipótesis** para esta investigación es la siguiente: *la elección de la proyección cartográfica mundial para los estudiantes de quinto grado de primaria del sector público y privado en México se inclinará por la propuesta IV de Eckert con el meridiano de Greenwich como el meridiano central, debido a que se trata de una proyección equivalente la cual permite trabajar superficies.*

Para lograr las aspiraciones de esta tesis, se formuló como **objetivo principal** *designar una proyección cartográfica mundial adecuada para los estudiantes de quinto grado de primaria del sector público y privado en México.* Con el propósito de respaldar este fin, se plantearon los siguientes **objetivos particulares**, que buscaron contextualizar el ambiente teórico de los modelos cartográficos y su aplicación en la didáctica cartográfica:

- \*Asociar las características de desarrollo cognitivo de la población bajo estudio con las particularidades requeridas para la interpretación de la información cartográfica.
- \*Investigar la importancia del lenguaje de comunicación que deben seguir los mapas, para ser leídos adecuadamente.
- \*Indagar concepciones y parámetros cartográficos dentro de los programas de estudio y materiales didácticos de la asignatura de geografía a nivel educación básica.
- \*Analizar tanto la presencia como la ausencia de las proyecciones cartográficas en los mapas a lo largo de la historia de la Cartografía.
- \*Investigar acerca de la conceptualización de los diferentes tipos de proyecciones cartográficas y sus respectivas características.
- \*Analizar las cualidades y deformaciones de las proyecciones cartográficas, con énfasis sobre las características de algunas proyecciones pseudocilíndricas y sus potencialidades para representar la superficie terrestre a nivel mundial.
- \*Valorar las habilidades en el manejo de mapas por parte de los niños de quinto grado de primaria del sector público y privado.
- \*Identificar la proyección cartográfica con la que los estudiantes de primaria asimilan mejor la información geográfica.

\*Proponer un mapa final que refleje los resultados obtenidos en la investigación de gabinete de la mano con la investigación realizada en campo.

En cuanto a la conformación capitular de esta investigación, se perfila de la siguiente forma:

El *primer capítulo* aborda las posturas teóricas relacionadas con la investigación de la cartografía cognitiva, destacándose conceptos como comunicación cartográfica, lectura e interpretación de mapas, alfabetización cartográfica, relaciones espaciales y pensamiento espacial. Por otra parte, también se documentan los principios pedagógicos para el aprendizaje, sobresaliendo temas como los periodos de desarrollo cognitivo, teorías del aprendizaje, escalas de estudio en Geografía y habilidades espaciales. Por último, se expresan los contenidos temáticos relacionados con la enseñanza de la cartografía dentro de los planes de estudio de la SEP, en un periodo comprendido entre 1972 y 2017.

El *segundo capítulo* trata sobre la perspectiva teórica de las proyecciones cartográficas, iniciando por su evolución histórica, con la finalidad de conocer los diferentes procesos bajo los cuales fue habilitada su construcción, así como el contexto histórico del ser humano que influyó para su creación. En seguida, se abordan las formas de obtención, clasificaciones y los fundamentos para considerar a las proyecciones pseudocilíndricas como adecuadas para representar mapas mundiales.

Por último, el *tercer capítulo* considera el contexto teórico y práctico bajo el cual se diseñó y llevo a cabo el trabajo realizado en campo. Se abordan las propuestas de proyecciones pseudocilíndricas, así como las características de los participantes y sus escuelas, los resultados de las pruebas realizadas y la propuesta de mapamundi general para los estudiantes de quinto grado de primaria.

# CAPÍTULO 1

## POSICIONES TEÓRICAS Y EXPERIENCIAS PRÁCTICAS VINCULADAS CON EL APRENDIZAJE ESCOLAR A TRAVÉS DE LA CARTOGRAFÍA

*El mapa, parte de la alfabetización visual*  
Walbert, 2011

*El mapa, un puente entre el alumno y la realidad*  
Baquedano, 2014

El nexo que fundamenta la relación entre la Geografía y la Cartografía es el carácter espacial de la primera y una adecuada representación de la segunda. En virtud de ello, es relevante para esta investigación exponer las diferentes características que toma en cuenta la máxima autoridad en educación de nuestro país en materia de aprendizaje y contenidos académicos, teniendo en cuenta que en función de esto se focaliza la educación de los infantes. En este contexto, se pone especial atención en el área de Geografía y su contenido cartográfico. Es así que primero se evidencian los principios teóricos del enfoque cognitivo en Cartografía. Seguido de esto, se aborda el aprendizaje de la Geografía dentro del ambiente de la educación básica en México y, finalmente, se expresan las particularidades que han acompañado a cada plan de estudios, en un periodo de cincuenta años. Cabe mencionar que, en torno al plan de 1993 se crea la asignatura de Geografía, hecho que representó un parteaguas para la enseñanza de la misma.

### **1.1. Fundamentos teóricos del enfoque cognitivo en Cartografía**

Para iniciar, es necesario conocer los fundamentos teóricos que acompañan la comunicación cartográfica, puesto que ofrecen elementos cruciales que apoyan el saber sobre la perspectiva de visualización con la que cuenta el usuario de mapas y su potencial si es cultivada.

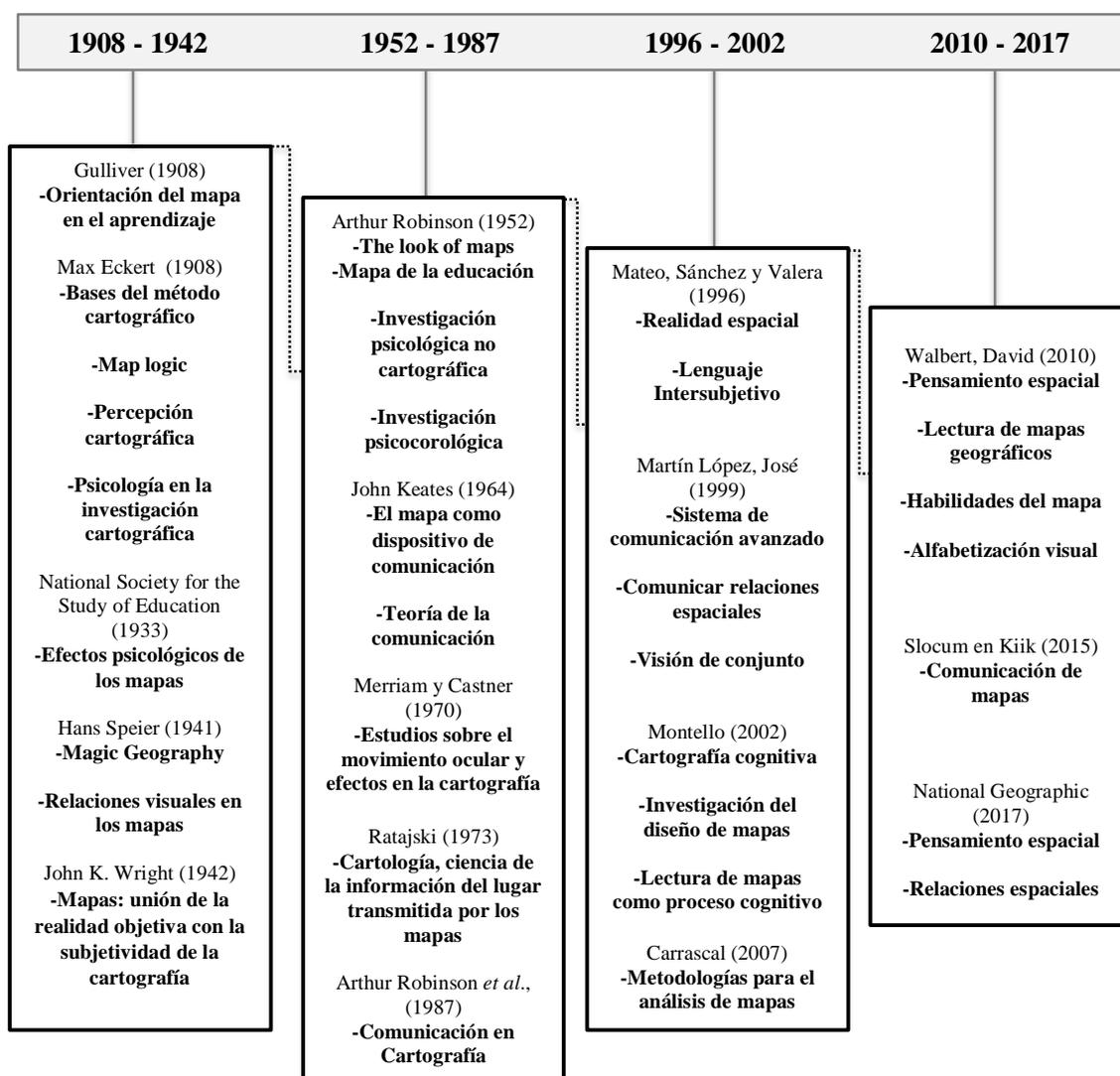
#### *1.1.1. La comunicación en Cartografía.*

Hacia inicios del siglo pasado tuvo origen la investigación en diseño de mapas, un área de estudio de la Cartografía. En principio, las indagatorias se centraron en la generalización cartográfica, cuyo propósito se centra en explorar aspectos como la selección y representación de los objetos reales que coexisten en la superficie terrestre. No obstante, un acercamiento entre la Psicología y la Cartografía despertó un especial interés en estudiar la percepción del usuario sobre la expresión del mapa, siendo este último un medio vital para transmitir información espacial.

Actualmente, existen algunos estudios relacionados con el comportamiento espacial, específicamente en el ámbito de la lectura de mapas desde un enfoque educativo.

La Figura 1.1 que se presenta a continuación engloba la evolución de la cartografía cognitiva, desde sus inicios en 1908 a 2017. Cabe señalar que algunos de los momentos cruciales dentro de esta disciplina ocurrieron en el marco de la Psicología, la comunicación, la alfabetización visual y el pensamiento espacial.

**Figura 1.1. Antecedentes investigativos y conceptos relevantes en Cartografía Cognitiva.**



Fuente: elaborado con base en Kiik, 2015; Martín, 1999; Mateo *et al.*, 1996; Montello, 2002; National Geographic Society, 2017; Robinson *et al.*, 1987; Walbert, 2010.

La integración de las emociones al estudio de los lugares, ha visto su reflejo en investigaciones que abordan el enfoque emocional y su relación con la Geografía (Thien, 2005; Davidson, J.; Smith, M.; Bondi, L., 2007, en International Cartographic Association (ICA), 2017). De tal correspondencia deriva un concepto denominado “mapeo cognitivo”, adoptado por geógrafos en estudios cognitivos (Lobben, 2004).

En cambio, en la disciplina cartográfica el análisis cognitivo responde a la relación entre mapas y emociones; aquí, es donde surge el concepto “deep mapping”, cuyo objetivo es entender los lugares tomando en cuenta recuerdos, emociones y una percepción asociada, para su desarrollo deben tomarse en cuenta dos aspectos fundamentales, tanto la perspectiva científica como la artística, (ICA, 2017).

Para entrar en materia respecto a la comunicación a través de mapas es preciso reconocer que la cartografía cognitiva es definida como “un proceso compuesto por una serie de transformaciones psicológicas, a través de las cuales la persona adquiere, codifica, almacena, recuerda y descifra información sobre la ubicación y atributos relacionados con los fenómenos ocurridos en su entorno espacial cotidiano.” (Downs y Stea, 1973: 9, en Lobben, 2004: 273). Para poder realizar una interpretación adecuada es necesario que el usuario lleve a cabo una óptima lectura de mapas, tomando en cuenta su aplicación en la vida habitual de las personas; actividades sencillas como la planeación de un viaje, organizar la visita a un sitio arqueológico o el trazo de una ruta para llegar al sitio de interés, exponen este fenómeno.

En este sentido, se considera que “la precisión de una persona expuesta a un mapa cognitivo aumenta cuando dicha persona ha tenido contacto previo con un espacio geográfico real, debido al conocimiento adquirido con anterioridad” (Thorndyke y Hayes-Roth, 1982, en Lobben, 2004: 274), por lo que “es posible obtener una visualización más completa de la imagen geográfica” (Golledge, 1992, en Lobben, 2004: 274).

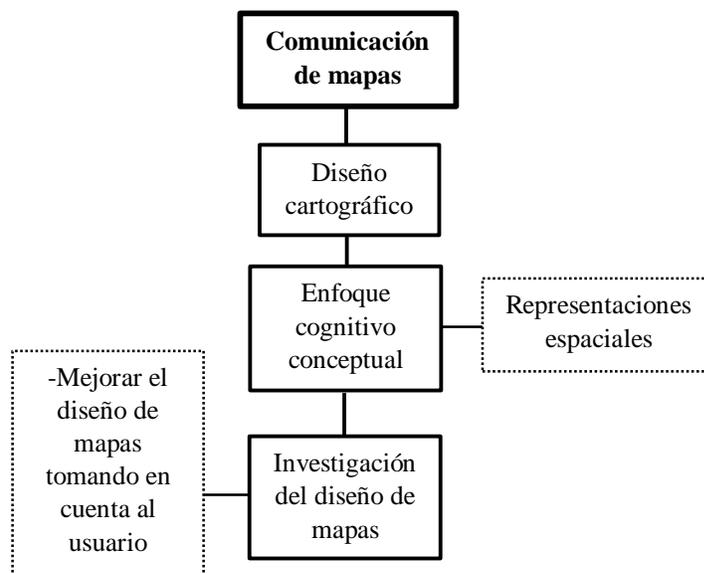
Aunque otro punto de vista expuesto es por Blaut y Stea (1974) y Blades y Spencer (1986), autores que “indican que la capacidad no enseñada para leer un mapa existe en niños incluso de 3 años de edad. Por eso, parece que los chicos pueden ser realmente capaces de leer planos simples antes de poder leer palabras sencillas.” (Bale, 1989: 26).

En torno a este panorama, entonces se tiene que el enfoque de la comunicación cartográfica debe perfilarse con respecto a la capacidad de transmitir información por medio del empleo del mapa. A juzgar que los mapas, al ser un medio gráfico, tienen lugar dentro del pensamiento y comunicación

humana. De tal forma, deben ser aptos para que el usuario acuda a ellos y obtenga los datos que requiere (Robinson *et al.*, 1987).

Por otra parte, un elemento que se destaca dentro del proceso de comunicación cartográfica es el diseño cartográfico (Figura 1.2), que contempla dos procesos, uno mental y otro físico. Su configuración precisa de algunos objetivos relevantes, estos son: “el mapa debe brindar información necesaria para el usuario al que va dirigido, [además] la disposición de dicha información dentro del mapa debe ser eficiente, sencilla y expresarse de forma clara” (Slocum, 2004, en Kiik, 2015: 8).

**Figura 1.2. Comunicación cartográfica.**



Fuente: elaborado con base en Slocum, 2004, en Kiik, 2015: 8; Klippel *et al.*, 2002; Montello, 2002.

Cabe mencionar la existencia de un artículo publicado en 2002 por Klippel *et al.*, titulado *The cognitive conceptual approach as a Leitmotif for map design* [El enfoque cognitivo conceptual como base para el diseño de mapas], cuyo objetivo era plantear el estudio de la ciencia cognitiva sobre representaciones cartográficas, como fundamento para el diseño de mapas. Se señala que existen dos perspectivas, desde la cuales es posible abordar la investigación sobre el diseño de mapas, la primera, se trata del enfoque basado en datos, propio del cartógrafo. Requiere que los datos involucrados sean precisos, interactivos e iterativos. Es así que el mapa resultante refleja la conceptualización y experiencia del cartógrafo; dicho enfoque se expresa en representaciones ricas en entornos espaciales y deriva en representaciones más esquemáticas y abstractas, por ejemplo, la generalización cartográfica, mapas topográficos, fotografías aéreas e imágenes satelitales. En

contraste, el enfoque conceptual cognitivo, consiste en una representación mental creada de forma instantánea al interactuar con un entorno espacial, un medio de representación espacial y al resolver problemáticas espaciales. Dicho enfoque deriva imágenes detalladas, precisas, concretas y responden a un contexto. Un ejemplo sobre este posicionamiento teórico es el bosquejo de un mapa trazado sobre una hoja de papel. Es así, que una representación conceptual espacial tiene su fundamento en principios cognitivos generales y conocimientos sobre las relaciones espaciales (derecha, izquierda, entre, etc.). En este razonamiento la persona tiene que encontrar una correspondencia entre el medio que le rodea y las características del medio de representación. Cabe destacar que toda persona está expuesta a este planteamiento.

Es esencial reconocer que la investigación del diseño de mapas cognitivos precisa conocer al usuario, con el fin de que el proceso cognitivo que se lleva a cabo contribuya en el avance del diseño de mapas geográficos (Montello, 2002).

Existen investigaciones que expresan el fundamento del mensaje cartográfico, el cual radica en la relación establecida entre la información a representar (suministrada por el emisor), el medio gráfico seleccionado para representarla (contenido del mensaje) y el usuario o lector (receptor del mensaje). La intención del mensaje es la búsqueda de la construcción de imágenes cartográficas que sean fáciles de interpretar y de percepción instantánea (Bertin, 1966; Palsky, 1998, en Aldana y Flores, 1999: 227).

Desde este planteamiento, el mapa, como sistema de comunicación, debe ser amable, en la medida en que arroja datos a los usuarios de forma evidente. Sin embargo, existe información que requiere la habilidad de “saber ver”. En calidad de que, el lector, al entablar múltiples relaciones, formula un sistema de comunicación avanzado, en función de que únicamente percibe lo que está preparado para ver, dejando de percibir la totalidad de la información, aunque la esté avistando. En este sentido, es recomendable realizar una interpretación por medio de una visión de conjunto, recordando que el mapa debe leerse adecuadamente desde la primera consulta (Martín, 1999).

En otro orden de ideas, tres enfoques distintos que, en general, plantean la forma en que interviene tanto la capacidad cerebral como los sistemas sensoriales en el proceso de obtención de información, se detallan en los renglones siguientes.

El primer enfoque se basa en la percepción visual del ser humano, cuyo origen descansa en la neuropsicología. Resalta bajo el nombre de teoría visual del *mágico siete*, desarrollada en 1956, por el psicólogo estadounidense George Miller en su artículo titulado “El mágico número siete, más o

menos dos: algunos límites de nuestra capacidad para procesar información”. Donde Miller acota, que en la memoria a corto plazo los seres humanos poseen la capacidad de retener entre cinco y siete elementos al mismo tiempo. Cabe señalar, que un número, letra o palabra son considerados como un elemento (Carrizo, 2011). De esta forma, se plantea que todo aprendizaje se lleva a cabo de la siguiente manera:

“...El material se organiza primero en partes que, una vez enlazadas, pueden reemplazarse por otros símbolos- abreviaciones, letras iniciales, imágenes esquemáticas, nombres, o lo que se quiera- y eventualmente el razonamiento entero se traduce en unos pocos símbolos que pueden ser captados todos juntos al mismo tiempo.” (Psicología de la comunicación, 1969 en Carrizo, 2011: 10).

Los otros dos enfoques fueron abordados por el geógrafo estadounidense Alan MacEachren, quien en 1995 detalló su punto de vista sobre la percepción visual y la cognición visual. Ambos de vital importancia en investigaciones sobre el entendimiento de las funciones del mapa, con objeto de producir una mejora en el diseño de este.

Por su parte, la percepción visual de origen en la neurofisiología, refiere cómo el ojo forma imágenes y la forma en que son transferidas al cerebro. Aquí se toman en cuenta aspectos relacionados con el color, tamaño del símbolo, contraste simultáneo de colores, agrupación de símbolos en un mapa, escaneo del mapa por parte del usuario y la implicación que trae consigo en la comprensión de la información, también se toma en cuenta cómo el usuario separa las formas terrestres -a qué presta atención-, y el procesamiento ocular, dirección de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo.

Entre tanto, la cognición visual cuyo origen se encuentra en la ciencia cognitiva y la psicofísica, toma en cuenta el conocimiento previo por parte del usuario. El intermediario entre lo que ve el ojo y lo que interpreta el cerebro es el denominado esquema de conocimiento. En este sentido, se determinan tres tipos de esquemas de conocimiento incorporados; el primero es el comprendido por los atributos de los elementos geográficos; el segundo es el esquema de imágenes que comprende la organización del conocimiento dentro de un mapa, teniendo en cuenta las relaciones espaciales entre entidades; y el tercero es el esquema de eventos que comprende una sucesión de pasos, con el propósito de desplazarse de un lugar a otro. Este último planteamiento sugiere que los seres humanos comprenden y almacenan los elementos más significativos dentro de una escena visual, teniendo en cuenta un vocabulario geométrico y simbólico, en tanto que en torno a la escena del mapa se tiene la misma aplicación (Sluter, 2001).

### 1.1.2. Experiencias investigativas de la Cartografía Cognitiva.

La compilación de los hechos que acompañan la evolución sobre la investigación en comunicación cartográfica evidencia el surgimiento de conceptos que proporcionaron mayores criterios para el conocimiento y evaluación de los usuarios, que, en efecto, propició la retroalimentación y con ello la comprensión de la capacidad de análisis espacial por parte del lector de mapas.

En este sentido, los primeros trabajos relacionados con la comunicación cartográfica advertían sobre la construcción de un modelo teórico, en función de tres elementos: el emisor, el mensaje y el receptor (Aldana y Flores, 1999). En cambio, la investigación cognitiva en diseño de mapas inicialmente fue abordada desde conceptos como *perceptual cartography, the human factors of maps, evaluation research, usability research, communication research* y *experimental cartography* (Board, 1978; Board y Buchanan, 1974; Castner, 1983; Hopkin y Taylor, 1979; Olson, 1979 en Montello, 2002: 284).

Cabe mencionar que el desarrollo de este tipo de estudios estuvo conformada por cuatro momentos históricos relevantes, comprendidos, en primera instancia, por el surgimiento del interés por conocer el comportamiento humano, tarea esencial de la psicología científica, (Knight, 1986 en Montello, 2002: 285); un segundo momento fue el desarrollo de la cartografía temática; entre tanto, el tercer momento sucedió dentro del contexto militar, en el cual se desarrollaron métodos especializados para la realización de mapas y; el último hecho estuvo ligado a la teoría del arte.

Dentro de la disciplina geográfica se consideran dos sucesos relevantes, el primero, la revolución cuantitativa en Geografía y el segundo, el surgimiento del vínculo entre la Geografía y la Psicología, en los años sesenta. Como resultado de esta unión se publican estudios sobre geografía conductual y psicología ambiental (Board, 1981; Castner, 1983 en Montello, 2002: 285).

Por otro lado, la obra del geógrafo y cartógrafo Arthur Robinson *The look of maps*, publicada en 1952, es considerada como un parteaguas en estudios sobre cartografía cognitiva y diseño de mapas, a título de sus sobresalientes aportaciones en el campo de los aspectos visuales dentro de la Cartografía y la teoría de la comunicación; cabe señalar que, a su vez, Robinson reconoce a Max Eckert, Hans Speier y John K. Wright como sus antecesores en esta clase de estudios (Montello, 2002).

Dos estudios que denotan un claro acercamiento entre la cartografía, la didáctica y la lectura del mapa se documentan en las siguientes líneas. El primero, toma en cuenta la relación “mapa-

didáctica-orientación”, así como la forma en que influye la cartografía cognitiva en el aprendizaje de la Geografía en los niños. Dicho estudio se llevó a cabo por Gulliver en 1908, quien realizó pruebas en diferentes escuelas (Gulliver, 1908, en Montello, 2002).

Un segundo estudio con estas características, realizado en 2016, (Ooms *et al.*), titulado *Education in cartography: what is the status of Young people’s map-reading skills?* [Educación en cartografía: ¿Cuál es la condición de las habilidades de los jóvenes, en la lectura de mapas?], el cual reunió la opinión de quinientos veintiocho participantes. Estudiantes de entre once y dieciocho años de la materia de Geografía, resolvieron un cuestionario que incluía preguntas sobre cartografía y mapas topográficos. El análisis de datos arrojó el resultado de un incremento en los puntajes de los cuestionarios directamente relacionado con el incremento en las edades de los participantes. Esta tendencia se atribuyó a la educación cartográfica recibida en sus respectivos niveles escolares y a sus respectivos niveles de desarrollo cognitivo.

## **1. 2. Inserción de la Cartografía en el aprendizaje de la Geografía en la educación básica**

A continuación se presentan distintas posturas teóricas que abordan la implementación del conocimiento espacial dentro de las aulas de los infantes. Inicialmente se documenta el concepto de alfabetización visual, después las etapas de desarrollo cognitivo y su relación con el aprendizaje, posteriormente se comenta sobre el desarrollo de las competencias geográficas y cartográficas, así como los principios metodológicos, habilidades y actitudes geográficas. Para finalizar este apartado se desglosan los aprendizajes esperados.

### *1.2.1. Alfabetización visual.*

El enfoque de la Cartografía Cognitiva se auxilia de teorías y métodos, con la finalidad de comprender, leer y producir mapas. En este sentido, la lectura de mapas, que incluye aspectos como percepción, aprendizaje, memoria, pensamiento, razonamiento, resolución de problemas y comunicación, forman parte de un elaborado proceso que debe llevar a cabo todo nuevo intérprete de mapas, ejemplo de esto, se puede encontrar en los infantes al encontrarse frente a un mensaje con predominio de características cartográficas.

A continuación se exponen los distintos posicionamientos que engloban la didáctica de la Geografía y las posibilidades del mapa.

#### *a) Vinculación entre disciplinas.*

El componente visual es un elemento que caracteriza la disciplina geográfica, resultado de su intervención en la representación de los fenómenos que suceden en el territorio, su expresión más primaria se da a través del mapa. Así, la Geografía se vincula con la Cartografía, a razón de que todo proceso territorial requiere de los métodos y técnicas de esta última para ser representado. Es por ello, que la Cartografía es el lenguaje gráfico más adecuado para el geógrafo (McLuham, 1985, en Almeida, 2017).

Bajo este contexto, en la actualidad el sentido visual posee gran importancia como consecuencia del desarrollo tecnológico de las últimas décadas, algunas de sus derivaciones se encuentran en el desarrollo de software especializados en sistemas de información geográfica y aplicaciones que permiten la visualización de información espacial, ambientes que propician la difusión de la Geografía y su objeto de estudio, el espacio geográfico; por ello, es preciso contar con el respaldo que proporciona el mapa (Santamaría, 2005; Souto, 1998: 16, en Almeida, 2017).

Por otra parte, Durán (2011) refiere que la Cartografía es primordial para la enseñanza de la Geografía, pues gracias a los mapas prevalecen las competencias geográficas ambiental, espacial y regional, en tanto que De Miguel (2017) menciona que dichas competencias propician el impulso de la innovación educativa.

Es así que uno de los grandes desafíos que enfrenta la enseñanza de la Geografía es la incorporación del pensamiento espacial; propiciar en los estudiantes la concepción, visualización e interpretación de este último, estimula el desarrollo intelectual y cognitivo en dichos estudiantes, planteándose un ambiente donde el infante adquiere un mejor aprendizaje sobre la alfabetización cartográfica, eje principal en los contenidos para educación básica. La importancia de implementar dicha alfabetización visual en las aulas de los infantes de entre 9 y 11 años, radica en que pueden tener acceso a situaciones existentes, tanto dentro del territorio que habitan como a las que suceden en otros lugares, por ende los estudiantes ejercitan la aplicación de las escalas nacional, continental y mundial (Comes, 1998; De Miguel; Gómez, 2010; Luque, 2011 en De Miguel, 2017; Souto, 2011).

#### *b) Didáctica del mapa.*

Un método didáctico refiere la forma en que se organizan las actividades, a sugerencia de Souto (2011), deben estar enfocadas a la didáctica, en tareas que se realicen dentro del aula y que su finalidad sea que los estudiantes aprendan del conocimiento impartido. Por ello, para la didáctica de

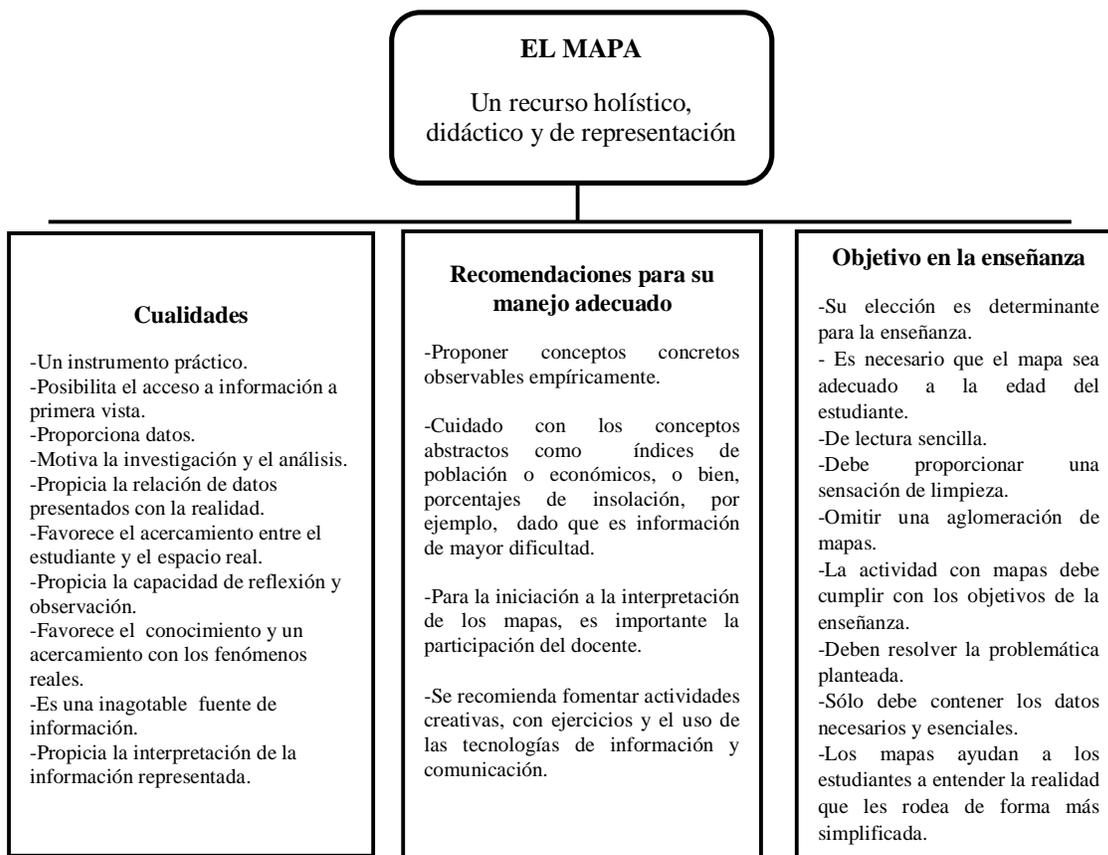
la Geografía se requiere de un vocabulario propio, en función de la demanda de las categorías de análisis espacial, los conceptos, habilidades y actitudes a adquirir (Navarro, 2011).

Se sabe que en los primeros años de vida los conocimientos son adquiridos por medio de la observación, siendo el primer acercamiento con los lugares e imágenes. Por tal motivo, para Souto (2011) es primordial que los infantes tengan la oportunidad de practicar la localización, el sentido de orientación y la elaboración de croquis y dibujos del espacio conocido, debido a que propician la percepción, considerando que esta última un paso adelante de la observación. En virtud de ello, en los últimos grados de educación primaria son abordados distintos conceptos vinculados con el proceso de razonamiento geográfico de escala, distribución y cambios espaciales, por poner algunos ejemplos.

En este sentido, el atlas puede ofrecer grandes posibilidades didácticas, donde los estudiantes pueden desarrollar la habilidad de identificar países, relacionándolos unos con otros, e iniciarlos en el empleo de mapas temáticos, sean, unidades políticas o de población por ejemplo. Todo ello con el propósito de concientizar a los infantes sobre el amplio mosaico de países que existen en el mundo y su toponimia. Otro aspecto que resalta el empleo del atlas o bien, del mapa en general es que los infantes pueden aprender a utilizar las líneas de longitud y latitud para realizar localizaciones donde intervenga la superficie total de la Tierra, así como incentivar la interpretación de la dirección a escala mundial. Es importante destacar que la capacidad aprendida de averiguar en dónde se encuentran los lugares en el momento en que una persona lo requiera, da mayor valor a este ejercicio (Bale, 1989).

La Figura 1.3, expresa las sugerencias que Baquedano (2014) plantea para dar pauta a didácticas que fomenten una adecuada lectura de mapas, también subraya su contribución en el mejoramiento de la explicación de los contenidos geográficos a los estudiantes.

**Figura 1.3. Pautas didácticas para una adecuada lectura de mapas.**



Fuente: elaborado con base en Baquedano, 2014.

Respecto a la enseñanza de las aptitudes cartográficas, el autor anteriormente mencionado, establece una relación entre contenido académico, profesor y alumno, tomando en cuenta el uso del mapa en instituciones educativas de nivel básico; concluyendo que, desafortunadamente, el mapa es poco utilizado, a pesar de ser un instrumento indispensable para el aprendizaje. Por ello, plantea que sería adecuado que el docente se pregunte a sí mismo las siguientes interrogantes: *qué, cómo y cuándo*, con la finalidad de sentar las bases de una enseñanza empleando el mapa. De igual forma, señala que el docente debe valorar el tipo de representación espacial que tiene en su grupo escolar, porque con ello podría determinar el método de enseñanza a seguir, puesto que se tendrán estudiantes en distintas etapas de pensamiento evolutivo, sea egocéntrico, proyectivo o abstracto.

Del mismo modo, se indica que es necesario tomar en cuenta un aspecto más, y es, que los docentes deben trabajar con el mapa vinculándolo al contexto sociocultural que envuelva al infante,

sea familiar, religioso, de poder adquisitivo, nivel cultural o país de origen; con objeto de que el proceso de enseñanza inicie con esquemas espaciales ya constituidos en su mente.

Con estas bases, psicólogos, pedagogos y geógrafos coinciden en que la educación básica de los niños debe corresponder con el nivel de desarrollo intelectual y la madurez adquirida durante el crecimiento, con el fin de proporcionar una comprensión adecuada frente a los diferentes contenidos temáticos que avistan a lo largo de su formación académica.

También se establece que para que los alumnos comprendan aspectos relacionados con el espacio y su representación, requieren dominar procedimientos y técnicas a las que responde la Cartografía. En este sentido, un aspecto central de la teoría piagetiana reconoce que el espacio no viene dado *a priori*, como mera percepción, si no que se construye paso a paso (Ochaíta, 1983; Mateo *et al.*, 1996).

De esta forma, “el alumno reconstruye la realidad espacial de un lugar a partir de sus propias percepciones y de los datos que él posee sobre ese espacio. Esta reconstrucción debe facilitar la adquisición de un lenguaje intersubjetivo que le permita comunicar a otras personas su explicación de la realidad social, y esta comunicación de su conocimiento percibido y organizado...” (Mateo *et al.*, 1996: 21).

Cabe señalar que los niños entienden la representación visual en la medida en que van creciendo, mientras que requerirán de cierta instrucción para comprender la idea de representación (Walbert, 2010).

Es en este punto donde la alfabetización visual toma un papel relevante, así lo indica Walbert (2010), quien subraya que es fundamental que los estudiantes desarrollen habilidades de lectura e interpretación de mapas, debido a la gran cantidad de mapas a los que se tiene acceso actualmente. En este sentido, la alfabetización visual se define como el conjunto de habilidades y hábitos mentales necesarios para leer las imágenes. Es así que el aprendizaje de dicha alfabetización no sólo significa observar una imagen, sino comprenderla, captar el significado de la imagen, analizarla e incorporarla a los esquemas de pensamiento o estructuras cognitivas, propiciando la interpretación.

Sin embargo, gran parte de la planta docente de las escuelas de educación básica subestiman la importancia de la alfabetización visual, enfocándose principalmente en la enseñanza de las convenciones del mapa (latitud, longitud, escala de representación, etc.). La trascendencia de dichas convenciones radica en que representan un primer acercamiento hacia la alfabetización, aunque, no

son la alfabetización en sí. Pese a que el infante pudiese decodificar un mapa, no asegura que tal infante comprenda los contenidos de dicho mapa, equivaldría a enseñarle a un niño el alfabeto y acto seguido proporcionarle un texto para su lectura.

Otro aspecto en el que vale la pena ahondar, es el asociado al anteriormente mencionado “pensamiento espacial”, adoptado tanto por Walbert (2010), como por la National Geographic Society (NGS por sus siglas en inglés) (2017), ambos coinciden en que su implementación es primordial para la lectura de mapas geográficos, puesto que los estudiantes demandan entender cómo se representa el espacio.

Asimismo, la NGS (2017) recalca que el pensamiento espacial propicia en los estudiantes la comprensión y el análisis de fenómenos relacionados con los lugares más próximos a ellos, los cuales pueden visualizar fácilmente a través de un mapa. De tal forma, se advierte que el pensamiento espacial es una de las habilidades más significativas que los estudiantes pueden desarrollar cuando aprenden Geografía, puesto que deben interpretar mapas para establecer relaciones espaciales.

Ya anteriormente, el psicólogo suizo Jean Piaget (1947), en su libro *La representación del espacio en el niño*, hace referencia sobre las relaciones espaciales topológicas, proyectivas y euclidianas. Respecto a las relaciones topológicas toman en cuenta el espacio contenido en un objeto o figura, envuelven relaciones de proximidad, separación, orden, cerramiento y continuidad, derivando en relaciones internas y en el establecimiento de nexos bicontinuos simples entre dos figuras o más. En cambio las relaciones espaciales proyectivas y euclidianas toman en cuenta los objetos, sus representaciones y las relaciones, en función de sistemas proyectivos o con ejes de coordenadas, por ende, representan la capacidad de conceptualizar el espacio a través de un sistema abstracto, como la gradícula (Ochaíta, 1983; Walbert, 2010).

Aunado al comentario anterior, que un estudiante desarrolle apropiadamente destrezas espaciales proyectivas, implica que este sea capaz de interpretar el ángulo desde el cual un mapa representa la superficie de la Tierra y traducir eso hacia su propia perspectiva (Walbert, 2010).

Finalmente, Ochaíta (1983) y Walbert (2010), hacen notar que hasta el momento en que los niños desarrollan la habilidad espacial, se basan en conceptos espaciales topológicos, aquellos que no cambian cuando se distorsiona una superficie o un espacio, considerando que los infantes más pequeños captan éstos aspectos con mayor facilidad, sumado a que el infante elabora primeramente el espacio topológico, tanto en niveles de acción como de representación, a diferencia de los otros

conceptos espaciales, proyectivos y euclidianos, que se desarrollan relativamente a la par, aunque los segundos terminan de madurar en etapas venideras.

### *1.2.2. Fundamentos pedagógicos para una educación espacial.*

A continuación se presenta a grandes rasgos las distintas etapas que acompañan el desarrollo cognitivo, así como las teorías del aprendizaje utilizadas en distintas etapas de la educación.

#### *a) Etapas de desarrollo.*

El espacio representa la unidad básica en el pensamiento humano; un concepto de interés para esta investigación es la percepción del espacio centrada en los infantes, debido a que cuando es captada por los sentidos ejerce una conexión directa con el medio más próximo a dicho infante. En este sentido, ciertas teorías del aprendizaje tienen su fundamento en la forma de obtener el principio espacial (Baquedano, 2014).

Otro concepto que es necesario mencionar es el de la cognición humana, cuyo planteamiento hace notar la relación entre el desarrollo mental y la capacidad de aprender. De este modo, una disciplina que aborda el estudio del comportamiento y la experiencia del ser humano relacionado con el aprendizaje y la enseñanza, es la psicología de la educación (Davis, 2014).

Es así que una teoría que ha marcado el rumbo de las investigaciones en desarrollo cognitivo es la de Piaget, quien planteó cuatro etapas denominadas estadios; establece que el primero de éstos, es el denominado sensoriomotor que abarca de los 0 a los 2 años, donde el aprendizaje es posible a través de la percepción y actividad muscular. El segundo estadio llamado intuitivo o preoperatorio abarca de los 2 a los 6-7 años, en esta etapa la experimentación con objetos propicia el aprendizaje. El tercer estadio, refiere las operaciones concretas y abarca de los 7 a los 10-11 años, donde la comprensión forma un nexo con la experiencia, también en problemas concretos los infantes aplican operaciones lógicas, comprenden números, longitudes, áreas y volúmenes, del mismo modo desarrollan la habilidad de clasificar. Finalmente, el último estadio denominado operaciones formales abarca de los 11 a los 14-15 años, aquí el aprendizaje es propicio a través de la experiencia directa, da lugar al razonamiento hipotético, a la idea abstracta y da pie a los fundamentos de la investigación científica (Jean Piaget, 1966 en Baquedano, 2014; Dworetzky, 1987: 228; Lefrancois, 1988: 184 en Davis, 2014).

Por último, respecto al desarrollo de los infantes desde el enfoque de expresión visual, Durán (2011) plantea que a los siete años de edad los infantes experimentan el desarrollo en el que su representación topológica del mundo es bidimensional, por lo que son capaces de representar sobre un plano el lugar donde viven. Detalles como dirección, orientación, distancia y escala, pueden ser proporcionados por ellos. En tanto que la capacidad de realizar mapas de su entorno sin recibir indicaciones de cómo hacerlo, corresponde a los infantes de 11 años de edad. Con lo anterior, los infantes pasan de una etapa egocéntrica a una de abstracción, esta última da pauta a la capacidad de trazar mapas con cierta integración, coordinación y habilidad para distinguir jerarquías; de esta forma, se crea un nexo entre espacio y lugar.

#### *b) Teorías del aprendizaje.*

El aprendizaje es una función esencial en todo ser vivo; al tratarse de la adquisición de conocimiento a partir de nueva información percibida. El aprendizaje es un concepto particularmente abordado por la Didáctica y la Psicología. De esta forma, las teorías del aprendizaje comprenden el estudio del conocimiento y su relación con la adquisición de este mismo.

A continuación se presentan distintas teorías del aprendizaje:

La teoría conductista o de aprendizaje por reacción a un estímulo, fue propuesta por John B. Watson en 1913. Se trata de un modelo donde el niño aprende de acuerdo a ciertas conductas asociadas con incentivos específicos (Baquedano, 2014; Davis, 2014).

Respecto a la teoría del aprendizaje social, tiene su base en el estudio de la observación de prototipos de ingerencia social y su relación con el porcentaje de aprendizaje. Deriva del trabajo realizado por Cornell Montgomery (1843-1904), quien propuso cuatro etapas del aprendizaje. Posteriormente fue retomada por Julian B. Rotter en 1954, en su artículo titulado “Social Learning and Clinical Psychology” [Aprendizaje social y Psicología Clínica], donde basaba sus ideas en la interacción entre conducta y motivación. Más adelante, en 1977, Albert Bandura amplió las propuestas de sus antecesores tomando en cuenta los principios del aprendizaje cognitivo y conductual.

En cuanto a la teoría del constructivismo social, su precursor, el psicólogo ruso Lev Semionovich Vygotsky (1896-1934), aseguraba que el conocimiento se obtiene a través de la

interacción social, mismo que se apoya en el hecho de que el aprendizaje está estrechamente vinculado al diálogo con otros, considerando que al compartir ideas y debatir información se incrementa la comprensión. Vygotsky afirmaba que el habla favorece al pensar (Davis, 2014).

En 1932, Vygotsky precisó la comparación del comportamiento de los niños en distintos trasfondos sociales, con la finalidad de discernir entre lo social y lo individual; su objetivo era averiguar las relaciones en sus formas de pensar. Como resultado, Vygotsky complementó la teoría de Piaget, comentando que el desarrollo de la habilidad del lenguaje es crucial en el proceso de simbolización de las acciones. También declaró que el niño llega a acelerar la edad y desarrollar la capacidad de pensar, con procesos de operaciones formales por medio de ambientes que lo estimulen. Es preciso señalar, que un aspecto reconsiderado por este autor, fue la periodicidad en la clasificación del desarrollo de las etapas en los diversos ámbitos culturales (Vygotsky, 1962; Piaget, 1962; Piaget, 1972; Hunt, 1961 en Davis, 2014).

En otro orden de ideas, hacia 1977, Hubert Hannoun, desarrolló las propuestas de Jean Piaget dividiendo el conocimiento de las nociones espaciales en tres etapas, “lo vivido”, “lo percibido” y “lo concebido”, mostrando la evolución de las formas de aprehensión del espacio en el niño.

Esto es, en primer lugar el infante vive el espacio, vive las distancias y los recorridos, no necesariamente concibe distancias, sin embargo, las vive. La etapa del espacio vivido es el estadio del “aquí”, la experiencia directa del medio, puesto que no puede concebir un espacio más allá de su persona física. La aprehensión del espacio vivido al ser de carácter físico, se trata de una experiencia biológica, donde el infante lo vive por medio del movimiento, por ejemplo un recorrido por el patio de su escuela durante el recreo, por ello el espacio que descubre el infante es el del aula, la calle o su casa.

De aquí se deriva la segunda etapa, la del espacio percibido, donde el infante es capaz de vivir el espacio sin necesidad de experimentarlo biológicamente, cuestiones como la distinción de distancias, posiciones como adelante, atrás, encima o dentro, serán captadas por el infante con solo propiciar su percepción, por ejemplo, al observar una fotografía podrá distinguir distancias y diferenciar las posiciones de los objetos a través de la observación, propiciando la orientación. De ahora en adelante, el infante distingue el “allá”, por medio de sus sentidos, en especial a través de la vista. Si se solicita al infante alcanzar el espacio, éste lo hará por medio de la observación. Por lo tanto, el aprehende del espacio de su colonia, del panorama de un lugar visto desde la altura o por

medio de la fotografía aérea de un sitio. Estas dos etapas corresponden al espacio de lo concreto y lo físico.

A partir de esta etapa el infante va captando paulatinamente el espacio concebido, hacia los once o doce años. Este espacio es matemático, abstracto y se hace uso del ejercicio mental. Las formas ahora contienen relaciones, como pudiera ser un cuadrado o un rombo. Este espacio concebido es el estadio del “por doquier”, donde el infante es capaz de imaginar mentalmente espacios en los que nunca ha estado, propiciando la localización (Hannoun, 1977; Baquedano, 2014).

Finalmente, una teoría desarrollada en la década de 1980, por Howard Gardner, es la teoría de las inteligencias múltiples; para algunos autores representó un parteaguas en la forma de evaluar la capacidad y desarrollo intelectual del individuo. Su enfoque refiere la condición plural de las capacidades de cognición, por ello, un conjunto de habilidades constituye la inteligencia, dada su interacción en la resolución de distintas problemáticas. Dichas inteligencias se dividen en: inteligencia lingüística, lógico-matemática, espacial, kinestésica-corporal, naturalista, musical, interpersonal e intrapersonal, cada cual contenida y desarrollada en cada persona de forma distinta.

Derivado de esta diserción, la inteligencia que se relaciona directamente con los objetivos de este trabajo, es la **inteligencia espacial**, vinculada al aprendizaje tanto geográfico como cartográfico. Alude a la habilidad de gestionar los espacios y pensar en tres dimensiones, también permite producir y desglosar información bidimensional contenida en planos y mapas. Propicia la visualización desde diferentes puntos de vista. Del mismo modo, favorece la oportunidad de movilizar objetos espacialmente, como el trazo de rutas o la búsqueda de caminos que conduzcan a un sitio determinado; su impulso prevalece en el educando, amplificándose al ser expuesta continuamente a distintos elementos espaciales (Sordo, 2011).

### *1.2.3. El desarrollo de competencias geográficas y cartográficas.*

En general, el conocimiento es definido como la información, entendimiento, competencias, valores y actitudes adquiridos por medio del aprendizaje. El conocimiento es el modo en que los individuos y las sociedades le otorgan un propósito a la experiencia, sumado a que tiene nexos con distintos ambientes, sean culturales, sociales e institucionales (Fundación Europea de la Ciencia, 2011 en UNESCO, 2015). Por lo tanto, el aprendizaje es el proceso requerido para obtener dicho conocimiento. El aprendizaje constituye tanto un engrane dentro del proceso como un resultado,

producto de tal proceso. Con el fin de incentivar el desarrollo en las personas se precisa realizar las siguientes preguntas, qué conocimiento debe adquirirse, por qué, dónde, cuándo y cómo debe utilizarse. Bajo este panorama, las competencias geográficas se vislumbran como resultado de un aprendizaje previo. A continuación se hablará a respecto.

a) *Competencias.*

Una “competencia [es] la capacidad de poner en práctica de forma integrada, en contextos y situaciones diferentes, los conocimientos, las habilidades y las actitudes personales adquiridos.”. Las competencias tienen tres componentes: un saber (un contenido), un saber hacer (un procedimiento, una habilidad, una destreza...) y un saber ser o saber estar (una actitud determinada).” (Martín y Vázquez, 2011: 104).

Por su parte, la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, por sus siglas en inglés) define una competencia como un “conjunto de comportamientos socio afectivos y habilidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales y motoras que permiten llevar a cabo adecuadamente un desempeño, una función, una actividad o una tarea” (Argudín, 2005: 12).

Aunado a esto, para la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) una competencia:

“Involucra la habilidad de enfrentar demandas complejas, apoyándose en y movilizando recursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular”. Por ejemplo, la habilidad de comunicarse efectivamente es una competencia que se puede apoyar en el conocimiento de un individuo del lenguaje, destrezas prácticas en tecnología e información y actitudes con las personas que se comunica. (OCDE, 2005: 3).

Por su parte, la SEP (2017) menciona que una competencia es la movilización de saberes en circunstancias específicas, su ventana se encuentra en la acción, por ejemplo, la competencia comunicativa se manifiesta en el habla o la escritura. Con ello, se deduce que los educandos pueden demostrar el dominio de una competencia sabiendo manejar los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que la conforman.

En este sentido, “Las competencias [revelan] la capacidad de utilizar el conocimiento,...el entendimiento, las aptitudes, los valores y las actitudes que se precisan para actuar en contextos concretos y atender demandas.” (UNESCO, 2015: 40).

Ahora bien, respecto a la importancia de las competencias la OCDE indica lo siguiente:

La globalización y la modernización están creando un mundo cada vez más diverso e interconectado. Para comprender y funcionar bien en este mundo, los individuos necesitan, por ejemplo, dominar las tecnologías cambiantes y comprender enormes cantidades de información disponible. También enfrentan desafíos colectivos como sociedades, -tales como el balance entre el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental, y la prosperidad con la equidad social. En estos contextos, las competencias que los individuos necesitan satisfacer para alcanzar sus metas se han ido haciendo más complejas, requiriendo de un mayor dominio de ciertas destrezas definidas estrechamente. (OCDE, 2005: 3).

El origen del enfoque competencial surge a partir de dos publicaciones emitidas por la UNESCO, la primera de 1972, titulada “Aprender a ser: la educación del futuro, el ‘Informe Faure’”, sostenía dos principios básicos, la interrelación de la sociedad de aprendizaje y la educación permanente, de manera que, en la medida en que el desarrollo tecnológico y las transformaciones sociales fueran suscitándose era necesario vincular la educación recibida en las instituciones académicas con aspectos de la vida social. También se exponía “...el derecho y la necesidad de cada individuo de aprender para su propio desarrollo personal, social, económico, político y cultural.” (UNESCO, 2015: 15).

La segunda publicación denominada “La educación encierra un tesoro, el ‘Informe Delors’”, de 1996, planteaba un panorama de la educación fundamentado bajo el concepto de “aprender a lo largo de la vida”, de igual forma, proponía cuatro ejes educativos, aprender a conocer, a hacer, a ser y a vivir juntos”. Dicha edición dio pauta al planteamiento sobre lo que se debía enseñar en las escuelas, propiciando el desarrollo de las competencias para la vida dentro de la currícula escolar (Souto, 2011; UNESCO, 2015).

Con la finalidad de evaluar el nivel de dominio del aprendizaje por competencias por parte de los estudiantes, en el año 2000 se implementó la prueba PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes) de la OCDE, con la finalidad de “...monitorear cómo los estudiantes que se encuentran al final de la escolaridad obligatoria han adquirido los conocimientos y las destrezas necesarios para su completa participación en la sociedad”. (OCDE, 2005: 2). De acuerdo con la OCDE la implementación de dicha prueba se sustenta en cuatro puntos esenciales, por un lado, su orientación a políticas gubernamentales, por otra parte, pretende atender la capacidad de análisis, razonamiento y comunicación, en particular la forma en que se resuelven e interpretan los problemas abordados en las distintas áreas de enseñanza, también su trascendencia para un aprendizaje para la vida, finalmente la prueba propicia el monitoreo del progreso de los objetivos clave de aprendizaje de los países involucrados (OCDE, 2005).

En este orden de ideas, las competencias básicas deben ser adquiridas por los estudiantes en la educación básica; éstas comprenden los conocimientos, habilidades y actitudes que se requiere que aprendan. A causa de que los conocimientos que deben adquirir los niños de entre 8 y 12 años de edad, los regula la currícula escolar, dicha currícula contiene normas, encargadas de educar; por ende, en función de éstas se realizan los programas escolares, así como, la definición de los materiales educativos (Souto, 2011).

Particularmente en el ámbito geográfico, el planteamiento de 2009 de la SEP, sugiere que el desarrollo de competencias geográficas debe regirse por el manejo de información geográfica, sean el análisis y la representación de la información geográfica. Dichos saberes pueden presentarse bajo el precepto “lingüístico (oral, escrito), simbólico (cartográfico), estadístico (matemático) e icónico (imágenes de paisajes)” (Ibidem).

Por su parte, Sordo (2011: 165), indica que las competencias geográficas que la educación básica busca desarrollar en los infantes son:

- . Manejo de información geográfica.
- . Valoración de la diversidad natural.
- . Aprecio de la diversidad social y cultural.
- . Reflexión de las diferencias socioeconómicas.
- . Participación en el espacio donde se vive.

Es preciso decir, que en el marco del Proyecto DeSeco (1997) de la OCDE, se propusieron nueve competencias clave aludiendo a tres grandes áreas, que posteriormente fueron replanteadas debido a su carácter economicista de la educación, tras efectuarse esta reformulación se reconocieron ocho competencias clave con un carácter más humanista e integrador (Begoña *et al.*, 2016), como respuesta a dicho proyecto, dentro del Plan de estudios para primaria del 2009 de la SEP, se plantea el desarrollo de competencias geográficas. El Cuadro 1.1 resume lo expuesto por Souto (2011) sobre los aspectos más relevantes de dichas competencias.

**Cuadro 1.1. Competencias básicas para Geografía.**

Competencias (OCDE)	Competencias para Geografía
Comunicación lingüística	Analiza, representa e interpreta información geográfica.
Competencia matemática	Transforma las magnitudes absolutas en números relativos.
Competencia digital en el proceso de la información	Selecciona con criterios los documentos que va a relacionar con las tareas escolares.
Competencia de interacción con el medio físico	Se relaciona con la diversidad natural, que promueve una relación compatible con la naturaleza (desarrollo sostenible).
Competencia cultural y artística	Valora la diversidad cultural en la interpretación del espacio.
Competencia de aprender a aprender	Maneja la información geográfica en el proceso de continuo conocimiento.
Competencia social y ciudadana	Promueve el desarrollo de su identidad en tolerancia con otras formas de vivir (diversidad cultural).
Competencia de autonomía de criterio para adoptar decisiones	Sabe vivir en el espacio, siendo capaz de identificar soluciones a los problemas analizados.

Fuente: elaborado sobre la base Souto, 2011: 38.

Mientras que desde el punto de vista de Martín y Vázquez (2011), una competencia espacial para Geografía es la que atiende el análisis de la realidad y su representación a través de distintas técnicas cartográficas, en cambio una competencia temporal para Geografía comprende procesos evolutivos; por su parte, las competencias cultural y artística son consideradas por el hecho de que en algunos sitios naturales se contemplan los espacios protegidos. Respecto a la competencia en comunicación lingüística se plantea la búsqueda, clasificación e interpretación de la información. Sumado a esto, la competencia en el tratamiento de la información y la competencia digital comprenden la interpretación de fotografías y cartografía digital, finalmente la competencia matemática representa el uso de tasas, escalas numéricas y proporciones, entre otras.

Por último, Benejam (2011) indica que las competencias psicolingüísticas también forman parte de la propuesta de aprendizaje por competencias en la didáctica de la Geografía, éstas construyen y comunican el discurso geográfico. También menciona que las competencias cartográficas consisten en leer e interpretar cualquier representación cartográfica, comprender el lenguaje cartográfico y saber comunicar cualquier hecho. Con este propósito sugirió una serie de destrezas, necesarias para la formación de competencias cartográficas (Cuadro 1.2.), que se expresen en una solución deseable a problemáticas relacionadas con el espacio geográfico inmediato a los estudiantes. Es preciso decir, que la interpretación cartográfica es necesaria para realizar eficazmente un discurso geográfico.

## Cuadro 1.2. Destrezas para desarrollar competencias cartográficas.

*Aprender a obtener información de un mapa.
*Saber leer su orientación, leyenda, escala y el tipo de proyección o técnica cartográfica utilizada para la representación del espacio.
*Localizar lugares y establecer sus límites, distancias, superficies y alturas.
*Razonar las facilidades o dificultades que presentan las variables anteriormente mencionadas, situadas en un espacio dado.
*Comparar lugares, dada su cercanía o lejanía e identificar redes de relaciones entre éstos, así como, nodos o centros de la red y jerarquías.
*Leer el mapa.
*Interpretar el conocimiento que aporta el mapa.
*Elaborar una hipótesis que implique las posibles decisiones políticas, económicas o sociales que indique el por qué de la organización de un espacio geográfico.
*Argumentar una organización alterna, con el fin de procurar solucionar la problemática de planeación territorial.

Fuente: elaborado sobre la base de Benejam 2011: 65, 66.

### 1.2.4. Principios metodológicos, habilidades y actitudes geográficas.

En el presente apartado se abordan los distintos rasgos pedagógicos que acompañan la dirección de la enseñanza de los infantes, así como, su posterior aplicación en la vida diaria.

#### a) Principios metodológicos.

A continuación, se presentan los principios metodológicos para trabajos de carácter geográfico, señalados por Navarro (2011: 133):

**Localización.**- todo proceso ocurrido en la superficie terrestre posee una ubicación. Responde a la pregunta ¿Dónde?.

**Distribución.**- los acontecimientos ocurridos sobre la superficie terrestre poseen una distribución ya sea homogénea o desigual.

**Diversidad.**- Las características de los procesos dados sobre la superficie terrestre requieren ser descritos. Por lo que se deben de determinar semejanzas y diferencias en los procesos entre los diferentes lugares.

**Relación entre sí.**- relación de causalidad entre los procesos.

**Temporalidad.**- debido al carácter dinámico de los procesos geográficos.

Navarro (2011), expresa que es primordial la aplicación de cada uno de estos principios a un escenario espacial, con el propósito de que prevalezca dicho enfoque geográfico.

b) *Escalas de estudio.*

En la disciplina geográfica el factor “escala”, se vincula a una clasificación, asociada al espacio bajo estudio. Navarro (2011), define la escala geográfica como la presentación de una visión extensa, “relativa al grado de particularización o generalización en el que se analizan los componentes del espacio geográfico; [...tratándose] de *escalas de análisis espacial.*” (Navarro, 2011: 137). En este contexto, “la escala se debe a los cambios en la organización espacial, que se manifiestan en el crecimiento de los vínculos entre diversos lugares y sociedades del planeta.” (Bartoncello, 2006 en Navarro 2011: 138).

El orden de magnitud en la variación de tamaño de todo objeto, se distingue por la dimensión espacial; por lo tanto, la magnitud geográfica (Cuadro 1.3), va dirigida hacia los estudios geográficos (Hagget, 1994 en Navarro, 2011).

**Cuadro 1.3. Dimensiones de interés en los estudios geográficos.**

<i>Orden de magnitud geográfica</i>	<i>Dimensiones</i>
1°	Superficie de la Tierra
2°	Superficie de países
3°	Superficie de estados/provincias
4°	Superficie de municipios y ciudades
5°	Superficie de elementos asociados dentro de las ciudades.

Fuente: elaborado sobre la base de Hagget, 1994 en Navarro 2011.

c) *Habilidades.*

Las habilidades son primordiales en el aprendizaje de los estudiantes, teniendo en cuenta que la sociedad en la que vivimos demanda una alta capacidad de saber hacer. Se plantea que en la educación básica sean esenciales para desarrollar la curiosidad intelectual, entre otras destrezas cognitivas, con el objetivo de que los estudiantes apliquen lo aprendido en la vida diaria. La SEP (2017), clasifica estas habilidades en tres grupos, estos son, habilidades cognitivas y metacognitivas (pensar acerca de pensar), habilidades sociales y emocionales, y habilidades físicas y prácticas.

En función de la información geográfica, dichas habilidades conllevan acciones que dirigen el conocimiento. Por ello, crece la necesidad de enfatizar en habilidades como observación, análisis, integración, representación e interpretación, haciendo necesaria su presencia dentro de los salones de clases, en las actividades realizadas día a día, con la finalidad de refinar las aptitudes que involucran el conocimiento del espacio geográfico. Aunado a esto, debe existir continuidad entre la habilidad más básica como la observación con la más compleja como la interpretación (Sordo, 2011).

El enfoque geográfico planteado por Navarro (2011) puntualiza en los objetivos de la Geografía, pues su principal propósito se ha centrado en el entendimiento de lugares, paisajes, regiones y territorios. En este sentido, plantea una serie de habilidades geográficas dirigidas hacia una visión espacial, con el fin de cumplir con las exigencias geográficas.

#### **Habilidades geográficas:**

*La observación* ...se convierte en el punto de partida para la percepción de los procesos; consiste en la toma de conciencia del objeto de estudio. (Capel, Luis y Urteaga, 1984 en Navarro 2011).

*El análisis* ...contribuye al conocimiento de las diferentes partes que constituyen el proceso estudiado.

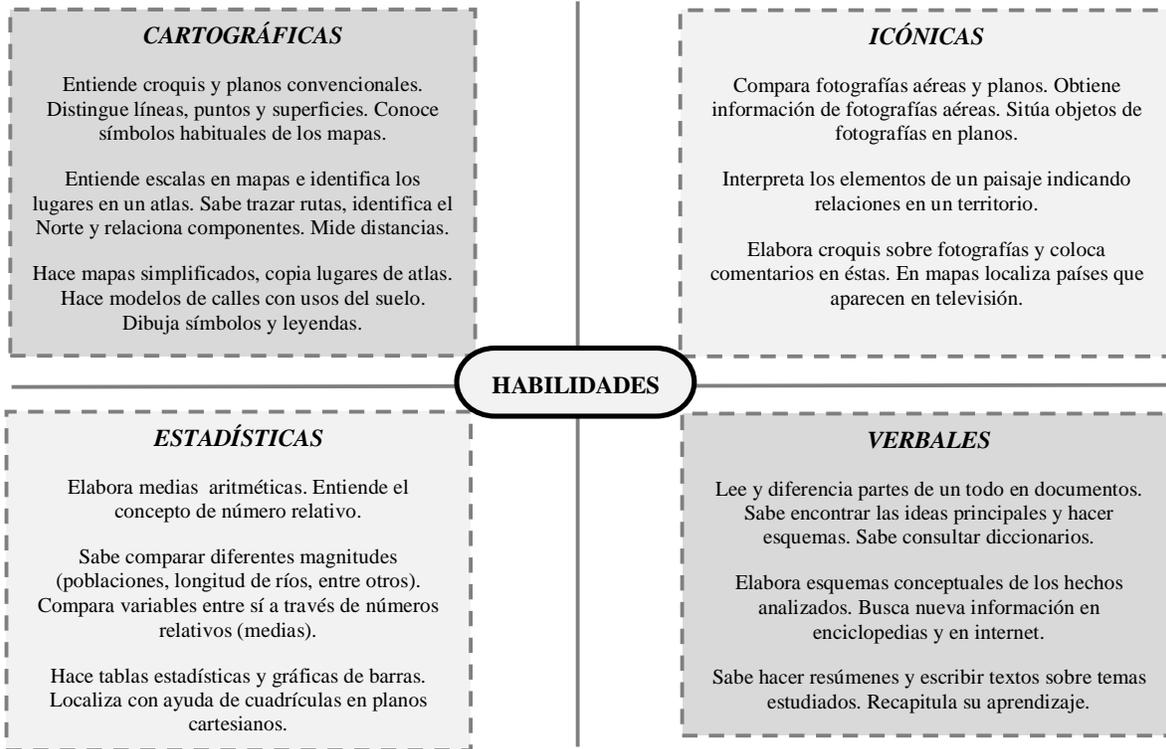
*...la síntesis o integración* ...implica una condensación de los elementos sustanciales; (Vilá, 1993 en Navarro 2011).

*...la representación* ...técnicas cartográficas como elemento esencial de su metodología. El lenguaje gráfico, ...comprende la representación mediante técnicas fotográficas y el diseño de figuras, gráficos, croquis, planos y mapas. La geografía contribuye de manera importante al desarrollo de este lenguaje mediante la representación cartográfica, la representación gráfica del paisaje, el trabajo con imágenes fotográficas, y la elaboración y el análisis de gráficos de diverso tipo (Capel, Luis y Urteaga, 1984 en Navarro 2011).

*...la interpretación*, que consiste en la explicación “traducida” de los conocimientos adquiridos a nuevas formas de expresión, pero que manifiesta la comprensión general de los procesos geográficos (Navarro, 2011: 135).

Por otro lado, Souto (2011) expone una metodología didáctica, necesaria para definir la planeación de una clase, sus contenidos y actividades a realizar, señala que es preciso conocer estos elementos con el fin de cumplir con los requerimientos escolares; incorpora el concepto de reconstrucción racional, en el que se evalúa a los estudiantes, lo que éstos hacen con el conocimiento y su relación con la vida diaria (Figura 1.4), visto que en este punto se crea el vínculo entre el espacio local (cercano) y el espacio global (territorio nacional).

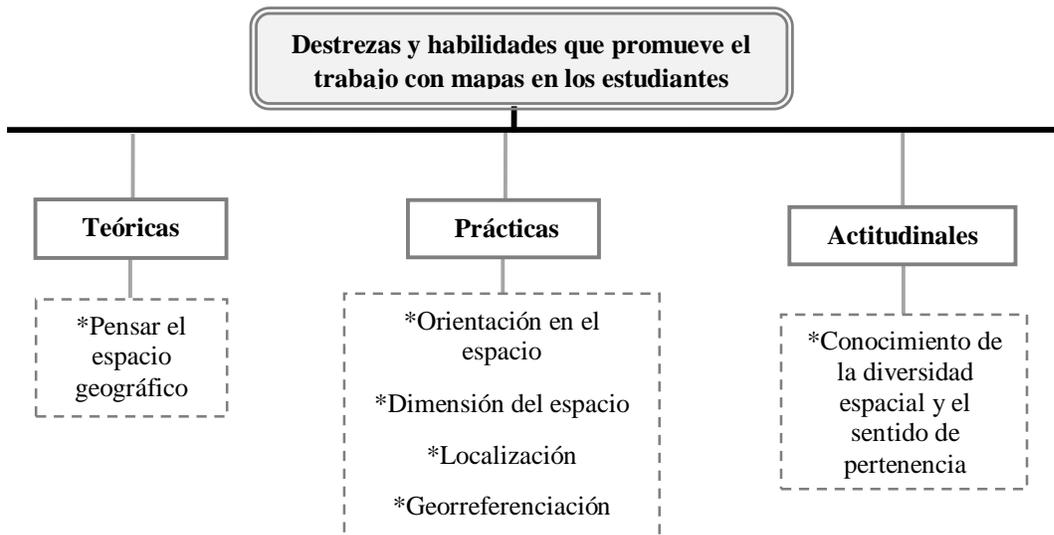
**Figura 1.4. Habilidades que pueden desarrollar alumnos de 8 a 12 años.**



Fuente: elaborado con base en Souto 2011: 43.

Finalmente, Durán (2011) hace el señalamiento sobre la labor que se realiza con los mapas en la enseñanza de los infantes, porque procura el desarrollo de determinadas habilidades y destrezas (Figura 1.5).

**Figura 1.5. Destrezas y habilidades que promueve el trabajo con mapas.**



Fuente: elaborado con base en Durán, 2011.

#### *d) Actitudes.*

Respecto a las actitudes, la SEP (2017) precisa que son la disposición individual, que deja ver conocimientos, creencias, sentimientos y situaciones, entre otras características. También se advierte que son maleables; su aplicación dentro de la currícula escolar es valiosa, debido a que representan una pieza clave en su desarrollo.

Específicamente estas actitudes son: adaptabilidad, flexibilidad y agilidad, seguida de la mente abierta (a otras personas, nuevas ideas y nuevas experiencias), luego, la curiosidad; la mentalidad global; la esperanza (relacionada con el optimismo y la autoeficacia), y por último, la proactividad.

Desde el enfoque geográfico una actitud es una expresión, resultado de los conocimientos, habilidades y valores adquiridos, que repercuten en la vida cotidiana. Para Sordo (2011), éstas pueden ser, la adquisición de conciencia del espacio, reconocimiento de la identidad espacial, valoración de la diversidad del espacio, asumir los cambios del espacio y saber vivir en el espacio. También, se encuentran constituidas por tres componentes, el cognitivo (el pensamiento), el afectivo (sentir) y el conductual (comportamiento e intenciones).

#### *1.2.5. Aprendizajes esperados relacionados con contenidos cartográficos.*

Bale (1989: 163-164), cita la propuesta de Boardman (1983), al señalar una serie de destrezas cartográficas que un estudiante de entre 9 y 11 años debería ser capaz de llevar a cabo. Bajo este planteamiento el estudiante de primaria debería adquirir la capacidad "...de entender y aplicar ideas como dirección, localización, escala y simbolismo." (Boardman, 1983 en Bale, 1989: 52). En próximos renglones se exponen sus sugerencias al respecto.

[1] Trazar los 16 puntos de la rosa de los vientos.

[2] Formular rumbos en grados: 45, 90, 135, etc.

[3] Indicar direcciones en la vecindad.

[4] Orientar un mapa de la escuela y de la vecindad por medio de la brújula y de edificios, por ejemplo, iglesia, casas numeradas.

[5] Hallar direcciones y rumbos mediante el empleo de la brújula.

[6] Orientar un mapa de gran escala (1:2.250 ó 1:2.500), empleando edificios como puntos de referencia.

[7] Relacionar una posición en el terreno con una localización en un mapa de gran escala.

[8] Utilizar coordenadas para localizar puntos.

[9] Dar referencias de un encasillado de cuatro cifras, empleando la longitud Este y la latitud Norte.

[10] Trazar un plano del aula y/o del edificio escolar.

[11] Identificar y nombrar [salones] en un plano de la escuela dispuesto por el profesor.

[12] Realizar mediciones en mapas de gran escala del área local (1:1.250, 1:2.500 ó 1:10.000).

[13] Medir la distancia en línea recta entre dos puntos determinados en mapas de escalas cada vez más pequeñas.

- [14] Medir la distancia por carreteras de trazado irregular entre dos puntos determinados en mapas de escala cada vez más pequeña.
- [15] Comparar símbolos del mismo rasgo en mapas de escala cada vez más pequeña.
- [16] Comprender que el grado de generalización de los mapas aumenta con la disminución de la escala.
- [17] Entender que algunos símbolos en mapas de pequeña escala resultan desproporcionados con el tamaño de los objetos que representan.
- [18] Identificar rasgos en una fotografía aérea oblicua a baja altura del área local.
- [19] Hacer un modelo a escala de una parte del área local mostrando carreteras y edificios.
- [20] Proporcionar localizaciones en mapas de un atlas, empleando latitudes y longitudes.

Respecto a los aprendizajes esperados la SEP (2017: 110, 111), indica que conforman el referente primordial para la planeación y evaluación en el aula, su planteamiento es regido por criterios como:

TIENEN EN CUENTA las etapas de desarrollo psicopedagógico de niños y adolescentes.

SEÑALAN con claridad las expectativas de aprendizaje de los alumnos en términos de conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

ESTÁN PLANTEADOS para ser logrados al finalizar cada grado escolar.

ESTÁN ORGANIZADOS de manera progresiva, en coherencia con las distintas áreas del conocimiento y los niveles educativos.

SU PRESENTACIÓN va de lo sencillo a lo complejo, pero no necesariamente siguen una secuencia lineal y por ello pueden alcanzarse por distintas rutas.

PARTEN de los principios de inclusión y equidad (educación inclusiva: todos los estudiantes independientemente de su situación social, económica o física pueden alcanzar los Aprendizajes esperados).

RESPONDEN a los requisitos de transparencia. Son públicos y deben hacerse del conocimiento de estudiantes y padres de familia.

BUSCAN GARANTIZAR el desarrollo de procesos cognitivos, habilidades diversas y actitudes a profundidad.

RECONOCEN que su logro no se alcanza con experiencias de sola ocasión, sino que son el resultado de intervenciones educativas planeadas para desarrollarse a lo largo de un lapso de tiempo.

Relacionado al plan de estudios 2018, las sugerencias de evaluación plantea, como base lo siguiente (SEP, 2017: 424, 425):

EXPLICAR las relaciones entre los componentes del espacio geográfico que se presentan en un lugar determinado, ya sea mediante la observación directa de un paisaje o de una imagen representativa de este.

EXPLICAR cómo las diferencias entre lugares son resultado de la interdependencia entre sus componentes, usando cada vez mayor variedad de conceptos geográficos.

INTERPRETAR recursos cartográficos para explicar una situación o responder a una interrogante relacionada con el espacio donde viven.

SELECCIONAR Y MANEJAR fuentes de información geográfica de acuerdo con la situación o problema de estudio.

REPRESENTAR Y COMUNICAR información en planos, mapas, gráficos, esquemas o textos, de acuerdo con la situación o problema de estudio.

IDENTIFICAR los retos que se afrontan en el entorno, el país y el mundo, distinguiendo dónde ocurren, quiénes intervienen, cuáles son sus causas y consecuencias, y los efectos espaciales que se derivan.

VALORAR la diversidad natural y cultural del territorio nacional y del mundo.

PROPONER acciones para mejorar el lugar donde viven o alternativas de solución a problemas reales o concretos y emitir juicios informados.

MOSTRAR conciencia ambiental en la vida cotidiana.

Se recomienda realizar sesiones grupales donde se promueva el análisis sobre lo aprendido y sugerencias para mejorar.

Se pretende que los aprendizajes esperados sean incorporados por los estudiantes a su personalidad y los puedan aplicar en lo subsecuente, es preciso recalcar que éstos se consiguen a través de la relación entre las finalidades, los conocimientos, las habilidades y actitudes (Cuadro 1.4). La correcta selección de contenidos, conduce a su obtención (Souto, 2011).

En este sentido, Souto propone el análisis de la Geografía como materia científica, sin embargo, menciona que para poder ser empleada en un ambiente escolar se requiere de una metodología didáctica.

**Cuadro 1.4. Elementos de un marco curricular de geografía para estudiantes de entre 8 y 12 años de edad.**

FINALIDADES	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES
Observar el medio. Percibir los fenómenos.	Tiempo: meteoros y sus relaciones (temperaturas, precipitaciones).	Leer los datos del tiempo (entender el concepto de temperatura media).	Querer conocer los motivos de lluvia o del calor del día.
Saber desplazarse. Observar lugares que aparecen en televisión.	Mapas, planos, itinerarios. Conocer las partes de un plano de la ciudad donde vive.	Orientarse, medir y comparar. Trazar un itinerario para orientar a un viajero.	Querer relacionar realidad y su representación en mapas y fotos.
Conocer nuevos lugares. Ver la distribución de elementos.	Litoral, montañas, playas, bosques. Paisajes de México con sus elementos.	Informarse sobre lugares desconocidos. Localizar lugares en mapas.	Desear ver nuevos lugares y explicar sus diferencias.
Describir semejanzas y diferencias en México. Regiones homogéneas.	Regiones, interacción ser humano y medio. Espacios públicos en una ciudad.	Comprobar la distribución de elementos geográficos.	Comprender cómo usamos el espacio público.
Explicar las desigualdades en el mundo. Localizar barrios con problemas en la ciudad.	Desarrollo desigual, globalización. Distribución de la población y el ingreso por habitante en México.	Entender las gradaciones cartográficas para poder leer un mapa temático.	Relacionar el espacio con las desigualdades y querer buscar soluciones.
Relacionarse en el espacio virtual.	Ciberespacio, flujos, redes. Imágenes de satélites. Mapas <i>on-line</i> .	Saber utilizar los recursos informáticos.	Querer comunicarse y saber analizar la información.
Entender las identidades espaciales (v. gr. La diversidad cultural de México).	Modos de vida, nacionalismos, espacio subjetivo, país.	Lectura simbólica del espacio (nodos, sendas, hitos, bordes).	Comprender cómo nos apropiamos del espacio vital.

Fuente: elaborado con base en Souto, 2011: 39, 40).

Finalmente, es necesario subrayar que “Los aprendizajes geográficos no están orientados a realizar actividades académicas que sólo se ejecutan en la escuela, sino [que] desarrollan las capacidades de los alumnos para enfrentar problemas vinculados con el espacio y con la acción que realizan en el mismo todos los días.” (Sordo, 2011: 152). Para construir un aprendizaje, es necesario que los estudiantes observen los distintos elementos que componen el espacio geográfico, indaguen sobre su conformación, diversidad, los nexos establecidos entre las personas y la naturaleza;

también resulta fundamental el análisis de situaciones y problemáticas a las que se enfrentan los distintos grupos humanos, sea a escala local, estatal, nacional, continental o mundial (Sordo, 2011).

### **1.3. Concreción de los contenidos cartográficos en los materiales educativos del quinto grado de primaria**

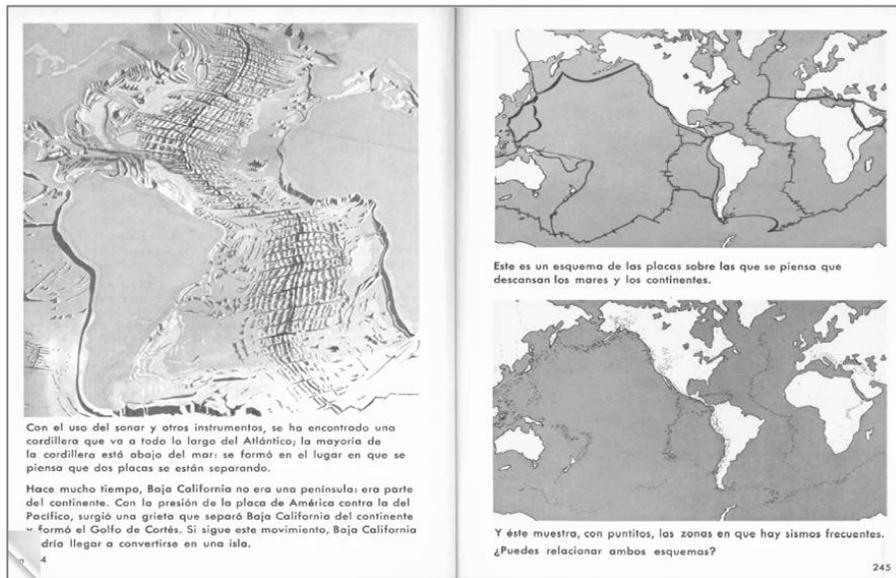
En la evolución de los últimos cincuenta años de los planes y programas de estudio para educación básica a nivel primaria de la SEP, se destacan cinco grandes momentos, reflejados en las reformas educativas aplicadas. A continuación se presenta la metodología general para cada plan de estudios, utilizada en el aprendizaje de los infantes; del mismo modo, se expone el eje de aprendizaje utilizado para el área de Geografía, específicamente en el ámbito cartográfico. Posteriormente, se abordan las características que conforman cada plan de estudios, particularmente se ahonda en el contenido temático de la enseñanza de la cartografía.

#### *1.3.1. Plan de estudios de 1972.*

Para fines propios de esta investigación los antecedentes de los planes y programas de estudio de la educación básica en México partirán de 1972. Bajo este contexto, de acuerdo con la SEP (1972) para cubrir las necesidades de los estudiantes, se consideró, por un lado, el desarrollo integral de los estudiantes, tomando en cuenta aspectos físicos, emocionales y sociales y por otro, los aspectos humanísticos, científicos y técnicos.

Este plan contenía siete áreas programáticas, donde los contenidos geográficos se encontraban divididos entre el área de Ciencias Naturales (Figura 1.6) y Ciencias Sociales (Figura 1.7), con este cometido se procuraba propiciar la integración e interacción entre las temáticas de dichas áreas, esto debía realizarse mediante un trabajo transversal. Es necesario mencionar que los mapas de los libros de texto correspondientes a este plan de estudios, no poseían ningún elemento cartográfico más allá de los contenidos temáticos, lo que deja ver que dicho plan no tomaba en cuenta una perspectiva marcadamente básica en la confección de los mapas, quizá basada en las posibilidades técnicas de ese momento.

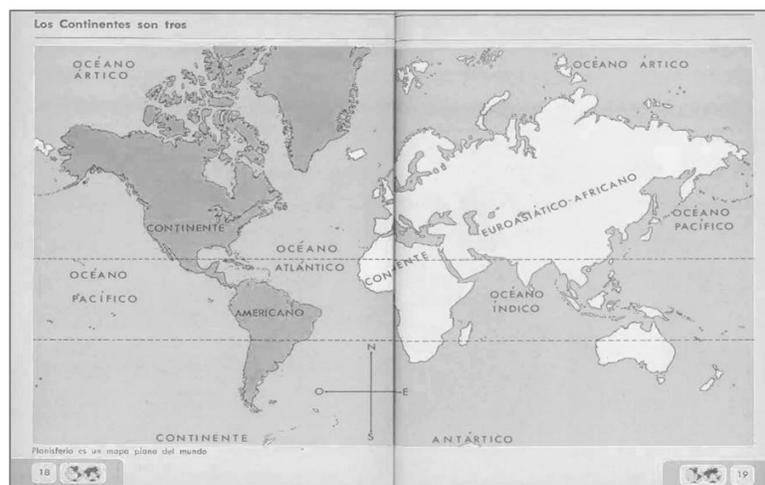
**Figura 1.6. Libro de texto de Ciencias Naturales de quinto grado, 1972.**



Fuente: Catálogo histórico de libros de la SEP, 2018.

Es oportuno decir que la relevancia que ofrecía la enseñanza de las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales era la formación que podía proporcionar a los estudiantes, en el sentido de incentivar su participación crítica sobre los diferentes problemas que enfrentaba su comunidad. Las actividades correspondientes a cada área incluían la observación, clasificación, experimentación y formulación de soluciones, etc. (SEP, 1972).

**Figura 1.7. Libro de texto de Ciencias Sociales de quinto grado, 1972.**



Fuente: Catálogo histórico de libros de la SEP, 2018.

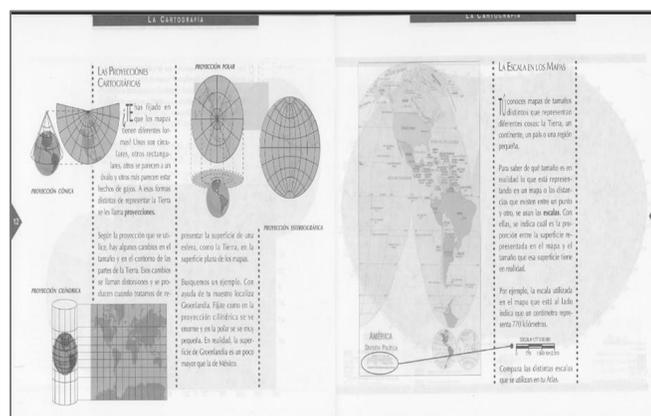
### 1.3.2. Plan de estudios de 1993.

Hacia 1993, se perfiló el nuevo plan de estudios de la SEP para educación básica, atendiéndose los principales problemas educativos en el país, de esta forma, se precisaron las prioridades y estrategias para dicho plan. Se reformaron contenidos escolares, métodos de enseñanza, formación de profesores y correspondencias entre niveles educativos. Derivado de las revisiones realizadas a los planes, programas y libros de texto de 1972, se llegó al consenso de fortalecer el campo de enseñanza en la protección al medio ambiente, amplificar la enseñanza de Historia y Geografía, así como, ahondar en conocimientos respecto a los municipios y localidades donde viven los estudiantes, entre otras cosas.

Para evitar una enseñanza basada en la memorización, característica del plan 1972, se optó por integrar a este plan el desarrollo de destrezas específicas y la incorporación de actitudes y valores relacionados al medio geográfico, apeándose a la teoría constructivista (SEP, 1993).

En este sentido, para el plan de 1993, se suprimió la asignatura de Ciencias Sociales, optándose por crear asignaturas específicas para la enseñanza de la Geografía, Historia y educación cívica, con el objetivo de cimentar una continuidad y sistematización dentro de la formación de cada eje disciplinario; todo ello con el propósito de omitir fragmentaciones y rupturas temáticas. Es primordial resaltar que dentro de las consideraciones del nuevo plan se incluyó la asignatura de Geografía para los grados cuarto, quinto y sexto, siendo en quinto grado donde los niños aprendían sobre geografía a escala mundial, puntualizando en conocimientos sobre el continente americano (SEP, 1993). Fue aquí donde la elaboración de atlas como material didáctico de apoyo tomó importancia, aunado a la incorporación de la temática del análisis de proyecciones cartográficas (Figura 1.8).

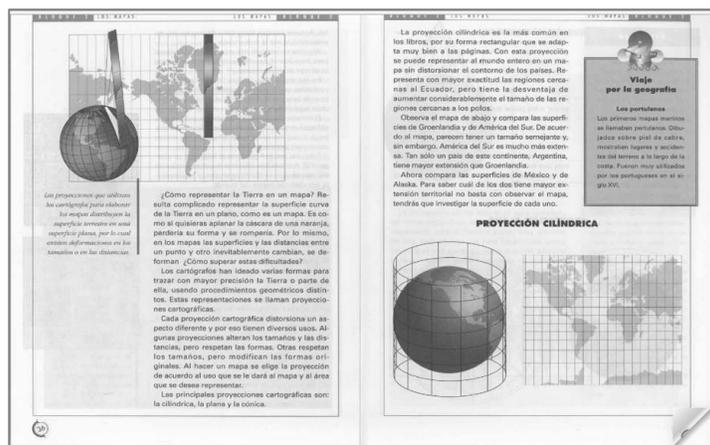
**Figura 1.8. Atlas de Geografía universal de quinto grado, 1993.**



Fuente: Catálogo histórico de libros de la SEP, 2018.

También se precisaron las bases para que los infantes adquirieran destrezas cartográficas con cierto grado de especialización. Aprender a utilizar el sistema de coordenadas polares o propias de la esfera terrestre (latitud y longitud), con el fin de ejercitar la localización geográfica, tomó mayor relevancia. De la misma manera, se dedicó tiempo para comprender la problemática que representa transformar la esfera terrestre a un plano de proyección (Figura 1.9), medir distancias en mapas con distintas escalas, utilizar la abstracción para obtener información por medio de la lectura e interpretación de mapas temáticos y asentar relaciones entre procesos geográficos (SEP, 1993).

**Figura 1.9. Libro de texto de Geografía de quinto grado, 1997.**



Fuente: Catálogo histórico de libros de la SEP, 2018.

Por ende, se consideró que el trabajo continuo con mapas era necesario, así como las actividades relacionadas con temas geográficos, con la intención de fomentar una cultura geográfica progresiva entre los infantes. Dentro de los contenidos de la asignatura en quinto grado de primaria, referentes a la temática de las proyecciones cartográficas se encuentran, la forma de la Tierra y el globo terráqueo, tipos de proyecciones, elementos de los mapas y coordenadas geográficas (SEP, 1993).

Finalmente, el contenido de la asignatura se basaba en seis grandes temáticas, éstas eran, identificación de lugares, características físicas, población y características culturales, características económicas, problemas ambientales y la Tierra en el Universo (SEP, 2009).

### *1.3.3. Plan de estudios de 2009.*

En la reforma curricular de 2009, se consideró el fortalecimiento de la articulación entre los tres niveles de educación básica, preprimaria, primaria y secundaria, debido a que el programa de 1993 carecía de continuidad entre las temáticas, en los distintos grados y niveles escolares. Por consiguiente, se optó por adoptar ejes temáticos comunes y el desarrollo de competencias. Es por ello que para el contenido en la asignatura de Geografía se conservó el concepto de espacio geográfico (adoptado desde el plan anterior), y se incorpora el desarrollo de conceptos, habilidades y actitudes.

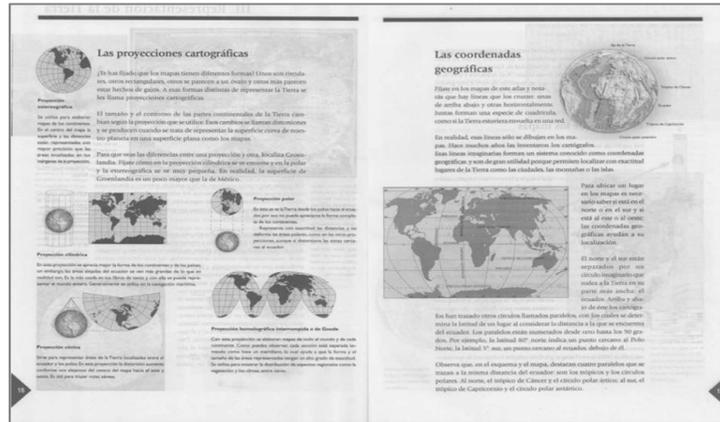
Los contenidos para dicha asignatura constaban de cinco ejes temáticos, estos son, espacio geográfico y mapas, recursos naturales, población y cultura, economía y sociedad y geografía para la vida, dichos contenidos prepararían a los alumnos de primaria para las temáticas que abordarían posteriormente en la educación secundaria.

Respecto a los programas, se procuraron cinco bloques por grado, con la finalidad de favorecer tanto la planeación didáctica, como la evaluación del alumnado, de tal modo que el fundamento de estos bloques se basaba en propósitos, contenidos y aprendizajes esperados para cada tema visto.

Una de las finalidades de estos cambios para el caso de Geografía, fue el interés en que los estudiantes de educación básica aplicasen lo aprendido en su vida cotidiana y prepararlos para enfrentar las problemáticas que se presentaban en el espacio geográfico.

En este sentido, se optó por darle mayor peso a la enseñanza cartográfica con la finalidad de propiciar su interpretación, por ser la base para la representación geográfica (Figura 1.10). Por otra parte, se sigue conservando para quinto y sexto grado de primaria la temática sobre geografía mundial (SEP, 2009). Al tiempo que se incorpora en los atlas la temática sobre los elementos del mapa y la utilidad de las proyecciones cartográficas.

**Figura 1.10. Atlas de Geografía universal de quinto grado, 2003.**



Fuente: Catálogo histórico de libros de la SEP, 2018.

**1.3.4. Plan de estudios de 2011.**

En 2011 se dio lugar a una nueva reforma educativa para la educación primaria. La propuesta para este plan de estudios radicaba en reconocer la dimensión social en el proceso educativo. Su fundamento era fortalecer el egreso de estudiantes que contasen con competencias para solucionar problemas, tomar decisiones, desarrollar la creatividad, apertura para el pensamiento crítico y de propuesta, entre otras cosas (SEP, 2011). La enseñanza se apoyaba en actividades que propiciaban el análisis de los temas vistos en clase (Figura 1.11).

**Figura 1.11. Libro de texto de Geografía de quinto grado, 2011.**

**Consulte más**  
Para saber más sobre las proyecciones, visite en HCT el recurso "Mapas (planis y rotación)".

**Aprendamos más**  
Los mapas son representaciones planas de la superficie terrestre, y se utilizan elementos para expresar ciertos componentes del espacio geográfico: la orientación, las coordenadas, la escala y la orientación. Hay diferentes tipos de mapas, todos responden a necesidades distintas, ya que sólo representan aspectos específicos, por ejemplo, clima, montañas, división política, entre otros.

**Exploremos**  
Completa la siguiente tabla, anota el título del mapa o mapas y la página de los Atlas de Geografía Universal en la que puedes obtener información para resolver las siguientes situaciones.

Situaciones	Mapa o mapas	Página o páginas
Carlos visitó el Parque Nacional Iguazú, en la frontera de Argentina, Brasil y Paraguay; quiere saber qué tipo de clima tiene, su clima, qué ríos o regiones naturales hay y qué tipo de animales esas zonas tienen.		
El grupo de S.B. se quiere ir a viajar por visitar París y su maestra les encargó que investigaran en su atlas, el clima, los tipos de paisajes naturales y culturales, y las actividades económicas que se realizan en Francia.		

Comenten: ¿qué tipo de mapa utilizaron en cada situación? ¿Para qué son útiles los mapas? Anoten en su cuaderno una situación en la que ustedes hayan utilizado o utilizarán un mapa. Existen diferentes tipos de mapas y cada uno tiene un uso específico.

**Actividad**

Organícense por equipo, consigan un globo terráqueo y observen los mapas que aparecen a continuación e identifiquen cómo se representan los paralelos y meridianos en cada uno.

Con ayuda de su maestra, localicen en cada representación los siguientes países: México, Groenlandia, Australia, Rusia y Alaska; así como la Antártida. Comparen su forma y su tamaño, primero entre los cinco países y después en cada proyección.

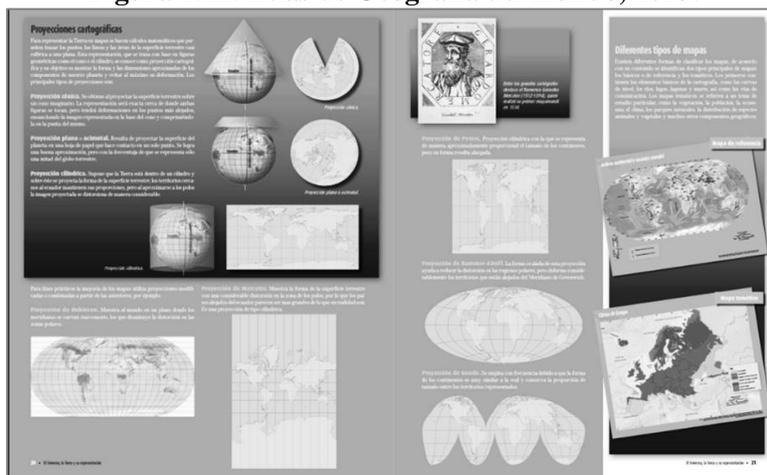
Como resultado de sus observaciones, elaboren en su cuaderno una tabla como la siguiente, en la que anoten las diferencias que encontraron de un mismo lugar, entre un mapa y otro.

Tipo de proyección	México	Groenlandia	Australia	Rusia	Antártida	Alaska
Mercator						
Robinson						
Goode						

Fuente: Catálogo histórico de libros de la SEP, 2018.

Cabe destacar que dentro de la temática contenida en el atlas de este plan de estudios se incorporó el estudio de las proyecciones pseudocilíndricas como la de Robinson, Peters y Hammer Aitoff (Figura 1.12), así como el tema de la elaboración de mapas con tecnología satelital, fotografía aérea y sistemas de información geográfica.

**Figura 1.12. Atlas de Geografía del mundo, 2013.**



Fuente: Catálogo histórico de libros de la SEP, 2018.

### 1.3.5. Plan de estudios de 2017.

En mayo de 2017, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la “Elaboración de los Planes y Programas de Estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria, de carácter aplicable y obligatorio en toda la República Mexicana”, de implementación programada para agosto de 2018. De esta forma, la SEP (2017) señala que de acuerdo a criterios nacionales e internacionales es necesaria una modificación al plan de estudios de educación primaria de 2011.

El eje principal de este cambio es hacer que el aprendizaje del estudiante sea más eficiente, puesto que las presentes exigencias sociales, así lo demandan. En este contexto, los educandos requieren profundizar en los contenidos temáticos y de este modo fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, por ejemplo, el pensamiento crítico (SEP, 2017).

El plan de estudios por implementarse se enfoca en competencias que no solo comprenden la adquisición y desarrollo de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, sino que también engloban un resultado, donde entra la aplicación de los conocimientos adquiridos, el desarrollo de habilidades, adopción de actitudes y cimentación de valores. De este modo, se incorpora el

concepto de metacognición, planteándolo como uno de sus principales soportes para el desarrollo de las anteriormente mencionadas habilidades cognitivas superiores, bajo la premisa de permitir aprender cada vez más a los estudiantes, puesto que podrán poseer mayor control sobre su forma de aprender. En este ámbito se pone especial atención en lo que un estudiante logra aprender y cómo logra hacerlo (SEP, 2017).

En lo que respecta a la asignatura de Geografía se propone que el docente sea el encargado de incentivar y desarrollar el pensamiento crítico en los estudiantes. Establecer preguntas como ¿Dónde está?, ¿Cómo es?, ¿Por qué está ahí? y ¿Qué efecto tiene en la sociedad?. El programa para Geografía ofrece contenido en el que el estudiante se acerca al análisis y la comprensión de las distintas situaciones en el mundo, incluyendo conceptos como espacio, diversidad, distribución y relación. Por ello, se comenta que incluye el desarrollo de habilidades como la observación, análisis, representación y análisis de la información (SEP, 2017).

Por otro lado, dentro de los temas propuestos para la asignatura, se encuentra la migración, problemas ambientales y prevención de desastres, etc. En cambio, con el fin de dar seguimiento a los aprendizajes esperados, se promueve la realización de representaciones cartográficas, dibujos, esquemas e investigaciones. De este modo, se plantean tres ejes temáticos, que tienen por objetivo organizar y vincular los aprendizajes entre la educación primaria y la secundaria. Estos son, el análisis espacial y el desarrollo de habilidades cartográficas; análisis de relaciones naturaleza–sociedad; y formación ciudadana. Dentro de la enseñanza de la cartografía se encuentran contenidas tres temáticas, estas son, representaciones del espacio geográfico, espacio geográfico y recursos tecnológicos para el análisis geográfico. Con ello se pretende fortalecer la habilidad interpretativa de los estudiantes, en función de que dicha interpretación sobre el espacio geográfico propicia la formación de una visión global más sólida, también fomenta en el alumno la integración de los diferentes elementos que lo constituyen.

Para ahondar más al respecto, la SEP (2017: 422), plantea lo siguiente:

... este eje ... promueve el desarrollo de habilidades para el uso, la comprensión, el análisis, la integración y la interpretación de información geográfica, con el fin de que los alumnos logren profundizar en el conocimiento del entorno, fortalecer su capacidad de indagar, formular explicaciones y comunicar sus aprendizajes apoyados en el uso de planos, mapas, globos terráqueos y diferentes recursos tecnológicos. Los temas en este eje constituyen las bases para reconocer las características del espacio geográfico, en diferentes escalas, al mismo tiempo que fomenta el desarrollo de habilidades como la orientación, la localización, la lectura y la representación e interpretación de mapas, para que sea un ejercicio permanente y sistemático a lo largo del trayecto formativo.

Al respecto, por medio del uso de mapas, promover que los estudiantes lleguen a conclusiones propias, en función del manejo de información geográfica necesaria.

Por consiguiente, como parte de la estrategia de evaluación de la asignatura en Geografía, se propone el manejo oportuno del saber geográfico de la interpretación de “recursos cartográficos para explicar una situación o responder a una interrogante relacionada con el espacio donde viven. [los estudiantes]” (SEP, 2017: 424). Del mismo modo, se plantea el dominio de la representación y comunicación geográfica conformadas por “planos, mapas, gráficos, esquemas o textos, [todo ello] de acuerdo con la situación o problema [bajo] estudio”. (SEP, 2017: 425).

En contraste, se plantea la integración del concepto de interdependencia, con el fin de privilegiar la adquisición de conciencia por parte de los estudiantes, en cuanto a la relación que existe entre los distintos lugares del mundo y las personas que habitan en ellos. También, se refuerza la aplicación de imágenes de satélite, con el propósito de realizar un mejor análisis espacial y fomentar las habilidades de geolocalización. Del mismo modo, se fortalece el uso de páginas electrónicas que hagan uso de cartografía. Es preciso destacar que la asignatura de Geografía se considera para los grados, cuarto, quinto y sexto de primaria.

Finalmente, dentro de los aprendizajes que se espera obtengan los estudiantes en el quinto grado de primaria en el ámbito del análisis espacial y la cartografía, se considera, distinguir entre las representaciones continentales, la distribución y características que presentan. De la misma forma, con intención de motivar la localización de lugares, trasciende el uso de representaciones cartográficas y recursos tecnológicos. Por último, se promueve la explicación de las particularidades que caracterizan a los países que constituyen las regiones de Norteamérica y Latinoamérica (SEP, 2017).

## CAPÍTULO 2

### PANORAMA COGNOSCITIVO DE LAS PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS Y SU USO PARA LA REPRESENTACIÓN DEL MUNDO

*“La cartografía es la única construcción gráfica que, por medio de las transformaciones denominadas sistemas de proyección, permite realizar el traslado del sistema de coordenadas terrestres a un plano de dimensiones manejables”.*  
Jolly, 1979

*“El mapa, como la escritura, ha sido inventado independientemente y separadamente por todas las civilizaciones, desde la antigüedad más remota y en los lugares más apartados, apareciendo siempre como un medio de expresión intuitivo e inteligible, que el hombre emplea para comunicar relaciones espaciales”.*  
Martín, 1999

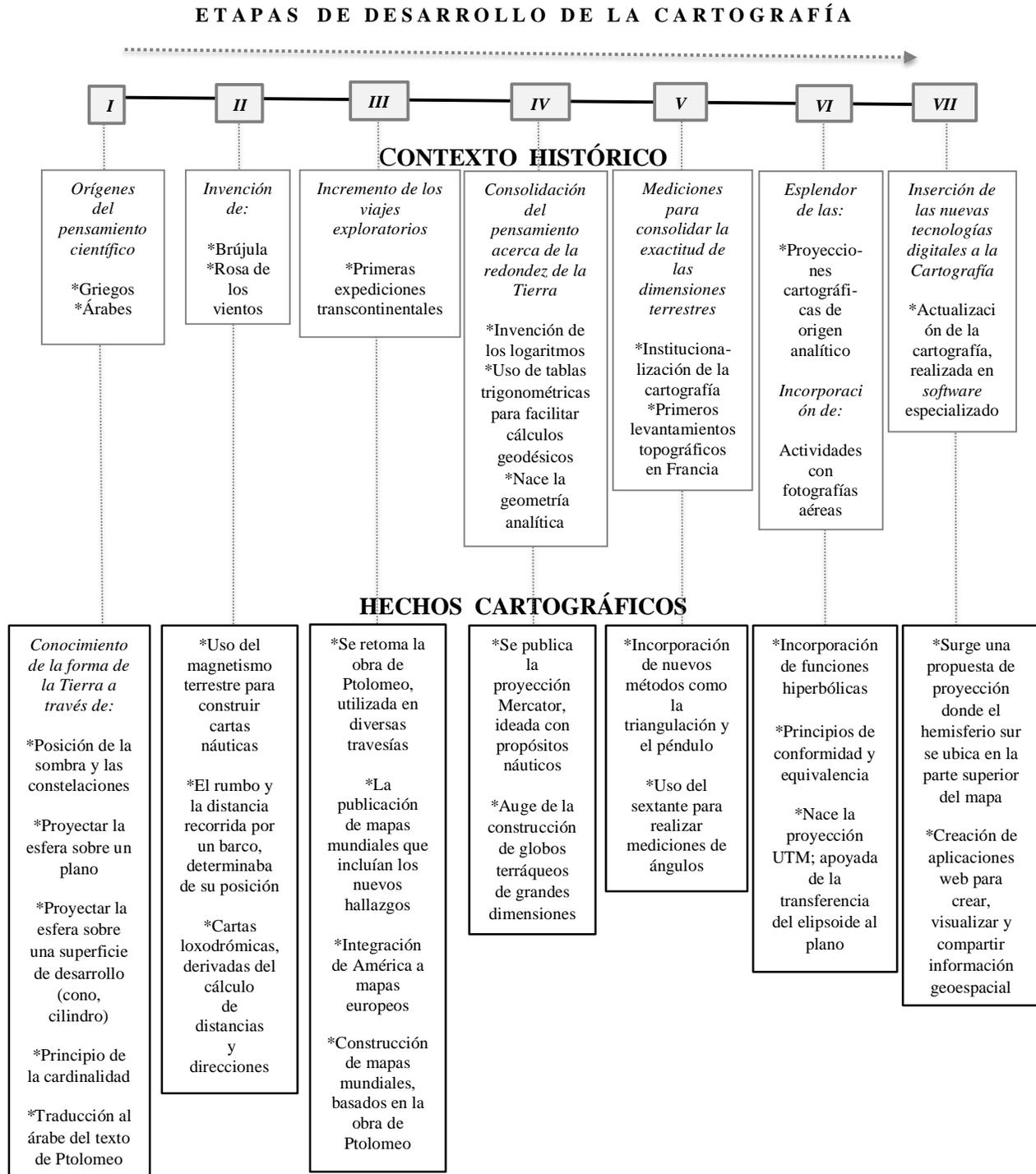
La proyección cartográfica es un componente matemático del mapa, proporciona la estructura necesaria para representar elementos espaciales. Es la base sobre la cual se expresan todas las formas geográficas. Las temáticas abordadas en el presente capítulo versan sobre los fundamentos básicos de la antes mencionada proyección cartográfica. En primera instancia se puntualiza sobre los acontecimientos históricos más relevantes, su presencia o ausencia a lo largo de distintas etapas evolutivas; posteriormente se aborda el planteamiento teórico que distingue la configuración del proceso de proyección; seguido de esto, una aproximación hacia las distintas clasificaciones existentes; después, los criterios básicos que se deben considerar para la oportuna elección de proyecciones cartográficas para mapas mundiales y, finalmente, una aproximación hacia distintos estudios que documentan las preferencias de varios grupos académicos, respecto a las propiedades de la gradícula.

#### **2.1. Perspectiva evolutiva del desarrollo de las proyecciones cartográficas**

La historia de las proyecciones cartográficas es muy vasta y extensa. Es así que su desarrollo ha estado ligado al progreso matemático, tecnológico, estratégico, náutico y militar de la humanidad. Actualmente, existen más de cuatrocientas proyecciones cartográficas.

Los sucesos primordiales de incidencia cartográfica, se disciernen a continuación dentro de siete etapas. La Figura 2.1 enuncia los principales eventos que distinguen cada período documentado en próximas páginas. Es preciso comentar que la determinación del corte temporal para cada etapa se realizó en función de sucesos que propiciaron una transformación en el transcurso de la historia de las proyecciones cartográficas.

**Figura 2.1. Etapas histórico-evolutivas de las proyecciones cartográficas.**



Fuente: elaborado con base en Sánchez y Bustamante, 1935; Crone, 1956; Turco, 1968; Jolly, 1979; Raisz, 1985; Robinson *et al.*, 1987; Sobji Abdel Hakim, 1991; Caire, 2002; Brotton, 2014; Martín, 2015; Jenny *et al.*, 2017.

### 2.1.1. Iniciación a la perspectiva matemática, hacia el conocimiento del mundo (hasta – 1154 d.C.).

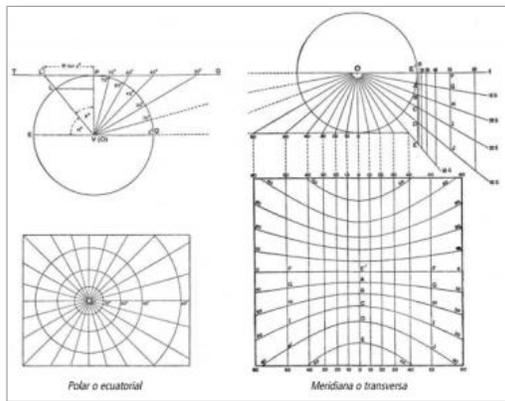
El origen de la cartografía matemática se remonta hacia la Grecia Clásica, fue ahí donde surgieron los primeros conocimientos analíticos. Antiguos sabios griegos poseían conocimientos sobre geometría, geografía, astronomía y filosofía; la virtud que los caracterizó fue el vínculo entre sus teorías y todos los campos de estudio en los que tenían injerencia. Sus investigaciones sobre la esfericidad de la Tierra sentaron las bases de todo conocimiento subsecuente (Martín, 2015).

Sobre sus aportaciones, Martín (2015: 13), reconoce que:

El procedimiento que encontraron los sabios griegos estaba basado en relaciones ya conocidas por la Geometría, donde se estudian las condiciones de inversión y polaridad en figuras planas, pero ellos las aplicaron a la esfera, [debido a que] pretendían representar ...los círculos ideados para localizar puntos en la esfera, ...red de meridianos y paralelos. Los sistemas de solución que idearon se llamaron proyecciones cartográficas y en principio su construcción fue exclusivamente geométrica.

Las primeras proyecciones geométricas desarrolladas por ellos fueron las Gnomónicas (Figura 2.2), atribuidas a Tales de Mileto (640-559 a. C.), sus posiciones, sean polares, ecuatoriales u oblicuas, fueron estudiadas astronómicamente sobre la esfera celeste y adaptadas a la esfera de la Tierra (Martín, 2015). Su razonamiento era visualizar los fenómenos desde el centro de una esfera.

**Figura 2.2. Proyecciones Gnomónicas polar y transversa.**



Fuente: Martín, 2015.

Por otra parte, el título del mapa griego más antiguo es otorgado al filósofo y geógrafo, Anaximandro (610-546 a. C.), cuyo trazo data del siglo VI a. C. Documentado como el primer mapa en que se dibujó el contorno de la Tierra y el mar. Aunado a esto, Anaximandro introdujo la geometría y las matemáticas, asentó la Tierra como el centro del cosmos e implementó la idea de un universo geocéntrico (Crone, 1956; Brotton, 2014).

En lo que respecta a Hecateo de Mileto (550-476 a. C.), publicó un mapa, en cuyo centro ubicó a la antigua ciudad griega Delfos, la cual era considerada como el ombligo del mundo hasta entonces conocido. En contraste, el científico antiguo Aristóteles plasmó sus investigaciones sobre la esfericidad de la Tierra en su obra “Acerca del cielo”, exponiendo que partiendo del ecuador el clima o la inclinación de los rayos solares

disminuían en función de un desplazamiento más hacia el norte, dicho pensamiento vio la luz en la publicación de su globo llamado “Globo de Aristóteles” dividido en cinco zonas climáticas. Es preciso subrayar que el conocimiento generado por este sabio griego perduró en la Geografía por más de 1000 años (Turco, 1968; Brotton, 2014; Martín, 2015).

Más tarde, el astrónomo Eratóstenes de Cirene (275-195 a. C.) estableció el primer meridiano en una dirección Norte–Sur, algunos autores coinciden en que este acontecimiento dio origen al concepto de longitud y latitud; por consiguiente, bajo este precepto se estableció el primer desarrollo cilíndrico. Otra de sus grandes aportaciones fue el cálculo de la circunferencia de la Tierra, realizado a partir de la medición del arco del meridiano entre la ciudad de Alejandría y Siena, su resultado solo difirió en alrededor de 80 km de la medida real (Crone, 1956; Turco, 1968; Martín, 2015).

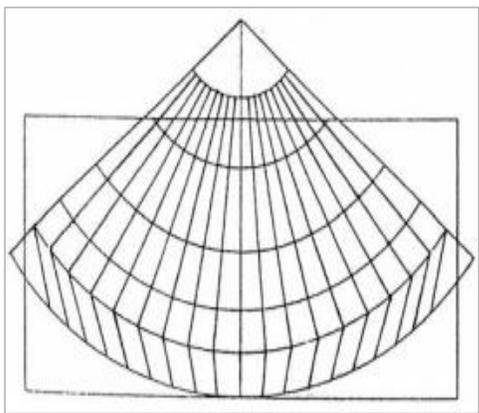
En esta misma época, la obra de Hiparco (160-120 a. C.) sobresalió por sus mapas donde mostraba la forma de la Tierra basándose en principios geométricos y astronómicos, de ahí que se le conozca como padre de la Cartografía. Otros planteamientos expuestos por el griego fueron, el asentamiento de bases trigonométricas y la ubicación de sitios en función de la longitud y la latitud utilizando estimaciones astronómicas; asimismo, se afirma que introdujo en Grecia la división del círculo en  $360^\circ$ , como herencia del sistema babilónico. Es oportuno decir que Hiparco ideó dos proyecciones vigentes hasta nuestros días, una de ellas la estereográfica y la otra, la ortográfica, sean polares, ecuatoriales u oblicuas. Cabe resaltar que la proyección estereográfica polar era conocida en la antigüedad como “Planisferio” y que la denominación propiamente de estereográfica le fue asignada por un matemático jesuita llamado François d’Aguillon en 1600 (Turco, 1968; Martín, 2015).

Otras aportaciones de los griegos en el ámbito cartográfico pertenecen a la autoría del geógrafo Crates de Malos (150 a. C.) al construir un globo terráqueo que sirvió de modelo para los globos subsiguientes. También Marino de Tiro (100 d. C.) construyó una carta plana con una red de meridianos y paralelos, secante en el paralelo  $36^\circ$ , modelo que fue utilizado posteriormente por los navegantes (Turco, 1968).

Finalmente, respecto al ilustre Claudio Ptolomeo (85-165 d. C.), publicó su primera proyección en el año 150 d. C. (Figura 2.3), destacada por conservar relaciones angulares, comparada con las proyecciones que le antecedían. Además construyó dos proyecciones cónicas que, dadas sus

características respecto a su coincidencia con el eje de la Tierra, el Polo Norte quedaba ubicado en la parte superior, por consiguiente, comenzó a ubicarse el Norte en esa posición.

**Figura 2.3. Proyección de Ptolomeo.**



Fuente: Martín, 2015.

Entre otras contribuciones de Ptolomeo se encuentra el conteo de latitudes desde el Ecuador, la conjugación de la latitud con la duración del día y la temperatura, dando origen al concepto de climas (zonas limitadas por sus paralelos) (Turco, 1968; Martín, 2015).

Con el advenimiento y dominio del pensamiento romano, que tuvo un sentido práctico asociado con la milicia, y posteriormente la introducción de las teorías religiosas características de la Edad Media que perdurarían por casi diez siglos, todas las representaciones geográficas de la superficie terrestre se alejaron del pensamiento matemático abordado por los griegos; particularmente durante el medioevo europeo los mapas eran un elemento meramente artístico y didáctico, donde se exponían teorías bíblicas sobre la esencia de la Tierra. Dejando una secuela en la que paulatinamente se manifestó el abandono de la teoría sobre la esfericidad de la Tierra, retomándose nuevamente la creencia sobre la superficie plana de la Tierra (Robinson *et al.*, 1987).

Sin embargo, hacia el año 827, los califas motivaron la traducción al árabe del texto de Ptolomeo “Geografía”, por este motivo, hacia el siguiente siglo los estudiosos árabes como Mas’udi conocían versiones de sus mapas. En este sentido, durante la Edad Media los árabes se dieron a la tarea de agrandar el conocimiento griego con obras de su propia autoría, así como obras de pensamiento indio. Durante cinco siglos su saber geográfico e investigaciones científicas estuvieron ubicadas en la ciudad de Bagdad, Córdoba y Damasco. En contraste hacia los años 920 – 987 surge un nuevo tipo de mapa semejante a un cartograma; la carta del mundo del cartógrafo árabe Ibn Hawqal, es un ejemplo de éste (Crone, 1956; Turco, 1968; Sobji Abdel Hakim, 1991).

El auge del saber árabe dentro de la escena cartográfica fue posible, en parte, gracias a la aportación del geógrafo al-Idrisi (1154 d. C.), quien publicó un mapamundi en el que se muestran

los cuatro puntos cardinales y una descripción escrita de éste; todo ello apoyado en el que fue realizado por Ptolomeo siglos antes (Crone, 1956; Brotton, 2014; Martín, 2015).

Finalmente, durante el siglo XII, surgió un mapa del mundo, bajo la autoría del sabio persa Irán al-Istajri, en el que se representaron las costas en forma de arcos o líneas rectas y con círculos se trazaron las islas y los mares interiores -mar Caspio y mar Aral- (Sobji Abdel Hakim, 1991).

### *2.1.2. Metamorfosis de un pensamiento (1154-1459).*

Frente a las aportaciones de los árabes en especial del geógrafo Al-Idrisi en 1154; hacia el año 1200, en el Mediterráneo, surgió una nueva forma de representar la superficie terrestre con la construcción de los llamados portulanos o cartas de navegar medievales. Uno de los elementos primordiales que se encontraban en ellos era el hecho de basarse en la observación directa por medio de una brújula, compás náutico o aguja de marear. Se construían con base en un desarrollo de rosa de los vientos, cuya línea Norte indicaba el punto magnético necesario para el uso de la brújula (Crone, 1956; Martín, 2015).

Al tiempo en que los navegantes desarrollaban la rosa de los vientos, ésta era seguida por los mismos. Dicha rosa determinaba la posición del barco por el rumbo seguido con la brújula y la distancia recorrida, como resultado obtenían el denominado punto de fantasía. Las últimas cartas realizadas con este propósito poseían un tronco de leguas o escala gráfica. En cambio, hacia la última cruzada de San Luis en el año 1291, se utilizaron las cartas loxodrómicas las cuales se construían con base en mediciones de distancias y direcciones, con la ayuda de la brújula, principalmente (Caire, 2002; Brotton, 2014).

Por otra parte, la construcción del Gran Atlas Catalán, atribuido a Cresques, el judío, poseía la característica de haber sido dibujado en una sola piel de pergamino, su tamaño iba entre las 36 por 18 pulgadas a 56 por 30 pulgadas (Crone, 1956; Martín, 2015).

Un evento que propició el regreso a Europa del conocimiento cartográfico de los antiguos griegos, fue la ocupación de Bizancio por los turcos en 1453, trayendo consigo la migración de sabios bizantinos hacia Occidente. De esta forma, las proyecciones de Ptolomeo fueron aplicadas

nuevamente, con la diferencia de que ya no solo estaban en función a un pensamiento intelectual, si no que ahora debían responder a una propuesta que fuese de utilidad (Martín, 2015).

Finalmente, un mapamundi publicado en 1459 por Fray Mauro, es considerado por especialistas la obra magna de la cartografía medioeval; entretanto, distintos historiadores consideran que dicho mapamundi representa la obra que condujo hacia la transición entre la cartografía medioeval y la cartografía renacentista, aunado a que definió los cambios esenciales dentro del ordenamiento geográfico (Crone, 1956; Turco, 1968; Robinson *et al.*, 1987).

### *2.1.3. Revolución de un mundo conocido (1459-1538).*

El incremento de los viajes exploratorios alrededor del mundo propició un cambio trascendental en la representación de la superficie terrestre.

Se reconoce que algunos de los viajes más eminentes fueron realizados tanto por el navegante portugués Bartolomé Díaz, quien llegó a la costa meridional de África en 1488, a la que dio el nombre de Cabo de la Buena Esperanza, como por Vasco da Gama, quien tocó tierras de la India en 1498; así también, el navegante Cabral llegó a las costas de Brasil hacia el año 1500. Bajo este contexto, a través de los viajes exploratorios, los europeos dieron cuenta del reconocimiento de la obra de Ptolomeo y las proyecciones haciendo uso de éstas, por lo que pudieron percatarse de la presencia de algunas discrepancias en las cartas planas. Uno de los grandes problemas a los que se enfrentaron fue la representación desproporcionada de la superficie terrestre, procurándose remediar esta situación por medio de la creación de tablas que indicaran la magnitud de los grados (Crone, 1956; Turco, 1968; Caire, 2002; Martín, 2015).

Algunas cartas representativas de esta época de transformación son las cartas de Juan de la Cosa, Cantino, King-Hamy y Canerio. En cuanto a la carta de Juan de la Cosa, ésta es considerada por contener algunos descubrimientos del Nuevo Mundo, datos que inspiraron posteriormente a Magallanes, quien se embarcó en busca del nuevo océano representado por de la Cosa, al que nombró Pacífico; respecto al mapa de Cantino, publicado en 1502, poseía conocimiento acerca de los viajes de los españoles a occidente. La carta King-Hamy, publicada en ese mismo año, deja ver el acoplamiento de las concepciones ptolemaicas sobre Asia como consecuencia de los nuevos hallazgos encontrados. En contraste, en la copia de un mapa del italiano Nicolay de Canerio de 1505 o 1506, se representó la delimitación de las costas de Brasil, que posteriormente serviría como

prototipo para el grabado en madera del mapa mundial de Waldseemüller. En cambio, una carta reconocida por su innovación fue la de Pedro Reinel de 1505, al representar por primera vez el meridiano oblicuo -que indicaba el meridiano geográfico del área- (Crone, 1956; Turco, 1968).

Dentro de esta serie de mapas, el de mayor renombre pertenece al cartógrafo y cosmógrafo alemán Martín Waldseemüller (1470-1521) publicado en 1507, nombrado *Universalis cosmographia secundum Ptholomaei Traditionem et Americi Vespucci aliorumque lustrationes*, considerado por algunos autores como el primero en el que se nombra y representa América. Más adelante, en 1516, publica una carta marina llamada *navigatoria Portugallen* conformada por doce láminas grabadas en madera; la aportación más sustancial de dicho mapa fue la reducción de la extensión longitudinal de Asia a casi la medida real (Crone, 1956; Brotton, 2014).

Otra proyección originada durante la primera mitad del siglo XVI fue la de Werner (1514), resultado de la modificación a la proyección azimutal equidistante, empleada para varias cartas del Atlas de Schrader. Por otro lado, en la carta náutica portuguesa, también conocida como Atlas Miller -publicada entre 1515 y 1519- donde fue representado el océano Índico. En el caso de la obra de Ribero de 1527–1529, se da a conocer la circunferencia del globo terrestre entre los círculos polares junto con el archipiélago de las Indias Orientales (UNESCO, 1991; Martín, 2015).

Finalmente, el mapamundi de Giovanni Matteo Contarini, publicado en 1538, poseía una proyección cónica, retomada de la obra de Ptolomeo. En ese mismo año se publicó la proyección azimutal polar de Oronce Finé (1494-1555), la cual conserva muchas de las características de los mapas ptolomeicos (Crone, 1956; Jolly, 1979; Sánchez *et al.*, 1935).

#### 2.1.4. Cambio de perspectiva (1538–1659).

Una de las proyecciones más utilizadas a lo largo de la historia de la cartografía es la publicada en 1569, por Gerhard Kramer (1512-1594), mejor conocido como Mercator. Su proyección reconocida actualmente “de Mercator” o “Mercator”, fue ideada con fines de navegación náutica; tiene la propiedad de ayudar a conservar la trayectoria de los barcos durante sus viajes pues la línea loxodrómica es una recta en la proyección y ayuda a conducir los barcos siguiendo una ruta de rumbo constante. Un dato relevante de esta proyección, es que sus cálculos fueron solamente aproximados, la revelación de éstos sucedió 30 años después, cuando Edward Wright, de la universidad de Cambridge, dio a conocer el verdadero método matemático para su construcción

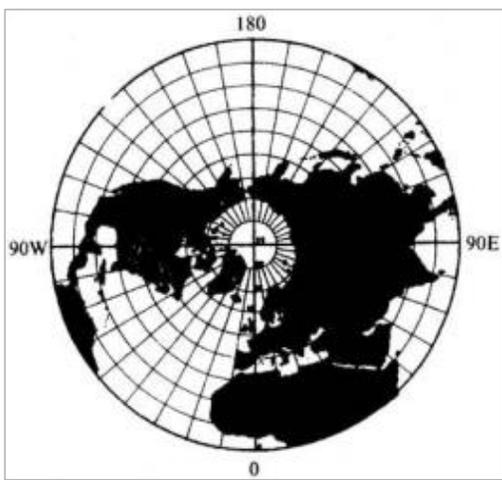
(Sánchez *et al.*, 1935; Crone, 1956; Turco, 1968). Aunado a este evento, en 1571, Mercator hizo pública otra proyección, la cordiforme para mapamundi.

Una obra que acompañó a la de Kramer fue el mapamundi de Abraham Ortelius (1527-1598), el llamado *Orbis Terraum* publicado en ese mismo año, considerado una producción de prestigio de este tiempo (*Ibid.*).

Sumado a lo anterior, Jean Cossin publicó una proyección sinusoidal en 1570, precedente de la Sanson-Flamsteed. En este mismo año fue publicado el considerado primer Atlas moderno, presentándose correctamente la delineación del globo terráqueo y de los países que lo conformaban. También, el astrónomo Guillaume Postel, publicó su proyección azimutal equidistante en 1591 (Figura 2.4), construida bajo principios analíticos. En contraste, el cartógrafo Vicente Coronelli (1650-1718), considerado el más prominente cartógrafo de finales del siglo XVII, fue experto en la construcción de globos terráneos de hasta 5 metros de diámetro. Uno de los mayores éxitos de Coronelli fue la fundación de la primer Sociedad Geográfica en Venecia, llamada los Argonautas.

Haciendo un paréntesis, se precisa mencionar que hacia 1614 el matemático escocés John Napier (1550-1617), inventó los logaritmos, que, junto con las tablas trigonométricas hicieron posible el cálculo de datos geodésicos y astronómicos (Crone, 1956; Turco, 1968; Raisz, 1985; Martín, 2015).

**Figura 2.4. Polar equidistante. Guillaume Postel.**



Fuente: Martín, 2015.

Continuando con la documentación histórica, para el año 1627, John Speed (1552-1629) publicó su planisferio. Junto a esto, una representación cartográfica que apareció en ese mismo año fue la proyección de Nicolás Sanson d' Abeville (1600-1667), una proyección para mapamundi que nombró Sinusoidal; veintitrés años más tarde, John Flamsteed (1646-1719) publicó una proyección parecida, por lo que esta proyección lleva el nombre de ambos (Martín, 2015).

En otro orden de ideas, es necesario mencionar que en 1637 surge la geometría analítica a manos de René Descartes (1596-1650), publicada bajo el

nombre de *Discours de la Méthode*, que consistía en “...la sustitución de líneas geométricas por ecuaciones que las representan sobre un plano definido por un sistema de ejes X e Y o planos cartesianos.” (Martín, 2015: 32). Este método, en cartografía, fue de gran trascendencia considerando que brindó la posibilidad de emplear un sistema de referencia que definiera analíticamente las localizaciones geográficas propiciando el incremento de cálculos analíticos.

Así también, en 1659 el párroco Giovanni Battista Nicolosi (1610-1670) rediseñó la proyección globular de Al-Biruni, fue así como la proyección construida por Nicolosi ha sido empleada para representar mapas hemisféricos, ya que poseía la característica de conservar las distancias sobre el meridiano central y el Ecuador (Morales, 2004; Martín, 2015).

Gracias a las obras anteriormente mencionadas se consolidó la teoría sobre redondez de la Tierra, forjándose un nuevo pensamiento, donde se procuró plasmar adecuadamente los nuevos principios analíticos en las representaciones de la superficie terrestre (Crone, 1956; Turco, 1968).

#### *2.1.5. El ejercicio de la cartografía a través de las instituciones, rumbo a su especialización (1659-1745).*

Hacia el año 1666, en un intento por institucionalizar la cartografía, se fundó la Academia Francesa de Ciencias, cuya función principal era dar a conocer el perfeccionamiento de las cartas de navegación, ante la necesidad de determinar las dimensiones y forma de la Tierra con mayor exactitud, en contraste con el desarrollo de un método adecuado para precisar la longitud.

Con el objetivo de trabajar en las ideas anteriormente mencionadas, se iniciaron una serie de mediciones de arcos a lo largo del meridiano en Francia con la aplicación de nuevos métodos y técnicas como la triangulación y el uso del péndulo, dando mayor impulso a los trabajos sobre la forma exacta de la Tierra y las correcciones sobre las discrepancias halladas en mapas precedentes (Jolly, 1979; Robinson *et al.*, 1987; Martín, 2015).

**Figura 2.5. Demostración del uso de este instrumento.  
(Demostrance de lusaige de ceft Instrument).**



Fuente: Bibliotheque nationale de France.

del sextante en el año 1672 (Figura 2.5), por consiguiente, se hicieron frecuentes las observaciones astronómicas de longitudes y latitudes (Martín, 2015).

Uno de los primeros mapas derivados de observaciones realizadas con el sextante fue el del cartógrafo francés Guillermo Delisle (1675–1726), en su mapamundi plasmó los descubrimientos más recientes, formaba parte de los atlas universales de gran renombre en aquel entonces. La valía de su obra radica en haber corregido y eliminado muchos errores que existían en los mapas reproducidos una y otra vez. En este contexto, otra de sus aportaciones recae en la representación del Mediterráneo en su verdadera dimensión, aunado a que corrigió el mapa de California. Además, hacia el año 1700, elaboró un mapa en dos hemisferios llamado *Mappe-Monde Dressée sur les observations de Mrs. De l'Académie Royale des Sciences*, en una proyección estereográfica, esta obra supuso una mejora en el *Planispherum terrestre*. Sumado a esto, la literatura consultada sugiere que la obra de Delisle representó una transición hacia el mapa moderno (Crone, 1956; Jolly, 1979; Raisz, 1985).

Respecto a la obra del astrónomo y cartógrafo francés César Francisco Cassini de Thury (1714-1784), destacó por la triangulación del perímetro del territorio francés levantada entre 1734 y 1744, el resultado fue la publicación de un mapa que constaba de 18 bases y más de 2000 triángulos, junto a una tabla de latitudes y longitudes de la ciudad de Francia. De igual modo, en 1745, publicó la proyección que lleva su nombre -Cassini-, considerada una proyección de transición hacia las proyecciones convencionales.

Por último, una representación prestigiosa es la denominada *Carte Geometrique de la France* iniciada por Cassini, suspendida en 1758 por el Estado, concluida años después por su hijo Juan

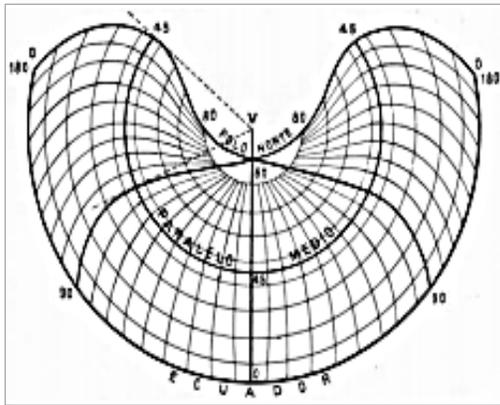
Las propuestas cartográficas de autor continuaron; por ejemplo, el mapamundi publicado en 1668 por el cartógrafo Frederick de Wit (1629-1706) tuvo gran difusión. En otro sentido, un acontecimiento interesante que impulsaría las mediciones de ángulos entre dos puntos fue la invención

Domingo Cassini; más adelante, en 1783, se publicó dicha obra compuesta por 182 hojas a escala 1:86,400. Así también, el antes mencionado Domingo Cassini grabó un mapamundi que trazó sobre el pavimento del Observatorio de París en 1862, resultado de observaciones simultáneas realizadas a las ocultaciones de los satélites de Júpiter, llevadas a cabo en diversos lugares del mundo (Sánchez *et al.*, 1935; Crone, 1956; Raisz, 1985).

### 2.1.6. Auge de nuevas propuestas matemáticas (1745-1976).

Esta etapa es de gran relevancia, puesto que aquí se documentan varias de las proyecciones vigentes hasta nuestros días por sus grandes aportaciones y utilidad.

**Figura 2.6. Cónica equivalente. Proyección de Bonne, 1752.**



Fuente: Martín, 2015.

su nombre (Caire, 2002; Jolly, 1979; Martín, 2015).

Un hecho ocurrido dentro del ámbito geodésico se suscitó en 1758 cuando Leonhard Euler (1707-1783) dio a conocer su "...teorema sobre los radios de las secciones normales de un elipsoide y el acimut de las mismas que sigue siendo de aplicación en los cálculos geodésicos." (Sevilla, 2012: 24).

En esta etapa es relevante mencionar al destacado físico, matemático y astrónomo alemán de origen francés Jean – Henri Lambert (1728-1777), quien tuvo un notable desenvolvimiento dentro de la cartografía y las matemáticas, entre sus aportaciones se encuentran la introducción de las

funciones hiperbólicas en la trigonometría. Lambert fue el primero en llevar a cabo investigaciones relacionadas al campo de la representación gráfica; determinó las condiciones generales que una proyección debe cumplir, como la conservación de ángulos o conformidad y la igualdad de la áreas o equivalencia. Realizó el cálculo de los parámetros para la proyección cónica conforme de 1772 (Figura 2.7), y la zenital o azimutal (Robinson *et al.*, 1987; Martín, 2015).

**Figura 2.7. Proyección Cónica conforme de Lambert.**



Fuente: Martín, 2015.

Así también, en cuanto al matemático italiano de origen francés Joseph Lois Lagrange (1736-1813), publicó en 1779 la proyección policónica, utilizada en mapas topográficos en Estados Unidos; se ha utilizado en el mapa Internacional del Mundo a escala 1: 1, 000, 000 y en el mapa de Francia a escala 1: 50, 000 (Martín, 2015).

La obra del cartógrafo, matemático y astrónomo alemán Karl Brandan Mollweide (1774-1825) fue publicada en 1805, posteriormente fue extendida por Babinet, bajo el nombre de homalográfica. En ese mismo año, Heinrich Christian Albers ideó la proyección que llevaría su nombre, se trata de una representación de tipo cónica secante con dos paralelos equivalentes; en 1817 se utilizó por primera vez para realizar un mapa de Europa a escala 1:750, 000. Actualmente se utiliza para realizar mapas de Estados Unidos y levantamientos topográficos en Rusia.

Aunado a esto, en ese mismo tiempo surgió la proyección de Gall, se trataba de una propuesta cilíndrica secante en la latitud  $45^\circ$ ; fue resuelta matemáticamente por James Gall (1808-1895), en 1855 y publicada en 1885. Casi un siglo después Arno Peters (1916-2002), la retomó, publicando en 1973 la proyección Gall-Peters (Brotton, 2014; Martín, 2015).

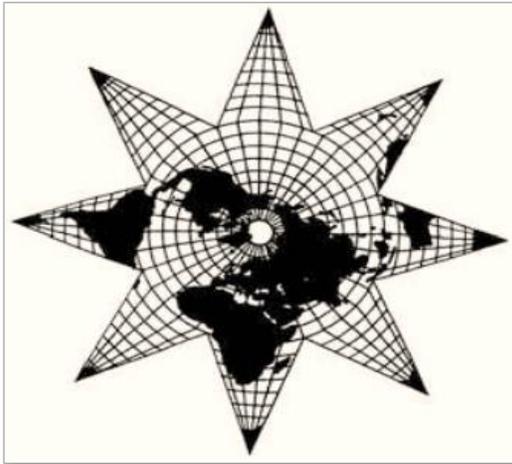
Es valioso realizar otro paréntesis, para señalar algunos sucesos destacados que tuvieron lugar en el ámbito de la Geodesia, el primero tiene que ver con la propuesta del geógrafo y topógrafo galés George Everest (1790-1866), quien en 1823 realizó la medición del arco de la India hasta Nepal, posteriormente en 1830 publicó los datos de su elipsoide, el cual fue utilizado en India, Ceylan y Malasia. El segundo acontecimiento tuvo que ver con un suceso ocurrido en 1866, cuando el

Coronel norteamericano Alexander Ross Clarke (1828-1914) obtuvo los parámetros de su primer elipsoide, utilizado en América del Norte, más adelante en 1880 publicó un segundo elipsoide, utilizado en Francia y varios países del continente africano (Sevilla, 2012).

En otro orden de ideas, también es necesario mencionar que el trabajo llevado a cabo con fotografías verticales de 1858, marcó el camino hacia la tecnificación de la forma en que se representaba la superficie terrestre; dichas fotografías eran tomadas desde globos aerostáticos.

Continuando con la documentación de las proyecciones, en 1865 nace una de las primeras proyecciones estrelladas, la de Petermann (Figura 2.8), constituida por ocho puntas.

**Figura 2.8. Proyección estrellada. Petermann, 1865.**



Fuente: Martín, 2015.

Por su parte, Carl Friedrich Gauss (1777-1855), diseñó un desarrollo cilíndrico tomando como referencia las propiedades de la proyección de Mercator; formó el cilindro de proyección, tangente a un meridiano en lugar de al Ecuador, su sistema se publicó en 1866, desarrollándose en su totalidad en 1912 por Ludwig Krüger, por ello se le conoce también como Gauss-Krüger.

Fue utilizada para representar los territorios de Prusia, Noruega, Suiza, Bulgaria y Alemania, entre otros países, debido a su cualidad de minimizar la distorsión de las regiones que se

extienden en dirección norte-sur (Martín, 2015; ArcGIS for Desktop, 2017).

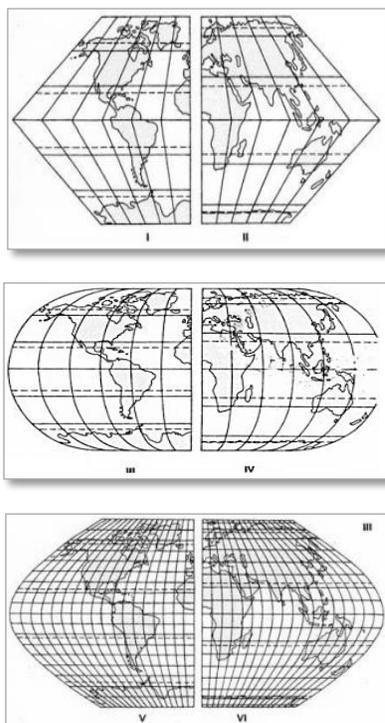
Hacia 1879, se dio a conocer la proyección de Berghaus, constituida por cinco puntas, utilizada como logotipo para la Association of American Geographers. En ese mismo año Charles Sanders Peirce ideó la proyección quincuncial, una proyección de tipo conforme. Más tarde en 1889, el cartógrafo David Aitoff trazó la gradícula para toda la esfera terrestre, llamándola canevá derivado, fue perfeccionada por Ernst Hammer en 1892, de ahí el nombre de la proyección Aitoff-Hammer (Robinson *et al.*, 1987; Caire, 2002; Santander, 2013; Martín, 2015).

Con el arribo del siglo XX, llega la era de la tecnología espacial y la automatización, contrastando con la construcción de nuevas proyecciones cartográficas, muchas buscando su aplicación en la cartografía temática. En esta moción hacia 1905, van der Grinten publicó la proyección que lleva su nombre, utilizada para representar los mapamundis de la Sociedad Geográfica Nacional.

Un grupo sobresaliente de proyecciones cartográficas, en total 6, creadas por Max Eckert en 1906 (Figura 2.9), llevan su nombre seguido de un número en romano del I al VI, los números romanos en par pertenecen a propuestas equivalentes; útiles para trabajar en mapas temáticos, por ejemplo para representar climas; las más utilizadas son la cuarta y la sexta.

Por otro lado, hacia 1910, Behrmann realizó una proyección utilizando cilindros secantes en la latitud de 20°. Sumado a esto, en 1912, surge la proyección llamada de mariposa, construida por Bernard Cahill. Mientras que la proyección Winkel Tripel, publicada por Oswald Winkel en 1921, ha sido utilizada en mapas mundiales temáticos (Martín, 2015; ArcGIS for Desktop, 2017).

**Figura 2.9. Proyecciones de Eckert (I, II, III, IV, V, VI).**

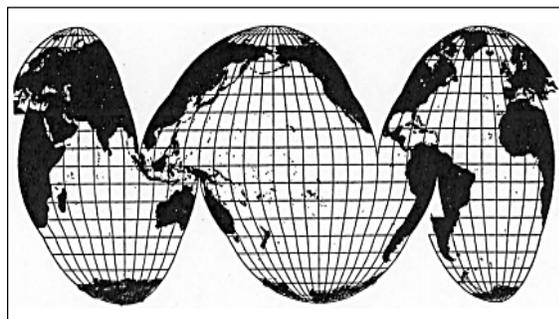


Fuente: Martín, 2015.

De igual forma, la proyección cartográfica de J. Paul Goode fue ideada en 1923, para mapas mundiales (Figura 2.10) (Brotton, 2014; Crone, 1956).

Una proyección pseudocilíndrica poco conocida es la Kavrayski VII, publicada en 1939, por el cartógrafo soviético Vladimir Kavrayski, cabe señalar que Kavrayski fue el encargado de actualizar toda la cartografía de su país (Jenny *et al.*, 2008).

**Figura 2.10. Proyección de Goode. Océanos enteros, continentes cortados.**



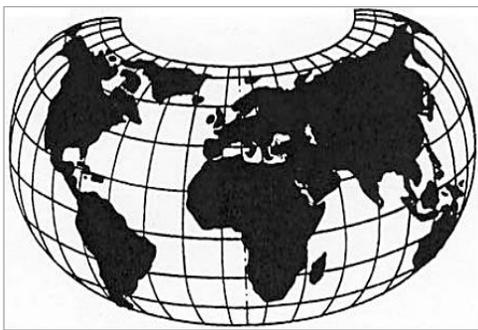
Fuente: Martín, 2015.

En otro orden de ideas, durante la Segunda Guerra Mundial el desarrollo de la cartografía se acentuó, debido a la relevancia que ya había tomado anteriormente la extensión superficial, la precisión en su medición y su apropiada representación en mapa. Los países que tuvieron mayor participación en su desarrollo fueron Inglaterra y Estados Unidos, reorganizando sus programas de cartografía. Los reticulados militares fueron altamente requeridos, sin embargo, éstos causaron diversas confusiones entre sus usuarios.

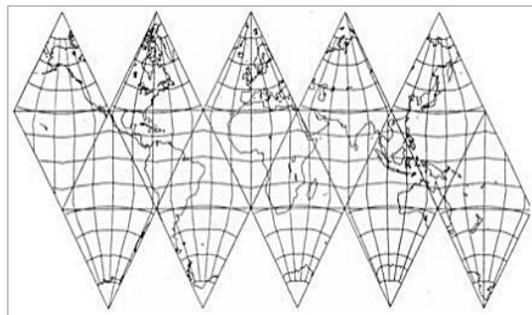
Ante esto, con la inminente necesidad de representar adecuadamente la superficie terrestre, se adopta la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), resultado de la modificación a la proyección Gauss-Krüger; ideada con el fin de mantener una estandarización a nivel mundial; esta cartografía se produjo referida al nivel del mar, en tanto que las áreas polares se representaban con la proyección estereográfica polar. De manera que, la proyección UTM representa una evolución de la proyección de Mercator (Caire, 2002; Martín, 2015).

Ahora bien, en 1942 John Bartholomew introdujo su proyección tetraédrica, tratándose de una propuesta híbrida azimutal/pseudocónica en forma de estrella. Por el contrario la proyección de Erwin Raisz publicada en 1943, es conocida como cáscara de naranja o armadillo (Figura 2.11). Así también, hacia 1944 Irving Fisher utilizó el icosaedro (20 triángulos), (Figura, 2.12). En tanto, que la publicación hecha en 1948 de la proyección denominada Atlantis, fue empleada para zonas oceánicas.

**Figura 2.11. Erwin Raisz, 1943.**



**Figura 2.12. Icosaedro de Irving Fisher, 1944.**



Fuente: Martín, 2015.

Una de las particularidades de ese tiempo, sucedió entre 1946 y 1954, con el desarrollo de las primeras fotografías de la Tierra. Paralelamente una serie de exploraciones aéreas llevadas a cabo por la misión Géminis, dieron como resultado la construcción de un mapa fotográfico de la región de Perú, cuya extensión era de 800. 000 km<sup>2</sup>. Finalmente, en 1958, se produce una proyección llamada lotus, utilizada para representar áreas oceánicas (Brown, 1977; Furuti, 1997; Martín, 2015).

Tras la gran ola de propuestas analíticas, la búsqueda por una mejor visualización de la Tierra continuó, fue así que en 1963 surge una proyección de gran importancia para la cartografía, ideada por el geógrafo estadounidense Arthur H. Robinson (1915-2004), utilizada por la National Geographic Society y en los atlas de la editorial Rand McNally; con el respaldo de ambas editoriales dicha proyección logro el mérito de superar la popularidad de la proyección de Mercator. El objetivo de la propuesta de Robinson fue reducir las deformaciones en áreas y formas supeditando a las matemáticas para lograrlo (Brotton, 2014; Martín, 2015).

En lo que respecta al cartógrafo William-Olson, publicó la proyección que lleva su nombre, en 1968. En contraste, la proyección poliédrica de L. P. Lee proyectó un tetraedro, fue publicada en 1976; una de las características de este tipo de proyección es que en cada una de sus caras se proyecta una parte de la superficie terrestre, bajo el método gnomónico. Fue utilizada por los geólogos para aplicar su teoría de las orogénesis por contracción (Furuti, 1997; Martín, 2015).

#### *2.1.7. Modelos de representación digitales (1976 - actualidad).*

Ante un escenario de ambiente digital creciente, la disciplina cartográfica se inserta a las nuevas tecnologías, de forma que, las proyecciones presentadas a continuación fueron construidas bajo la concepción de los *softwares*, respondiendo a las demandas contemporáneas.

Un cartógrafo que ha publicado alrededor de veinticinco proyecciones cartográficas, es Frank Canters, procurando un resultado de mínima distorsión, entre sus publicaciones de 1989, se encuentran tres proyecciones policónicas de compromiso denominadas W12, W13 y W14; entretanto, otras de sus proyecciones publicadas en 2002, fueron de tipo pseudocilíndricas denominadas W15, W16, W17 y W19 (Böhm, 2017; Compare Map Projections, 2017).

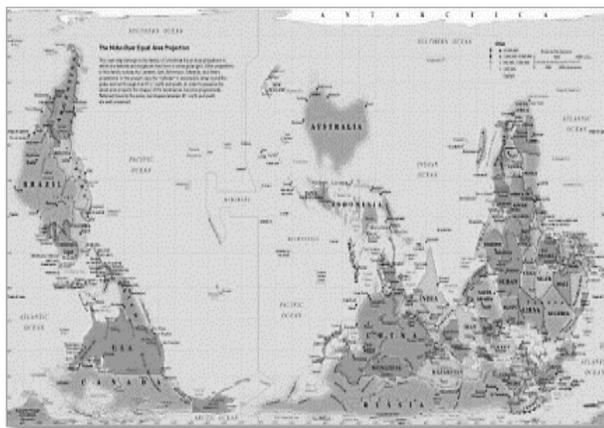
Respecto a la proyección Hobo Dyer, fue publicada en 2002 por el cartógrafo británico Mick Dyer, se trata de una proyección cilíndrica equiareal (Figura 2.13). Posee la peculiaridad de ubicar

el meridiano central sobre Oceanía y el hemisferio sur en la parte superior del mapa (ODT Maps, 2006).

En otro orden de ideas, aproximadamente desde hace cuatro décadas los sistemas de información geográfica (SIG), han ido ganando terreno debido a las características que lo distinguen, como el hecho de ser empleados para la gestión, análisis y resolución de problemáticas espaciales de cualquier índole, así como su aplicación en la toma de decisiones. Los SIG trabajan con datos georreferenciados, almacenan información espacial, cartográfica y alfanumérica, aunque algunos autores

coinciden en que los sistemas de información geográfica representan una automatización del análisis espacial, no la producción de cartografía (Gutiérrez; Gould, 2000).

**Figura 2.13. Hobo Dyer.**



Fuente: ODT Maps, 2006.

Bajo este contexto, la proyección *Natural Earth* publicada en 2007 (Figura 2.14) por Tom Patterson, fue diseñada originalmente en *Flex Projector* (una aplicación en la cual es posible crear mapas mundiales); es una derivación de las proyecciones Kavraiskig VII y Robinson; es de tipo pseudocilíndrica y uno de sus primeros usos fue el mapeo del medio físico (Shadedrelief, 2017).

Otra proyección cartográfica creada en 2010, por Bernhard Jenny, lleva por nombre *Cropped Ginzburg VIII*, se trata de una representación pseudocilíndrica de compromiso, disminuye la deformación en las regiones polares (Jenny *et al.*, 2008; Jung, 2018; Jenny *et al.*, 2017).

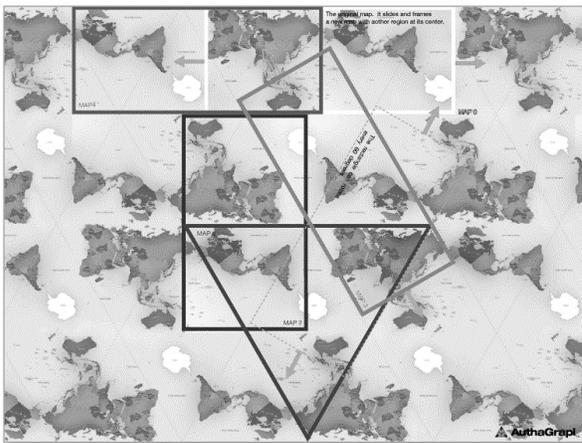
**Figura 2.14. Natural Earth.**



Fuente: Shadedrelief, 2017.

y poliedros aplicados a la cartografía. El objetivo de su construcción fue proporcionar una nueva perspectiva en la forma de ver el mundo. Dicha proyección esta conformada por 96 triángulos, tiene la particularidad de formar un mosaico que puede ser observado desde cualquier dirección, pudiéndose conformar un nuevo mapa, sea de contorno triangular, rectangular o de un paralelogramo. Esta propuesta es resultado de la inspiración entre la proyección de Mercator y la de Dymaxion (Autha Graph, 2010).

**Figura 2.15. AuthaGraph World Map (Mapa del Mundo).**



Fuente: Autha Graph, 2017.

geoespacial en la WEB, algunas de estas son, TargetMap, Carto, Mapbox, Cartaro, Mapbender y Mapstore (Targetmap, 2018; Carto, 2018; Mapbox, 2018; OSGeoLive, 2018; Mapbender 2, 2018; Mapstore, 2018).

Jenny también diseñó en *Flex Projector* la proyección A4. Además, la Ciric I de Strahinja Ciric, la Dedistort y Hammer-Cylindrical de Kalinni Gorzkis y la Kramer VII de Leo Murphy, fueron diseñadas en dicho *software* (Jenny *et al.*, 2017).

En cuanto al arquitecto japonés Hajime Narukawa publicó en 2010, un mapa mundial llamado AuthaGraph World Map (Figura 2.15), utilizó métodos de modelado de esferas

Finalmente, es necesario mencionar que el IRS-P5, conocido también como CartoSat, fue concebido para aplicaciones cartográficas, de utilidad para la creación de mapas y modelos de terreno. En cambio, en 2012, el servidor Google, lanzó una aplicación geoespacial llamada Google Earth, que para algunos autores representa la cartografía *online* del momento (Gutiérrez *et al.*, 2000; Aguirre, 2009; Brotton, 2014). Cabe destacar que actualmente ya existen otras aplicaciones donde es posible publicar información

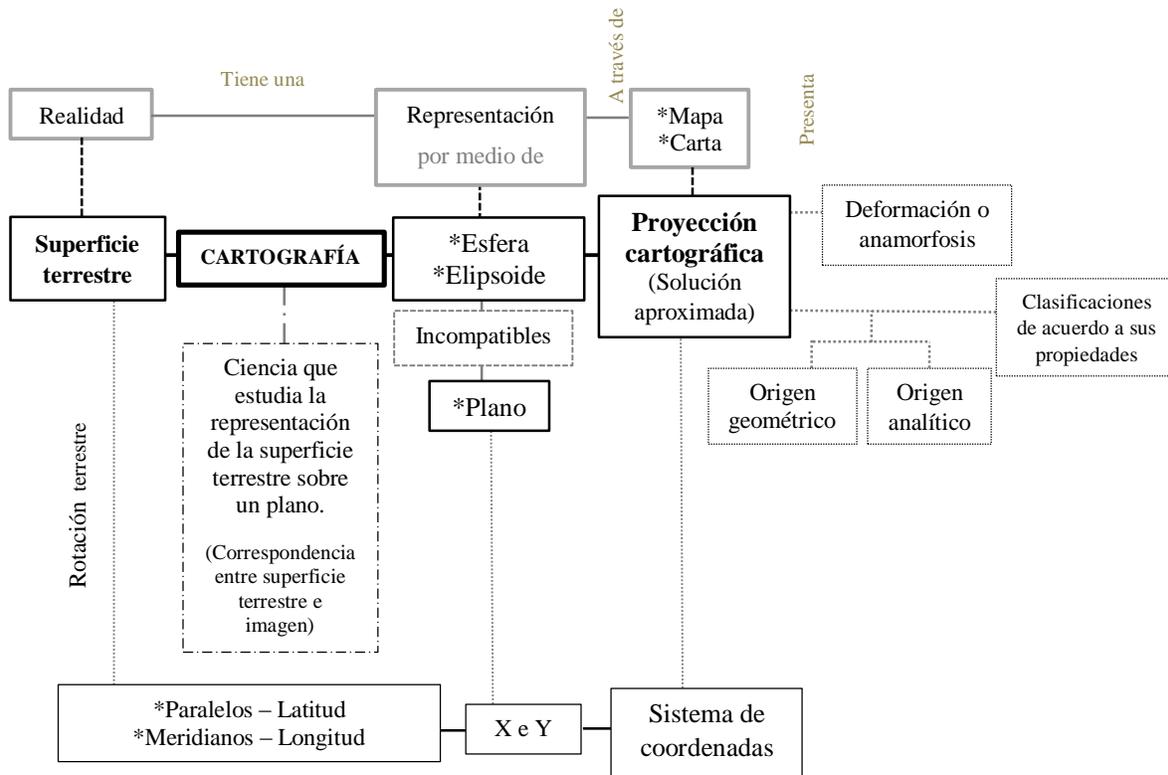
## **2.2. Consideraciones generales en la obtención de una proyección cartográfica**

El principio básico de la Cartografía consiste en la construcción de sistemas de transformación de una superficie curva a una superficie plana, esto se logra a través de la denominada proyección cartográfica, esto es, un modelo de representación gráfica de la superficie terrestre. Su configuración reside en la representación homóloga de puntos de la superficie curva de la Tierra a coordenadas planas, mientras que sus bases son de correspondencia matemática. En el presente apartado se abordan de forma general los aspectos teóricos que acompañan el estudio de la construcción de dichas proyecciones cartográficas.

### *2.2.1. Planteamiento.*

Martín (1999) plantea que el origen de la idea del dibujo de proyecciones posiblemente se remonta al momento en que se pretendió encontrar una correspondencia entre los puntos de la esfera y los del plano. Por su parte, Mirerri, Cerati y Coronel (2012), señalan que el origen del enfoque de representación surge cuando se advirtió sobre la forma y dimensiones de la Tierra. Entretanto, Robinson *et al.*, (1987: 77) mencionan que “El término “proyección cartográfica” surge del hecho de que las primeras transformaciones se contruyeron utilizando sistemas de líneas paralelas, convergentes o divergentes para representar una figura sobre la otra. Esto en geometría recibe el nombre de proyección. La mayoría de proyecciones cartográficas son actualmente transformaciones matemáticas.”. La Figura 2.16 acopia el planteamiento teórico sobre la problemática general en la proyección de la Tierra.

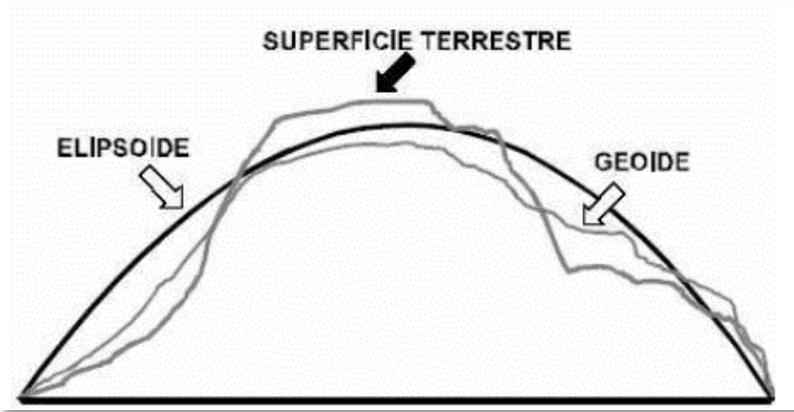
**Figura 2.16. Contexto general de la problemática cartográfica.**



Fuente: elaborado con base en Martín, 1999; Mirerri *et al.*, 2012; Geocart, 2009.

Inicialmente, es preciso mencionar que el establecimiento de la forma real de la Tierra consiste en un modelo físico, no matemático, denominado geoides; su superficie es irregular pues registra condiciones de la gravedad terrestre vinculadas con el relieve. No obstante, para poder realizar tareas de medición fue preciso establecer un modelo matemático que cumpliera con los elementos necesarios para realizar dicha tarea, por esta razón se adoptó el elipsoide de referencia como cuerpo geométrico regular ideal (Figura 2.17). Éste es utilizado en Geodesia para georreferenciar puntos sobre el terreno, en Cartografía es necesario para realizar cartas, en función de que se trabaja con áreas de poca extensión y requieren mayor precisión (Caballero, 2017; Martín Fernández, 2009).

**Figura 2.17. El geoide y el elipsoide: modelos sobre la forma de la Tierra.**



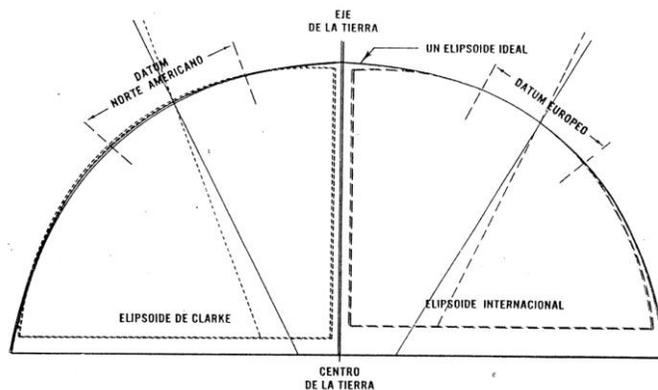
Fuente: Fallas, 2008:11.

Asimismo, en función de que a escalas geográficas globales es necesario un grado de precisión distinto, se adopta el esferoide como figura matemática ideal para representar la forma de la superficie terrestre, con el fin de registrar el mínimo error de

representación; como resultado se obtienen mapamundis o planisferios (Mirerri *et al.*, 2012).

Un elemento necesario tanto en Cartografía como en otras ciencias, es el datum (Figura 2.18), el cual es definido como “...la posición del esferoide relativa al centro de la tierra. Un datum proporciona un marco de referencia para medir las ubicaciones en la superficie de la tierra. Define el origen y la orientación de las líneas de latitud y longitud.” (ArcGIS for Desktop, 2017). Así también, Fernández (2018: 11) lo define como “el punto tangente al elipsoide y al geoide, donde ambos son coincidentes.”. Cada datum está compuesto por dos elementos, por una parte, el elipsoide (a, b, aplastamiento) y por otro lado, un punto denominado “Fundamental”, aquel donde tiene lugar la tangencia entre el elipsoide y la Tierra. Cada datum tiene validez para ciertas zonas de la Tierra (Fernández, 2018).

**Figura 2.18. Datum.**

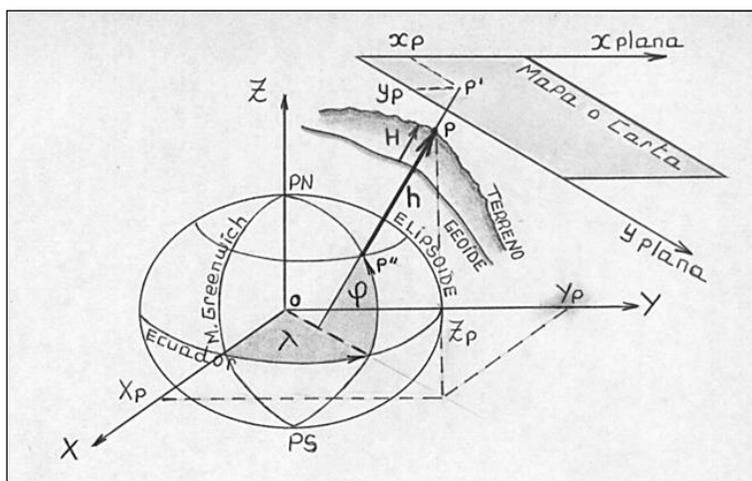


Fuente: Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 1962.

Por otra parte, es primordial mencionar que el globo terráqueo es la única forma de representación que conserva todas las cualidades y elementos de la superficie de la Tierra (superficies, ángulos, distancias, acimuts, rumbos y círculos máximos). Los mapas sobre globos son necesarios para obtener una visión de conjunto de las distintas relaciones espaciales. Sin embargo, el manejo de información en este es complejo, debido a que su confección es costosa, sus dimensiones dificultan su manipulación así como, su almacenaje, aunando la dificultad que presenta para visualizar en su totalidad los fenómenos de carácter planetario, mientras que el trazo de mediciones trae consigo ciertas adversidades técnicas.

En cambio, cuando un mapa es representado sobre una superficie plana estas complicaciones se resuelven. Aunque el cambio de escala, de un cuerpo geométrico tridimensional, como lo es la esfera, a un cuerpo geométrico bidimensional, como lo es el plano, requiere de un sistema de transformación llamado proyección cartográfica. Por esa razón, la implementación en un mapa de dicha proyección cartográfica, es tan necesaria. Encontrar soluciones eficientes que representen la superficie terrestre, acorde con el establecimiento de ciertos propósitos es primordial para el manejo adecuado de información espacial (Figura 2.19) (Robinson *et al.*, 1987; Martín, 1999).

**Figura 2.19. Sistemas de referencia y proyecciones cartográficas.**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional de Argentina (IGN), 2017.

a) *Criterios y procesos de construcción.*

El método de obtención de una proyección cartográfica se presenta a continuación, de forma breve.

[En general] El proceso de proyección [se divide en]...dos etapas: la reducción de la Tierra a un globo nominal y la proyección de éste reducido a un plano (Caire, 2002: 68).

Es este sentido, Lapaine y Usey (2017: 67), refiere que para conseguir el proceso de proyección (Figura 2.20), deben de seguirse los siguientes pasos:

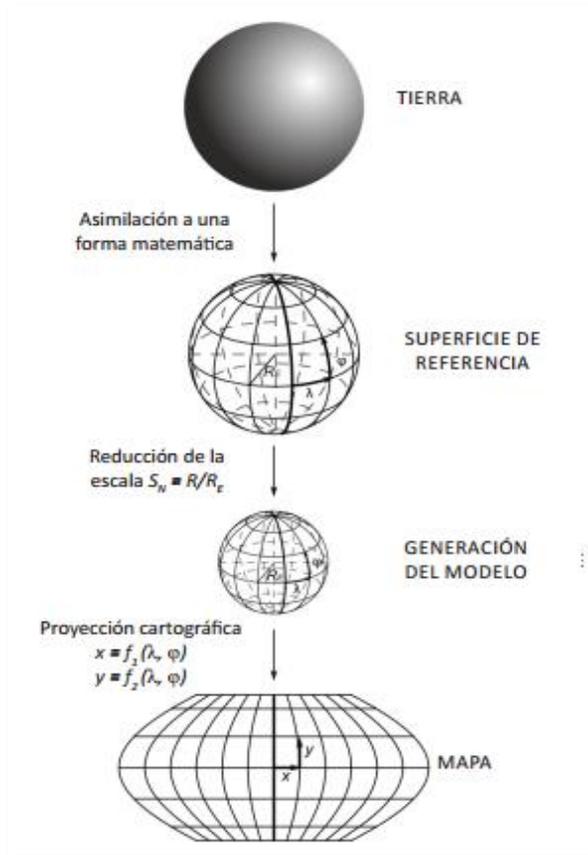
1. Asimilación del tamaño y la forma del objeto (por ejemplo, la Tierra) a una forma matemática, como puede ser una esfera o un elipsoide.
2. Reducción de la escala de la representación matemática a un esferoide o elipsoide (un modelo reducido de la Tierra desde el que se realizan proyecciones de mapas) con la escala principal o nominal, que es la relación entre el radio del esferoide o elipsoide y el radio de la figura matemática que representa a la Tierra, equivalente a la escala del mapa plano.
3. Transferencia del esferoide o elipsoide al plano con ayuda de una proyección cartográfica.

Otro punto de vista es el de Mirerri *et al.*, (2012: 51, 52), quien precisa sobre la intervención de la Geodesia, Topografía, Fotogrametría y Cartografía en la secuencia que sigue la construcción de mapas y cartas.

La confección de cartas y mapas comprende tres series de operaciones bien distintas:

1. La determinación de un cierto número de puntos de referencia: Planimétricos (puntos astronómicos y puntos geodésicos y altimétricos (referencias de nivelación) que constituyen los elementos en que están basados los puntos de referencia para los levantamientos topográficos. Estas operaciones son resorte de la Geodesia.
2. La ubicación de los objetos (o detalles) que se encuentran sobre la superficie del terreno y la representación del modelado terrestre, se apoya sobre los puntos determinados precedentemente. Estas operaciones son ejecutadas por la Topografía y la Fotogrametría.
3. La realización bajo una forma definitiva de cartas y mapas cuyos destinos son diversos; esto es tarea de la Cartografía.

**Figura 2.20. Proyección cartográfica de la Tierra mediante un esferoide para generar el mapa final (Canters, 2002).**



Fuente: Canters, 2002 en Lapaine y Usey, 2017.

Por otra parte, con respecto a la construcción mecánica de las proyecciones, planteada por Caire (2002: 72), ésta sucede de varias formas, que se mencionan a continuación:

1. Los métodos gráficos que están apoyados por la geometría básica para transformar la gradícula de la esfera a la superficie plana.
2. Por medios analíticos que consisten en el cálculo de los radios de curvas y espaciamiento de paralelos y meridianos.

3. Por la consulta de tablas que proporcionan las coordenadas planas X y Y de la intersección de paralelos y meridianos; posteriormente se unen estos puntos por líneas para formar la gradícula.

Finalmente, Raisz (1985) precisa que únicamente ciertas líneas resultan verdaderas, sean paralelos o meridianos; pueden ser de igual longitud a las que corresponden a un globo terráqueo de igual escala, en tanto que, el resto de las líneas resultan muy alargadas o acortadas. Por lo tanto, el autor puntualiza que las primeras líneas que se deben trazar al momento de construir una proyección deben de ser las verdaderas y a partir de éstas realizar el resto del reticulado.

### **2.3. La clasificación de las proyecciones cartográficas**

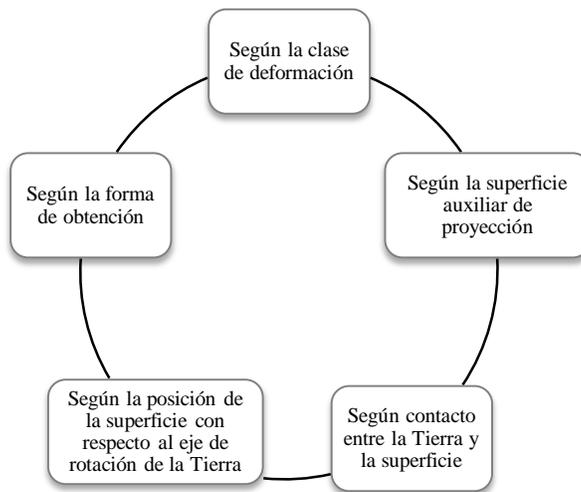
Las proyecciones cartográficas se clasifican en función de ciertos principios y propiedades. “Cada proyección tiene sus propias características y con el conocimiento de éstas se elige la proyección [más adecuada para trabajar,] según las necesidades y objetivos requeridos.” (Caire, 2002: 47).

Es preciso mencionar que diversos autores consideran que las proyecciones cartográficas pueden clasificarse más allá de los criterios de la superficie geométrica o la propiedad conservada.

A continuación se presentan algunas de estas clasificaciones:

La propuesta de Mirerri (2012), plantea que las proyecciones se clasifican desde distintos puntos de vista, según las características que se deseen conservar, equilibrio entre deformaciones o bien que cumplan con condiciones especiales (Figura 2.21).

**Figura 2.21. Clasificación según Mirreri.**



Fuente: elaborado con base en Mirreri *et al.*, 2012.

Por su lado, Caire (2002), plantea que la clasificación de las proyecciones cartográficas se realiza tomando en cuenta propiedades de área, distancia, dirección y forma o bien, por el modo en que se construyen (Figura 2.22).

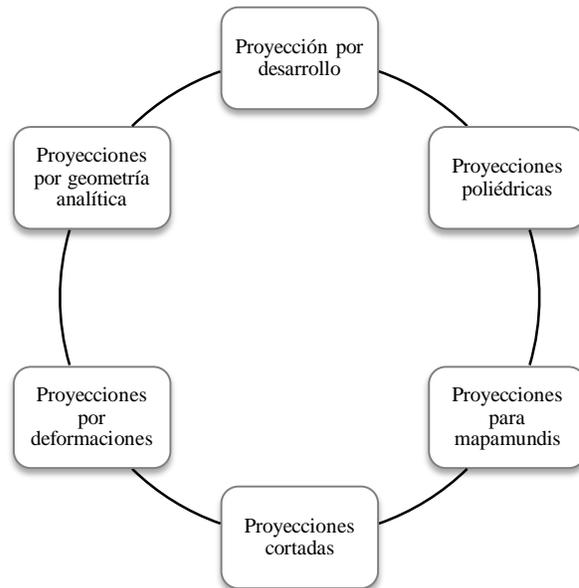
**Figura 2.22. Clasificación según Caire.**



Fuente: elaborado con base en Caire, 2002.

Martín (1999), plantea la importancia de los puntos de tangencia, además del vértice de proyección y la posición del plano (Figura 2.23).

**Figura 2.23. Clasificación según Martín.**



Fuente: elaborado con base en Martín, 1999.

En cuanto a la propuesta de Raisz (1985), se plantea una clasificación de proyecciones por clases (Figura 2.24).

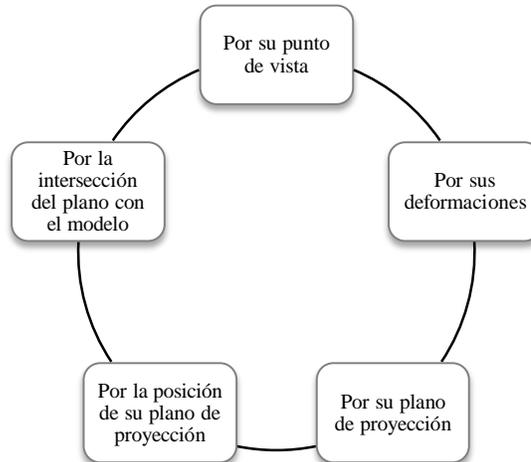
**Figura 2.24. Clasificación según Raisz.**



Fuente: elaborado con base en Raisz, 1985.

Finalmente, Franco y Valdez (2003), plantean una división de acuerdo a propiedades, perspectiva y superficie de proyección (Figura 2.25).

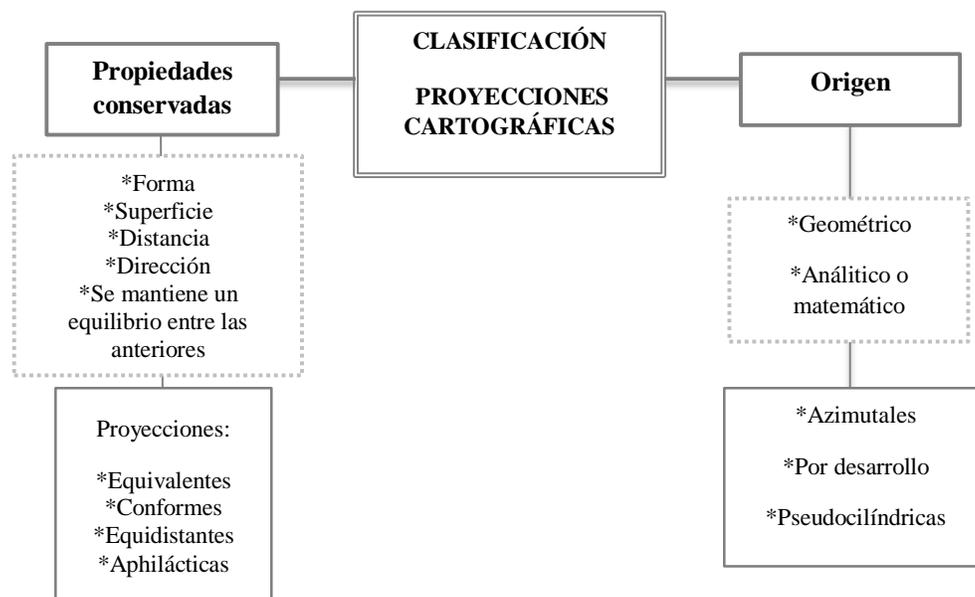
**Figura 2.25. Clasificación según Franco y Valdez.**



Fuente: elaborado con base en Franco y Valdez, 2003.

La Figura 2.26, muestra una clasificación de proyecciones cartográficas donde se toma en cuenta el origen de construcción y las propiedades que procuran.

**Figura 2.26. Clasificación de las proyecciones cartográficas, por su origen y propiedades que preserva.**



Fuente: elaborado con base en Martín, 1999; Caire, 2002; Jolly, 2002; Franco y Valdez, 2003.

### 2.3.1. Según el método matemático de construcción.

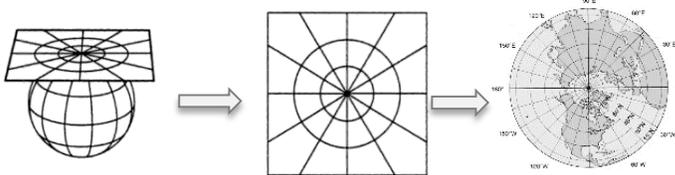
El origen de las proyecciones puede ser tanto geométrico como analítico, ambos se exponen en seguida.

#### a) Caracterización geométrica.

Las proyecciones azimutales son aquellas que conservan el azimut en el centro o punto de tangencia. Todos los puntos proyectados deben conservar el azimut con respecto al centro del mapa. Por otro lado, cuando el globo terrestre puede ser representado en una superficie desarrollable en un plano, como el cono o cilindro, se denominan proyecciones por desarrollo (Eckert, 1961).

Bajo este contexto, en las proyecciones polares -azimutales o cenitales- (Figura 2.27) el punto central se encuentra perpendicular al centro de proyección (Martín, 2015). “Todos los círculos máximos que pasan por el centro de proyección están representados por líneas rectas cuyo azimut es verdadero.” (Caire, 2002: 48); la proyección genera un mapa circular. Existen tres tipos de proyecciones azimutales, estas son: gnomónicas, estereográficas y ortográficas (Franco y Valdez, 2003).

**Figura 2.27. Proyección azimutal.**



Fuente: Canters, 2002; Furuti, 1997.

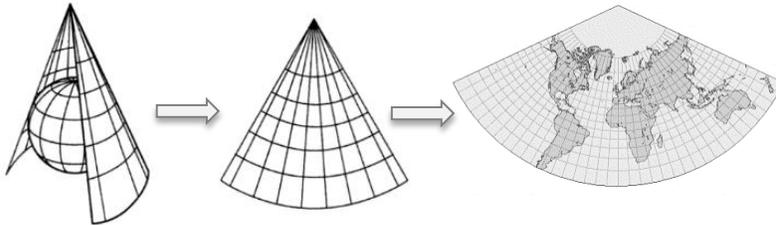
La **proyección gnomónica o central** se representa con líneas rectas a todos los círculos máximos. El centro de proyección coincide con el centro de la esfera. Los meridianos son proyectados según rectas. Se recomienda para áreas de poca extensión debido a que el factor de escala aumenta rápidamente desde el centro del mapa. Se utiliza en atlas y es adecuada para zonas polares (Caire, 2002; Santamaría, 2011).

En la **proyección estereográfica**, el punto desde donde se ve la Tierra es opuesto al plano de proyección. Los paralelos y meridianos se representan como arcos circulares. Se utiliza en cartas de navegación y aeronáuticas (Franco y Valdez, 2003; Santamaría, 2011).

Respecto a la **proyección ortográfica** el punto desde donde se ve la Tierra está en el infinito. Las proyectantes son paralelas al globo (Franco y Valdez, 2003; Santamaría, 2011).

Mientras tanto, otras proyecciones cartográficas, se derivan de envolver a la esfera en una superficie cilíndrica o cónica, lo que produce proyecciones con esas características. De esta manera, al corresponder los puntos de la esfera con estas superficies, es posible su desarrollo posterior. Se distinguen por ser tangentes o secantes a la esfera (Santamaría, 2011).

**Figura 2.28. Desarrollos cónicos.**



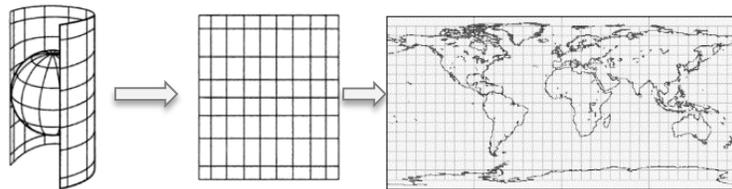
Fuente: Canters, 2002; Furuti, 1997.

Los **desarrollos cónicos** presentan paralelos circulares y meridianos radiales. Favorecen las representaciones en zona de latitudes medias, en particular benefician los territorios con un mayor grado de diferencia de

longitudes que de latitudes. Los puntos de la esfera corresponden a los de la superficie cónica. En su forma más simple, el cono es tangente a la esfera a lo largo de un paralelo (Figura 2.28), (Raisz, 1985; Santamaría, 2011).

En **desarrollos cilíndricos** los meridianos son rectas paralelas entre sí, los paralelos son rectas normales a los meridianos y paralelas entre sí. El cilindro frecuentemente es tangente a la esfera a lo largo de su ecuador (Figura 2.29). Se

**Figura 2.29. Desarrollos cilíndricos.**



Fuente: Canters, 2002; Furuti, 1997.

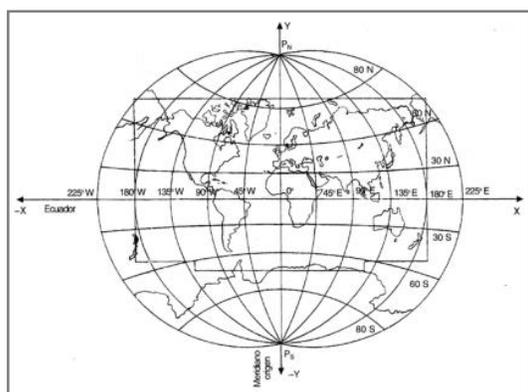
relacionan con temas que tienen que ver con el clima, por ejemplo (Santamaría, 2011).

*b) Formulación matemática.*

Los sistemas de proyección de origen analítico, son un medio de correspondencia matemática entre los puntos de la superficie a representar (esfera o elipsoide terrestre) y los puntos homólogos del plano (mapa, carta), de tal manera que esta correlación es continua y biunívoca (relación uno a uno) (Mirerri *et al.*, 2012).

En la sustitución de líneas geométricas por ecuaciones en un plano de representación, basado en un sistema de ejes X e Y, es posible reemplazar puntos por coordenadas cartesianas. La implantación de ecuaciones que pueden fijar condiciones, con el fin de cumplir propiedades impuestas, son denominadas ecuaciones de condición, de este modo las proyecciones por formulación matemática resultan más complejas (Figura 2.30).

**Figura 2.30. Proyección analítica (Van der Grinten IV).**



Fuente: Martín, 2015.

Su origen se encuentra en la Geometría Analítica. El trazo de los meridianos y paralelos ha de sustituirse por la expresión de ecuaciones. Para construir este tipo de proyecciones se utilizan ecuaciones de las rectas (rectas respecto al origen, rectas en cuatro cuadrantes y rectas a los ejes) y de curvas de segundo grado (circunferencia con centro en el origen, circunferencia en general, elipse, hipérbola y parábola). La proyección acimutal equidistante de Postel es de las primeras proyecciones que se construyeron bajo este precepto (Martín, 1999, 2015).

Las propiedades de las proyecciones cartográficas analíticas se diferencian por su correspondencia matemática o por el resultado de diversos cálculos entre los puntos del elipsoide y los puntos de la superficie de proyección (Jolly, 1979).

A continuación se presentan las propiedades de algunas de ellas:

Las **proyecciones pseudocilíndricas** deben su nombre a la similitud con un cilindro, sin embargo, poseen patrones de distorsión menores que en otros sistemas, sea cónico, cilíndrico o azimutal. Los paralelos y el meridiano central son líneas rectas, los meridianos son curvos de separación regular. No son conformes, ni azimutales, no obstante, en su mayoría son equiáreas (Jolly, 1979).

En las **proyecciones policónicas**, la superficie terrestre se divide en zonas de poca altura, en cada zona se traza un cono tangente. En cuanto al meridiano central, éste se encuentra representado por una recta que divide los paralelos y donde la distancia está en función al espaciado de la escala. La anamorfosis es menor en el área axial, aumentando hacia los bordes. Esta proyección no es

conforme ni equivalente, sin embargo, próximo al meridiano central conserva ambas cualidades (Martín, 2015; Raisz, 1985).

En la **proyección pseudocónica**, una cantidad de troncos de cono de pequeña altura, tangentes cada uno a lo largo de un paralelo origen, comprenden la superficie de proyección (Jolly, 1979).

Es posible adaptar las proyecciones cartográficas para que muestren una parte de la Tierra. En este caso, las líneas de escala verdadera poseen una orientación o ubicación distinta de la prevista por el autor de la proyección original. Esto corresponde a transformar la gradícula, paralelos y meridianos en la Tierra para que el polo norte de la gradícula tome una posición distinta a la del verdadero Polo Norte de la Tierra. La proyección de la esfera puede ser trazada utilizando las fórmulas originales o construcción gráfica, aplicando la nueva orientación de la gradícula, sea, polar, ecuatorial u oblicua (Snyder, 1989).

### 2.3.2. *Según las propiedades conservadas.*

El proceso de llevar una superficie tridimensional de la Tierra a una bidimensional del mapa produce una deformación de la primera (Figura 2.31), (Raisz, 1985; Snaider, 2010). Esta transformación es inevitable, resulta imposible cortar y extender sobre una superficie plana como un mapa, la superficie terrestre sin que ésta sufra algún tipo de deformación (Jenny *et al.*, 2017). Es así, que Eckert (1961: 46) refiere que “La conservación de los ángulos y la de las áreas son las más importantes características de los mapas.”. Con la finalidad de disminuir la anamorfosis al momento de elegir un sistema de proyección, deben de tomarse en cuenta ciertas propiedades, estas son: forma, área, dirección y distancia; en función de que solo una de éstas prevalece (Caire, 2002). Para lograr la mínima deformación, es necesario que el centro de proyección se encuentre próximo al centro de la zona a representar (Jolly, 1979).

En mapas mundiales, esta deformación es fácil de detectar, debido a que la apariencia geométrica de los continentes sufre alteraciones considerables (Jenny *et al.*, 2017).

**Figura 2.31. Imposibilidad de desplegar la forma de la Tierra sobre una superficie plana.**



Fuente: Jenny *et al.*, 2017.

ejemplo puede mencionarse el mapa coroplético; en el cual es de gran importancia esta propiedad, puesto que representa información cuantitativa, como en el caso de los mapas de densidad de población o superficie arbolada, donde se comparan unidades estadísticas.

Las **proyecciones conformes** se destacan por preservar los ángulos locales sobre cualquier punto en el mapa. Se utiliza sobre todo en mapas a escala grande, donde es necesario medir ángulos con el transportador, pueden ser mapas de navegación o topográficos. Su uso en mapas del mundo o porciones extensas de éste, aumenta o reduce algunas áreas de forma considerable.

Finalmente, en el caso de las **proyecciones equidistantes** se conservan las distancias entre los puntos, en ciertas direcciones. La importancia de esta propiedad radica en que se pueden comparar distancias entre ubicaciones. En un mapa que representa círculos concéntricos que indican distancias partiendo de un punto, es necesario que sea verdadera la distancia relativa al centro de los círculos, aunque, eso no es posible, teniendo en cuenta que solo algunas distancias podrán prevalecer (Jenny *et al.*, 2017).

Es relevante mencionar que también existe la deformación de tipo compromiso, la cual guarda un equilibrio entre propiedades de área, forma, dirección y distancia. Su nivel de anamorfosis o distorsión es menor o se presenta equilibrado; este tipo de proyecciones reciben el nombre de **proyecciones afilácticas**. Son favorables para mapas mundiales o mapas donde se requieren mostrar grandes porciones de la superficie terrestre (Martín, 1999, 2015; Jenny *et al.*, 2017).

Las características de los diferentes tipos de proyecciones, en función a la propiedad que conservan son:

Las **proyecciones equivalentes** mantienen el tamaño de los elementos del mapa uno en relación a otro. Es una propiedad esencial para poder comparar el tamaño de los objetos en el mapa. Como

## 2.4. Criterios para la elección de una proyección cartográfica

Existen dos aspectos fundamentales que deben tomarse en cuenta al momento de seleccionar una proyección cartográfica, esos son: la gradícula y el posicionamiento del meridiano central. A continuación se detallará al respecto.

### 2.4.1. La gradícula.

La gradícula o caneavá es el sistema de líneas horizontales (paralelos) y verticales (meridianos), que componen la estructura del mapa, resultado de un sistema de proyección. Se determina por ciertos componentes estéticos complejos. La importancia de la forma de la gradícula es fundamental para los criterios con los que se selecciona una proyección cartográfica para mapa mundial. Por un lado, los meridianos pueden representarse como líneas rectas o distintos tipos de curvas cóncavas hacia el meridiano central. Por su parte, los paralelos pueden ser rectos o cóncavos hacia el polo más cercano. Los polos pueden representarse como puntos o líneas, ya sea curvas o rectas. Las esquinas donde se encuentran las líneas de los polos y los meridianos delimitadores, pueden tener una apariencia redondeada o con bordes (Jolly, 1979; Savric *et al.*, 2015: 398). En las siguientes líneas se presentan los parámetros que pueden caracterizar los reticulados:

Propiedades naturales del reticulado de la Tierra

1. Los paralelos son paralelos [entre sí].
  2. Los paralelos están igualmente separados sobre los meridianos.
  3. Los meridianos y otros arcos de círculos máximos son líneas rectas (si se miran perpendicularmente a la superficie de la Tierra).
  4. Los meridianos convergen hacia los polos y divergen hacia el ecuador.
  5. Los meridianos están igualmente espaciados sobre los paralelos, pero su distancia de separación decrece del ecuador hacia el polo.
  6. Los meridianos en el ecuador tienen la misma separación que paralelos.
  7. Los meridianos a  $60^\circ$  [de latitud] están la mitad de separados que los paralelos.
  8. Los meridianos y los paralelos se interceptan en ángulos rectos.
  9. El área de la superficie limitada por dos meridianos y dos paralelos cualesquiera (separados a una distancia dada), es la misma en cualquier lugar entre los dos mismos paralelos.
  10. El factor de escala en cada punto es el mismo en cualquier dirección.
- (Robinson, 1969: 212 en FAO, 1990).

En vista de todas estas características el número de posibles proyecciones mundiales es vasto. Muestra de ello son las proyecciones cilíndricas que representan el mundo como un rectángulo, en el caso de las proyecciones pseudocilíndricas la gradícula es más redondeada. Las gradículas con polos como puntos son más redondeadas que las que tienen una línea de polo. Cuando la gradícula se corta a lo largo de meridianos específicos que crean uno o más lóbulos, la gradícula se representa como una proyección interrumpida (Jolly, 1979; Savric *et al.*, 2015: 398).

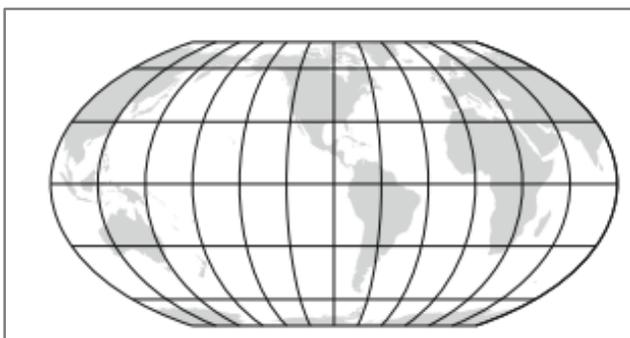
En este sentido, cada sistema de proyección ha sido inventado bajo propósitos propios, es por ello que cada una cumplirá con ciertas características de uso. De manera que, para su selección es necesario tomar en cuenta aspectos como el formato en que se publicará el mapa o las propiedades geométricas. Bajo dichas condiciones se plantea que “La noción de que una proyección es por naturaleza mejor que otra no tiene fundamento.” (Caire, 2002: 66). Con esta visión, Caire (2002: 67), menciona lo siguiente:

Un gran número de mapas demanda determinadas características, más que otros, o una combinación de propiedades especiales de proyecciones, tales como las atribuidas en la paralelidad de la deformación de áreas localizadas o la rectangularidad en las coordenadas. Por ejemplo, en un mapa de una clase de distribución que no requiera equivalencia y que tenga una concentración de información en latitudes medias, podrá ser útil una proyección que tenga una extensión en las áreas de dichas latitudes medias para encontrar detalles relativos con facilidad. Cualquier mapa a escala chica que contenga la distribución de las temperaturas sobre grandes áreas es más expresivo si los paralelos geográficos guardan paralelismo y son líneas rectas, dado que permitirá la fácil correlación con la línea norte-sur.

Para Salitchev (1979), la asignación y el contenido del mapa, son dos factores involucrados en la elección de una proyección, así como las dimensiones, la forma y posición del territorio. Aunado a la integridad de representación de los elementos geográficos.

#### 2.4.2. Desplazamiento del Meridiano Central.

**Figura 2.32. Ejemplo de proyección con el meridiano central desplazado (Robinson centrada en 90° W).**



Fuente: Jenny *et al.*, 2017.

Generalmente en los mapas mundiales se centra como Meridiano Central el meridiano de Greenwich; no obstante, es posible trasladar su posición hacia otro meridiano, en función de las necesidades del autor. Normalmente es desplazado para enfatizar en las relaciones espaciales de la zona seleccionada y las áreas que le circundan (Figura 2.32). Los elementos del mapa se reubican dirección este-oeste al aplicar este movimiento. Es posible emplear esta condición en todas las proyecciones (Jenny *et al.*, 2017).

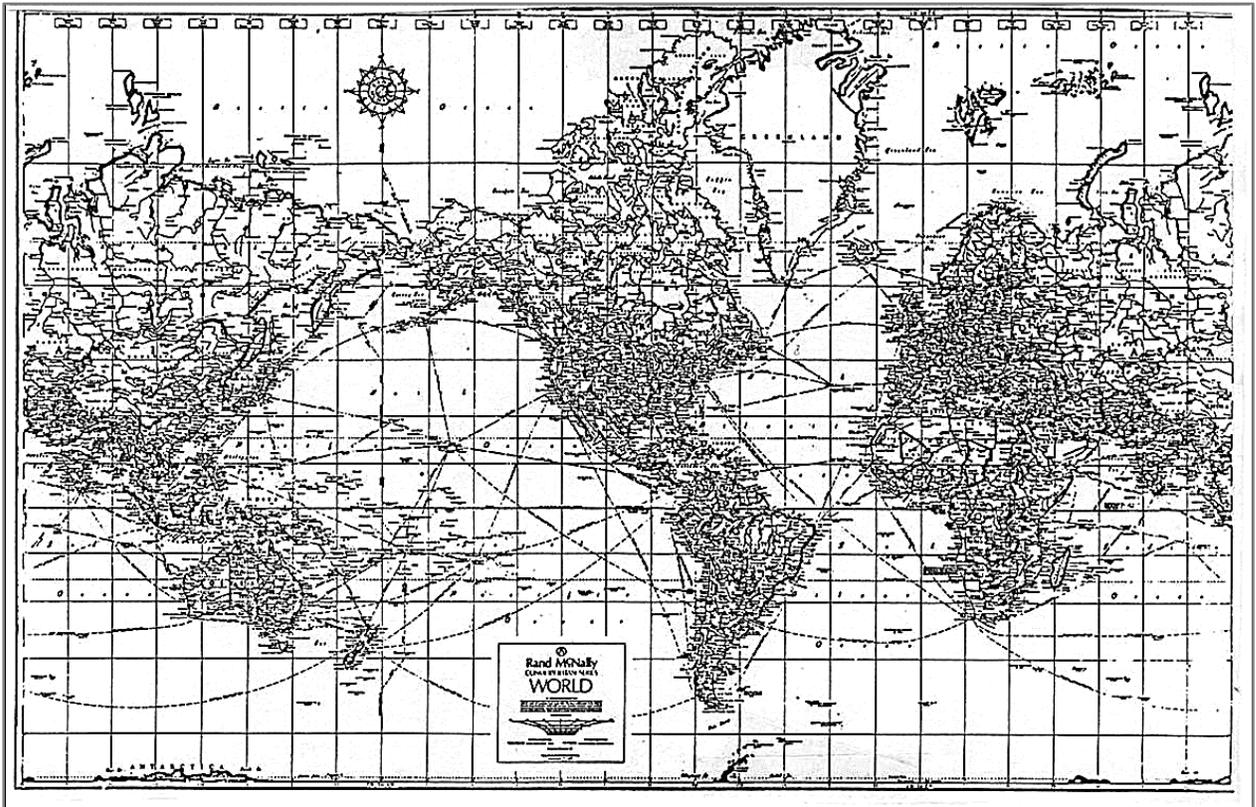
Al respecto, para Walbert (2010) el mapa debe de ser contiguo, por causa de que éste conserva sus propiedades topológicas, lo cual evita desaciertos entre las relaciones geométricas. En cambio Martín (2015), señala que de acuerdo con la necesidad del tema del mapa debe tomarse en cuenta la modificación en la elección de la ubicación del meridiano central. Con ello, la ubicación del meridiano central puede cambiar la configuración de los límites continentales obteniéndose resultados diferentes. Con el fin de proteger la representación del territorio de interés es que este tomará la posición central.

Cabe hacer presente, que otro aspecto a considerar por parte del cartógrafo es la ubicación Norte-Sur del Ecuador, algunos mapamundis muestran a éste último con un desplazamiento mayor hacia alguna de las direcciones antes mencionadas (Blair y McCormack, 2009).

Con el propósito de estudiar la cartografía etnocentrista Blair *et al.*, (2009), realizaron un estudio comparativo que pretendió mostrar como los mapas pueden evidenciar aspectos culturales de distintas naciones alrededor del mundo, para ello tomaron en cuenta aspectos cartográficos, principalmente la posición del meridiano central que presentaban los mapas creados en distintos países del mundo. Con esto, los mapas que se muestran a continuación tienen la característica de que han sido utilizados en las aulas escolares de infantes que inician sus estudios en la asignatura de Geografía.

La Figura 2.33, muestra un mapamundi originario de Estados Unidos utilizado en sus escuelas durante el siglo XX, donde la ubicación del meridiano central posiciona a dicho país en el centro del mapa, dividiendo el continente asiático, mientras que países como India, Mongolia y China sufren una duplicación. Por su parte, el Ecuador es desplazado hacia el sur (Blair *et al.*, 2009).

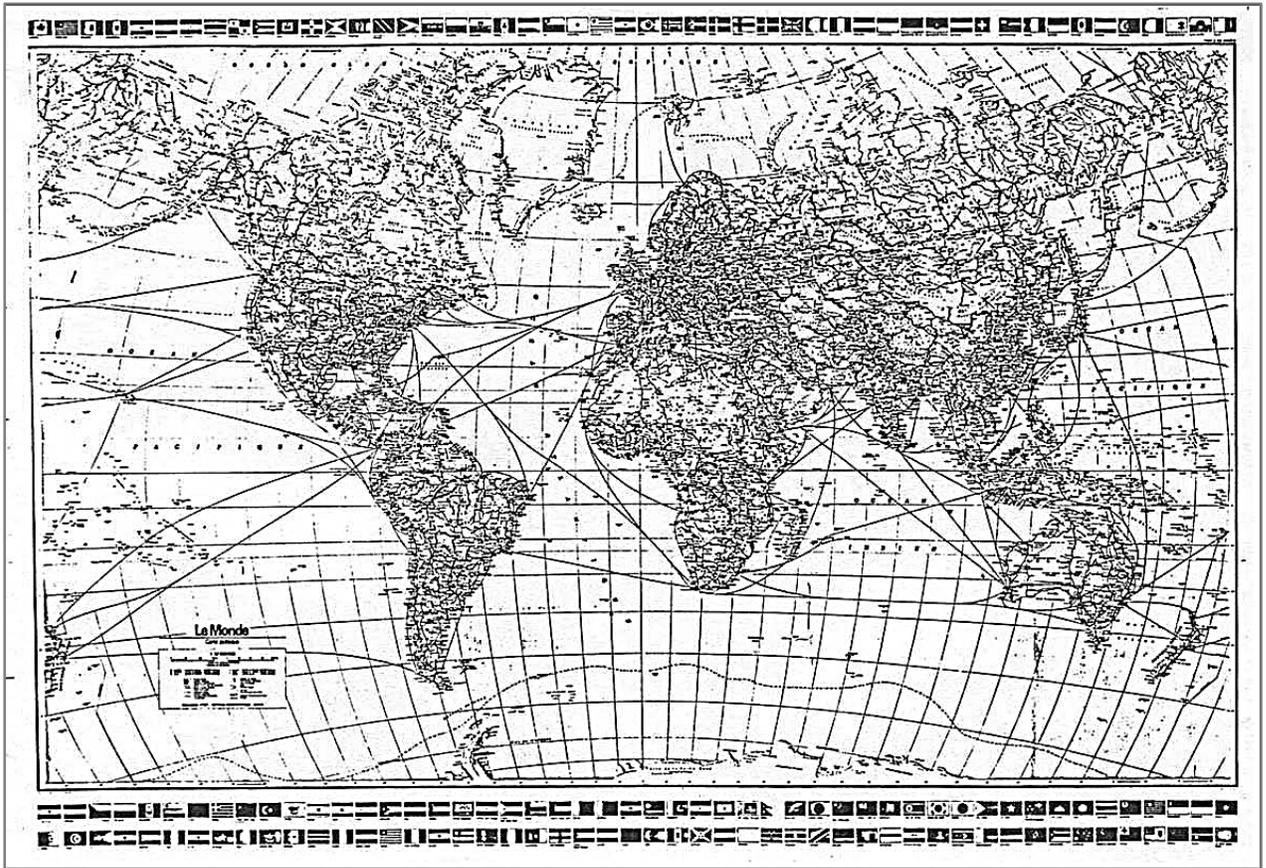
**Figura 2.33. Mapamundi centrado en Estados Unidos.**



Fuente: Blair *et al.*, 2009.

El siguiente mapa fue realizado en Suiza, muestra cómo se representan los continentes en Europa occidental (Figura 2.34). Aquí se centra el meridiano central en Greenwich (Blair *et al.*, 2009).

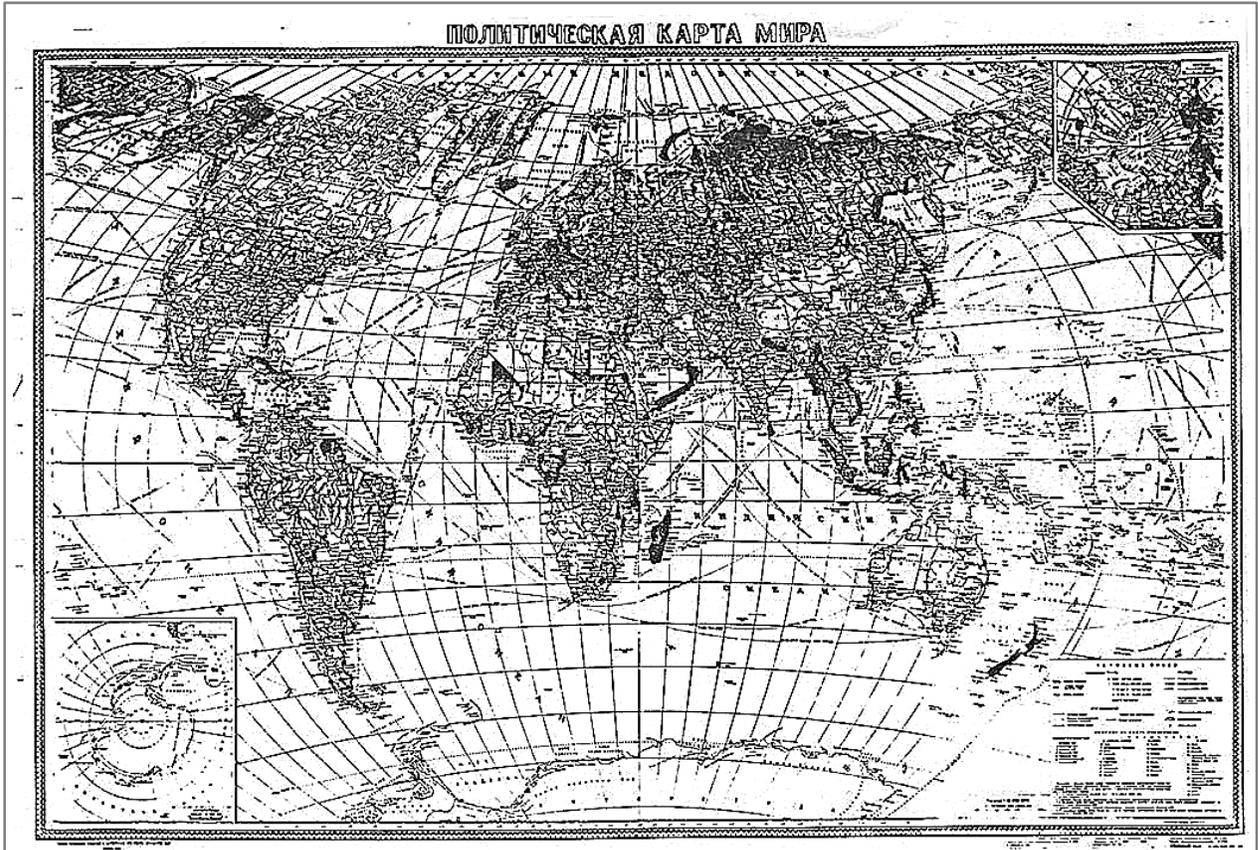
Figura 2.34. Mapamundi centrado en Europa.



Fuente: Blair *et al.*, 2009.

El mapa que se muestra a continuación fue impreso en Moscú, previo a la separación de la Unión Soviética (Figura 2.35). Sin embargo, en la cartografía actual de Rusia existen mapas donde se centra la ciudad de Moscú en el centro, en tanto que el ecuador posee una posición media dentro del mapa (Blair *et al.*, 2009).

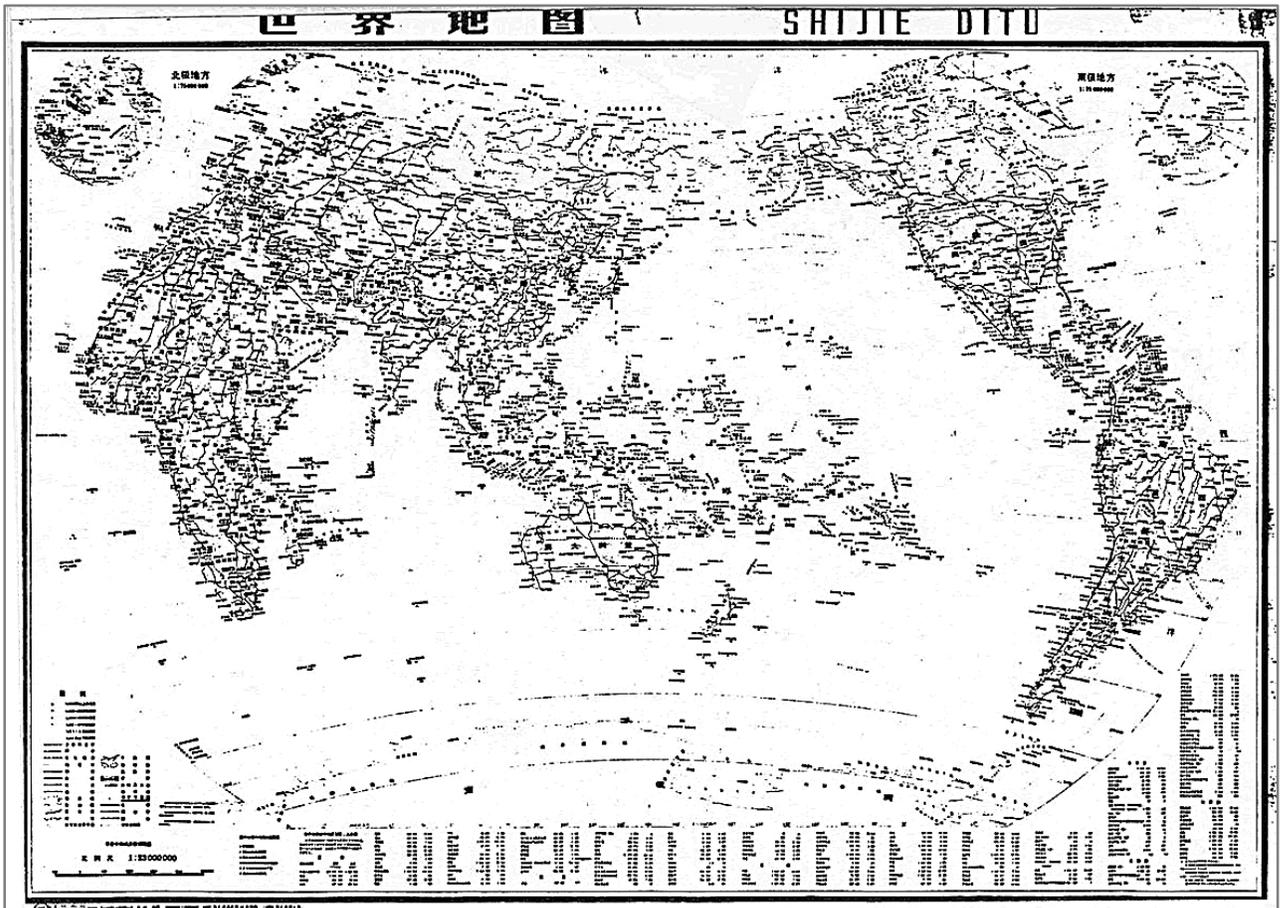
**Figura 2.35. Mapamundi centrado en Moscú.**



Fuente: Blair *et al.*, 2009.

El mapa de origen chino (Figura 2.36) ha sido utilizado en las aulas de los estudiantes de ese país. El meridiano central atraviesa el Océano Pacífico y Papua Nueva Guinea. Por su parte, el ecuador divide longitudinalmente de igual forma los hemisferios norte y sur (Blair *et al.*, 2009).

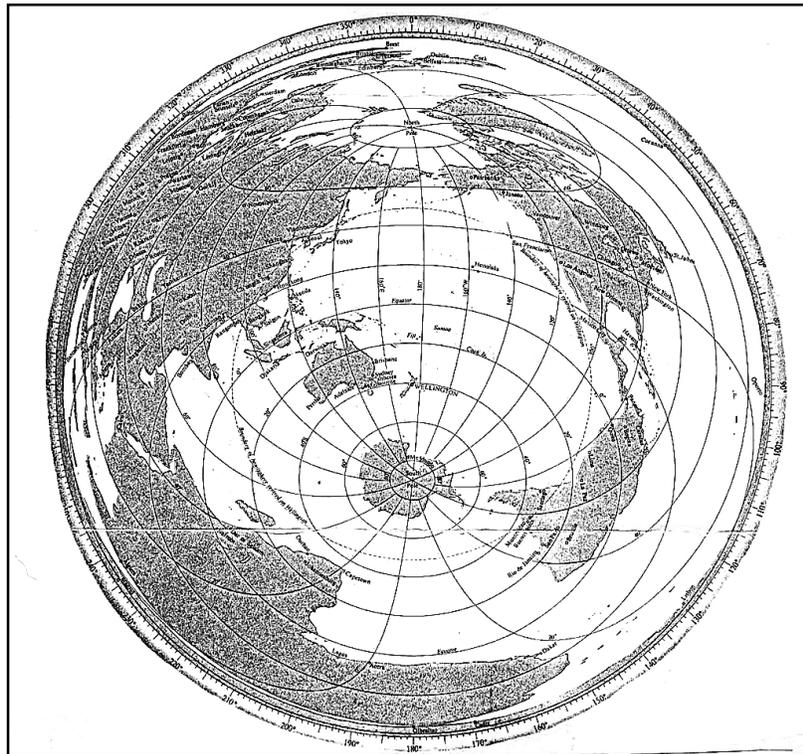
Figura 2.36. Mapamundi centrado en el Océano Pacífico.



Fuente: Blair *et al.*, 2009.

Respecto al mapa de origen neozelandés, fue tomado de sus libros de texto de Geografía del año 1950 (Figura 2.37). El meridiano central se ubica en la ciudad de Wellington y fue realizado en una proyección equidistante acimutal (Blair *et al.*, 2009).

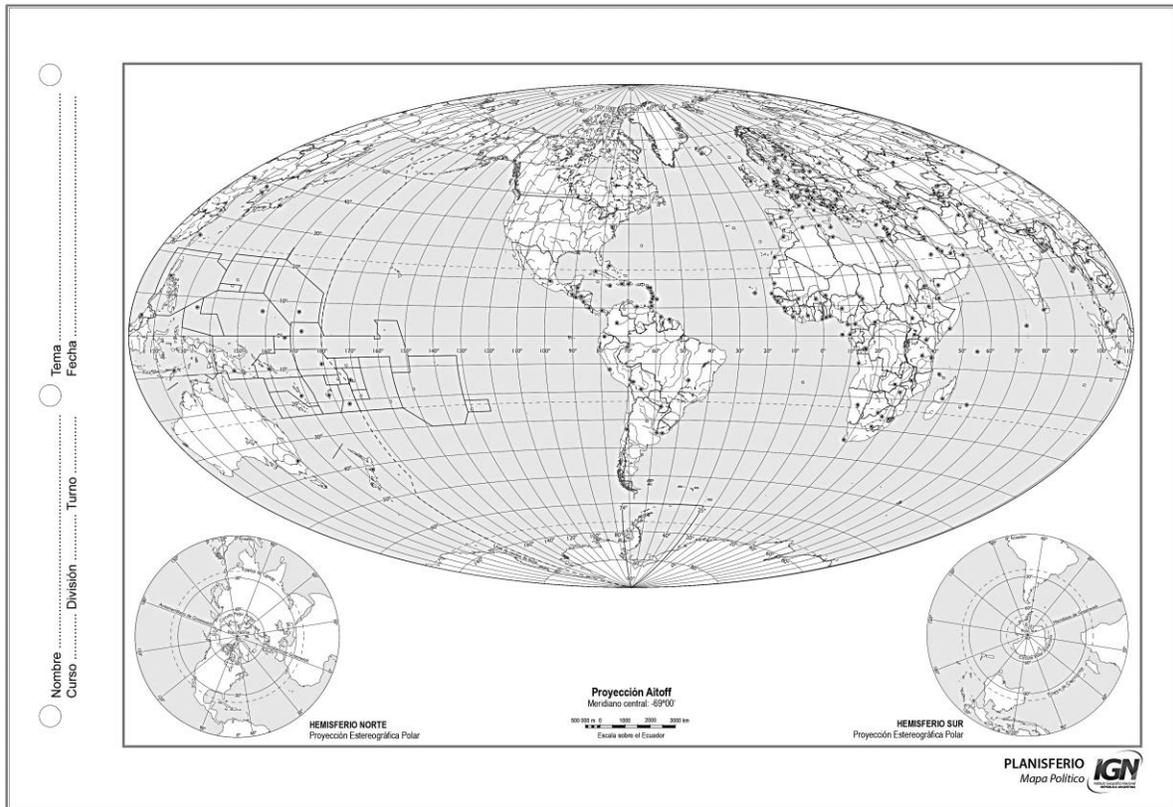
**Figura 2.37. Mapamundi centrado en Nueva Zelanda.**



Fuente: Blair *et al.*, 2009.

Por último, el mapa de origen argentino, realizado por el Instituto Geográfico Nacional en 2010 también fue implementado en las aulas escolares (Figura 2.38). El meridiano central atraviesa dicho país, en cambio el ecuador se posiciona en la parte media del mapa (La Nación, 2013).

**Figura 2.38. Mapamundi centrado en Argentina.**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional, 2018.

## 2.5. Idoneidad de las proyecciones pseudocilíndricas para la construcción de mapamundis

Comúnmente las proyecciones cartográficas son elegidas en función de sus propiedades de distorsión y los criterios del autor. Sin embargo, la opinión del usuario respecto a la disposición de la gradícula es un tema prácticamente olvidado. Actualmente, son pocos los estudios enfocados en conocer la preferencia del lector de mapas.

### 2.5.1. Marco investigativo.

Diversas investigaciones precisan la preferencia de distintos grupos de usuarios sobre un conjunto de propuestas de proyecciones cartográficas para mapas mundiales. En seguida se puntualiza sobre los resultados obtenidos en dichas proyecciones.

Savric *et al.*, (2015), documentó dos estudios, uno pertenece a Patricia P. Gilmartin de 1983, en su trabajo registró el tipo de preferencias respecto a la gradícula, se enfocó en la proporción entre altura-ancho de la proyección cartográfica y la forma de la gradícula que más agradase al usuario. Su estudio estuvo basado en la opinión de cincuenta estudiantes universitarios inscritos en la asignatura de introducción a la Geografía. Los resultados arrojaron una preferencia por las representaciones elípticas por encima de las representaciones rectangulares. De igual modo, se tomaron en cuenta datos de la población bajo estudio, como el género del participante, lo que resultó no ser relevante en las preferencias seleccionadas.

El otro estudio fue realizado por Robert J. Werner (1993), quien también dirigió una investigación de este corte, donde participaron sesenta personas entre geógrafos y cartógrafos profesionales. Su estudio se basó en nueve proyecciones cartográficas mundiales centradas en el ecuador. Los resultados arrojaron que las proyecciones favorecidas por los usuarios fueron seleccionadas en el siguiente orden, Voxland Hyperelliptic, Robinson, Winkel Tripel, Eckert IV, interrumpida de Mollweide, Homolosena de Goode, la cilíndrica de Miller, Mercator y por último, la proyección de Peters.

Se demostró que las proyecciones preferidas de los participantes fueron las pseudocilíndricas, seguidas de las proyecciones interrumpidas; entretanto, las menos favorecidas fueron las rectangulares. Aspectos demográficos tomados en cuenta para el estudio, como edad y nivel educativo no influyeron de forma trascendental en los resultados. Las elecciones entre geógrafos y cartógrafos registraron cierta similitud, tanto geógrafos como cartógrafos prefirieron la proyección de Robinson, sólo que los últimos también favorecieron la proyección Voxland Hyperelliptic. Finalmente, la proyección menos predilecta de los participantes fue la de Mercator.

Un tercer estudio pertenece a Savric *et al.*, (2015) el cual se concentró en dos grupos de participantes, el primero estuvo conformado por cartógrafos profesionales y académicos expertos en proyecciones cartográficas y sistemas de información geográfica. El segundo grupo estuvo constituido por público general con interés en la lectura de mapas. Esta población fue elegida con el fin de indagar acerca de las diferencias entre sus preferencias. Una de las particularidades de este

estudio fue el uso de mapas web (Google Maps) y globos terráqueos virtuales (Google Earth), con el propósito de registrar su influencia en la toma de decisiones.

Los objetivos particulares de esta investigación se centraron en averiguar el tipo de características que prefieren los usuarios para la representación de la gradícula. Los resultados del estudio arrojaron que en el grupo de cartógrafos profesionales favoreció en primer lugar la proyección de Robinson, seguida por la Winkel Tripel, Eckert IV, Mollweide, Wagner VII, Plate Carrée y la interrumpida de Mollweide; las dos proyecciones menos elegidas fueron la Homalográfica de Goode y Mercator. En cuanto al grupo de participantes perteneciente a usuarios en general, sus preferencias arrojaron los siguientes resultados: en primer lugar eligieron la proyección de Robinson, seguida de la proyección Plate Carrée, Winkel Tripel, Eckert IV, Mollweide, Mercator y Wegner VII; las dos proyecciones menos preferidas fueron la interrumpida de Mollweide y Homalográfica de Goode.

#### 2.5.2. Caracterización.

Las proyecciones equivalentes pseudocilíndricas son útiles para realizar mapas prácticos. El estudio realizado por Savric (2015) reconoció que los lectores de mapas tienen preferencias por proyecciones cartográficas pseudocilíndricas para mapas mundiales con paralelos de líneas rectas. Las proyecciones Mollweide, Eckert IV y VI, guardan distorsiones razonables y pueden ser útiles para mapas mundiales donde se desee conservar la forma de las áreas (Jenny *et al.*, 2016). Las proyecciones pseudocilíndricas cuando se centran en el ecuador, poseen paralelos rectos y meridianos curvos (Jenny *et al.*, 2017).

El requerimiento de las proyecciones equivalentes se debe a que propician la comparación entre áreas, como ocurre en los mapas dasimétricos (del griego dasys-denso, metreo-medir), que permiten representar de forma detallada la distribución del fenómeno analizado. O bien, cuando se requiere estimar el número de elementos por unidad de área, como sucede con mapas de puntos.

También, al ser posible elegir la representación de los polos como puntos o líneas; la deformación aumenta en las regiones cercanas a los polos y en el borde del mapa, al representarse los polos como puntos. Cuando éstos son representados como líneas, las regiones polares se deforman menos. Aunado a que los caracteres se comprimen en la vertical al utilizarse una proyección equivalente con líneas de polo.

Las proyecciones en las que se representan los polos como puntos son Mollweide, Boggs y Hammer, por ejemplo. Las proyecciones equivalentes más recomendables que muestran los polos

como líneas son Eckert IV, Eckert VI, Wagner IV, Wagner VII y McBryde-Thomas Flat-Polar Quartic.

En contraste con lo anterior, las proyecciones cartográficas interrumpidas representan una alternativa a las proyecciones de forma continua; sin embargo, no son muy utilizadas, considerando que al usuario parece no agradaarle del todo (Savric *et al.*, 2015 en Jenny *et al.*, 2017). En cuanto a sus características, sea que muestren las porciones continentales u oceánicas, es posible adecuar la localización de las intersecciones y los meridianos centrales.

Así, este tipo de proyecciones pueden ser aplicadas en la mayoría de mapas mundiales, sean equivalentes o de tipo compromiso. Algunas proyecciones que pertenecen a este grupo son la Homalográfica de Goode, Buggs Eumorphic, interrumpida de Mollweide y McBryde S3.

En lo que respecta a las proyecciones cartográficas de compromiso, presentan una baja distorsión areal, son empleadas normalmente para mapas temáticos mundiales. Algunas proyecciones que pertenecen a este grupo son Winkel Tripel, Robinson, Natural Earth y Wagner V.

Finalmente, referente a las proyecciones rectangulares, tienden a distorsionar demasiado la forma de la superficie terrestre, por lo que no son muy recomendadas por algunos cartógrafos (Canters 2002, p. 263 en Jenny *et al.*, 2017). Otra razón por la cual no se recomienda el uso de esta proyección para mapas mundiales, se debe a que genera confusión en los lectores, porque provoca una alteración en su interpretación sobre la forma de la Tierra. Por ello, se sugiere que su empleo sea para representar fenómenos de tipo longitudinal; por ejemplo, un mapa de zonas horarias. Algunas proyecciones sugeridas, pertenecientes a este grupo son la cilíndrica de Miller, Patterson y Plate Carrée (Jenny *et al.*, 2017).

### CAPÍTULO 3

## SELECCIÓN DE LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA MUNDIAL SEGÚN LA INTERPRETACIÓN DE LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL DE QUINTO GRADO DE PRIMARIA

*La adquisición de **habilidades cartográficas** por parte de los alumnos implica un grado de abstracción y desarrollo cognitivo elevado*  
*Baquedano, 2014*

El proceso de selección de una proyección cartográfica mundial para estudiantes de quinto grado de primaria conlleva a la aplicación oportuna de una postura metodológica por parte del investigador, de ello dependerá la calidad de los resultados obtenidos; dicha metodología debe sentar sus bases en los objetivos a alcanzar. El presente capítulo expresa la organización y desarrollo de cada una de las actividades que se decidieron llevar a cabo en campo. De esta forma, en primera instancia; se presenta la estrategia metodológica considerada para alcanzar de forma óptima el objetivo general de esta investigación. Más adelante, se presentan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas y, finalmente, se aborda la propuesta de mapa mundial, tomando como fundamento las opiniones y elección de los estudiantes entrevistados.

### **3.1. Estrategia metodológica**

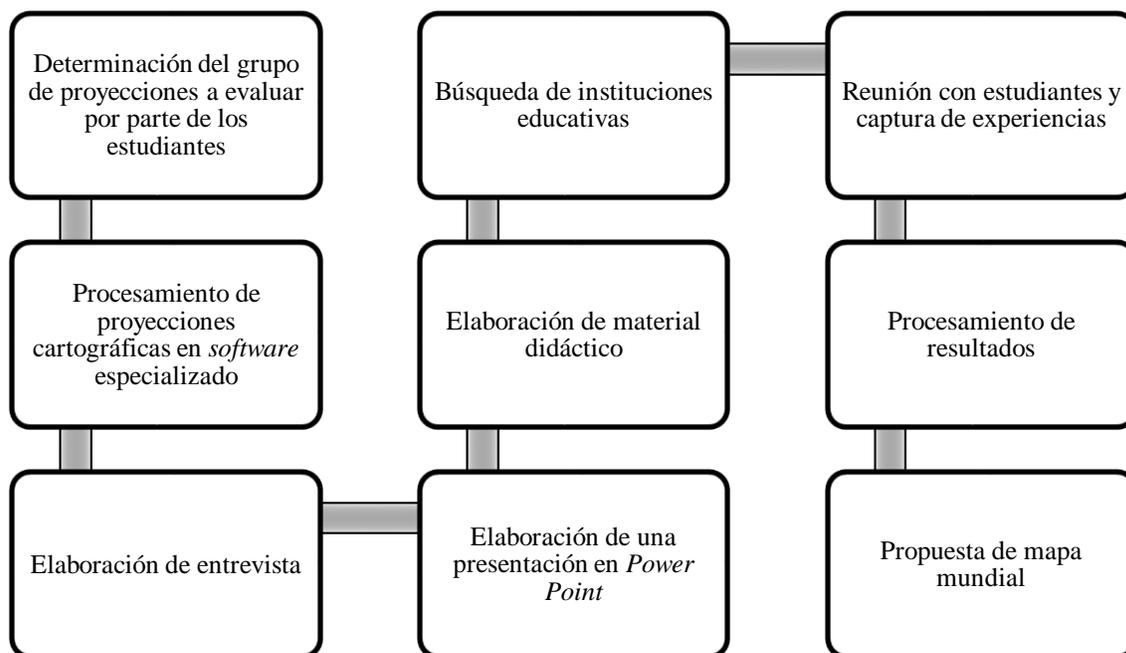
La elección de una estrategia metodológica es primordial para el desenvolvimiento de todo trabajo de investigación, permite identificar criterios y procedimientos que implican una acción dentro del campo de estudio abordado, supone la programación de las actividades a realizar y su implementación durante el proceso.

A continuación se presenta, a grandes rasgos, la planeación de la estrategia metodológica, en el marco de la preparación del trabajo a realizar en campo, posteriormente se detallará en sus respectivos apartados:

Previo al ejercicio en campo se determinó el grupo de proyecciones cartográficas que serían sometidas a evaluación por parte de los estudiantes de quinto grado de educación primaria; posteriormente, cada una de éstas fueron procesadas en el *software* ArcGIS 10.5. En contraste, se elaboró una entrevista como instrumento de captura de las experiencias sobre la interpretación de

las proyecciones cartográficas. Seguido de lo anterior, se formuló una presentación en el programa *PowerPoint*, con el objetivo de coadyuvar durante el proceso de recaudación de información. Para apoyar dicha presentación se idearon algunos materiales didácticos, con el propósito de puntualizar algunos tópicos que pudieran resultar difíciles para los estudiantes. Una vez reunido el material que se utilizaría en campo, prosiguió la búsqueda de las instituciones de educación primaria que permitieran el acceso a sus instalaciones para llevar a cabo el estudio (Figura 3.1).

**Figura 3.1. Procedimiento metodológico.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

### 3.1.1. Características de proyecciones sujetas a interpretación.

El presente apartado prestará atención al grupo de proyecciones cartográficas preseleccionadas, en torno a su presentación frente a los estudiantes, dichas proyecciones muestran diferencias significativas en su configuración, con el propósito de propiciar que los estudiantes capten cada una de éstas de forma adecuada, sin confundirse con detalles.

Así también, atendiendo los contenidos del subcapítulo 2.5, fueron consideradas las proyecciones Mollweide, Eckert IV, Eckert VI, Homalográfica de Goode y Robinson de tipo

pseudocilíndricas y Winkel Tripel de tipo azimutal modificada, las cuales poseen propiedades que hacen posible la representación de la totalidad de la superficie terrestre.

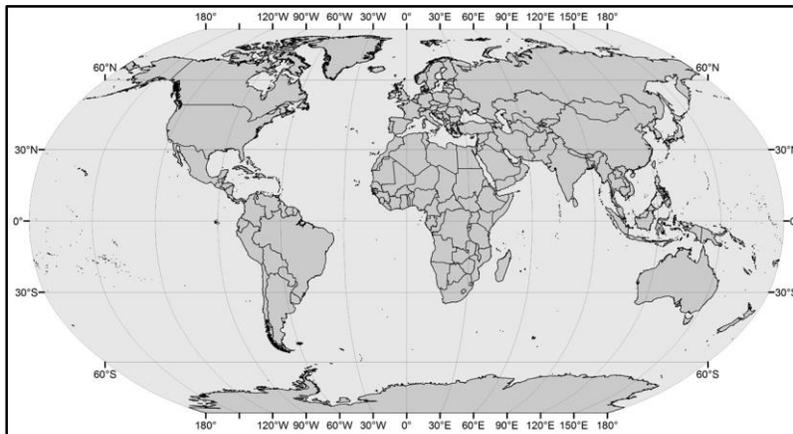
a) *Proyección de Robinson.*

La proyección de Robinson (Figura 3.2), es una proyección pseudocilíndrica de tipo compromiso (que procura un equilibrio). Tiene por objetivo minimizar la distorsión angular y de superficie. Los valores mínimos de deformación se encuentran en regiones centrales. Esta proyección muestra más de tres cuartas partes de la superficie terrestre, con menos del 20% de desviación de su verdadero tamaño en escala (Jolly, 1979).

Los meridianos resultan equidistantes, distribuidos en forma de arcos elípticos respecto al meridiano central, mientras que los paralelos resultan en líneas rectas equidistantes. La construcción de la proyección de Robinson se basa en coordenadas tabulares.

Con respecto a la deformación presentada, esta es menor hasta los 45° de latitud. En referencia a las distancias, la escala se mantiene real a lo largo de los 38° de latitud, en contraste, la escala resulta constante a lo largo de cualquier latitud.

**Figura 3.2. Proyección cartográfica de Robinson.**



Fuente: Elaborado sobre la base de procesamiento en SIG ArcGis 10.5.

Sus usos y aplicaciones hacen posible realizar mapas del mundo a cualquier escala, tanto generales como temáticos.

Cabe decir, que la editorial Rand McNally ha utilizado esta proyección desde la década de los sesenta. También, la National Geographic Society

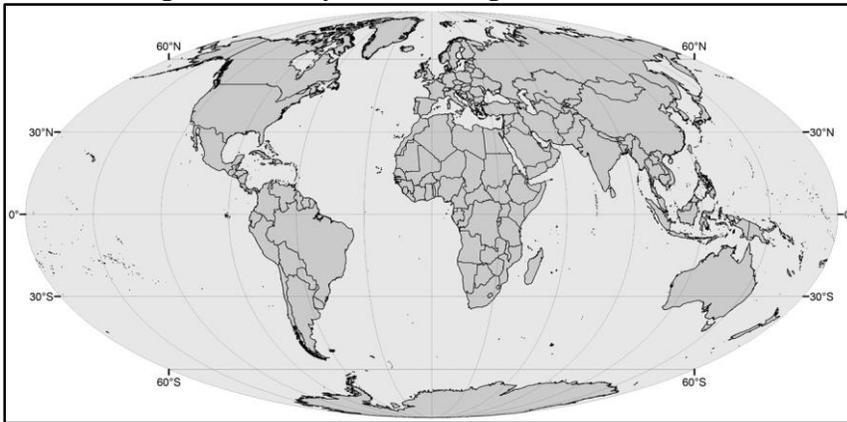
la utilizó para sus publicaciones durante diez años (ArcGIS for Desktop, 2017).

Finalmente, es necesario mencionar que ésta es la proyección tipo compromiso más utilizada (Slocum *et al.*, 2009 en Jenny *et al.*, 2017); por ejemplo, la Secretaría de Educación Pública la emplea en su Atlas de Geografía del Mundo de quinto grado de primaria, también los mapas que se presentan en el libro de texto de la materia de Geografía a nivel secundaria, la contienen.

b) *Proyección de Mollweide.*

La proyección de Mollweide también conocida como Babinet, homalográfica, homolográfica o elíptica, refiere una proyección pseudocilíndrica equivalente, utilizada para mapas a pequeña escala. El método de proyección precisa que todos los paralelos se muestran con líneas rectas; en tanto que todos los meridianos como arcos elípticos equidistantes con excepción del meridiano central, cuya representación es una línea recta. Los polos resultan como puntos. Respecto al meridiano central, es exactamente la mitad del ecuador (Figura 3.3). Una de las particularidades de esta proyección es la deformación tan pronunciada que presentan los polos y sus límites (ArcGIS for Desktop, 2017; Martín, 2015).

**Figura 3.3. Proyección cartográfica Mollweide.**



Referente a sus propiedades de forma, a lo largo del meridiano central y las latitudes 40° 44' Norte y Sur no presenta distorsión, sin embargo, fuera de este rango aumenta.

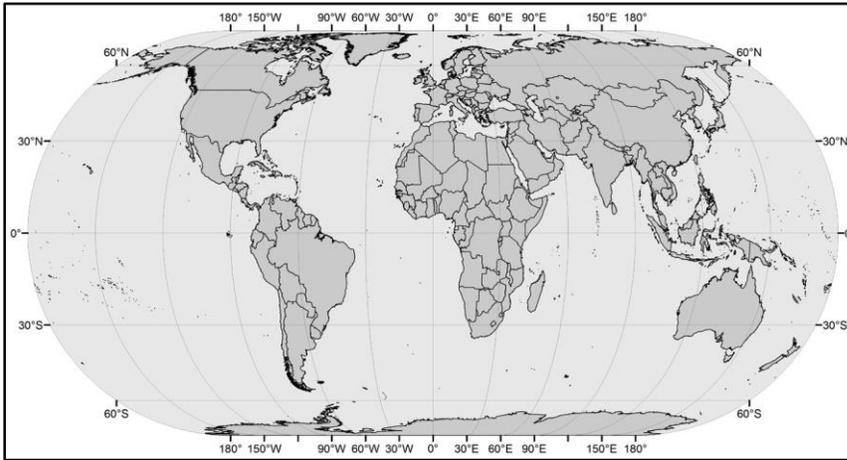
Es útil para mapas mundiales, temáticos o

Fuente: Elaborado sobre la base de procesamiento en SIG ArcGis 10.5. de distribución, ha sido empleada para fines educativos y atlas (ArcGIS for Desktop, 2017; Snyder *et al.*, 1993, p.112 en Jenny *et al.*, 2017).

c) *Proyección Eckert IV.*

Se trata de una proyección de áreas equivalentes de tipo pseudocilíndrica. El meridiano central es representado en línea recta, mientras que los paralelos son rectas paralelas al ecuador. Los meridianos resultan ser arcos de elipse (Figura 3.4). Por otro lado, la longitud de los polos es la mitad del ecuador (Martín, 2015). Presenta muy baja distorsión angular media. Sus meridianos externos redondeados son semicírculos, por lo que asemejan la forma de la Tierra como una figura esférica (Canters y Decler 1989 en Jenny *et al.*, 2017).

**Figura 3.4. Proyección cartográfica Eckert IV.**



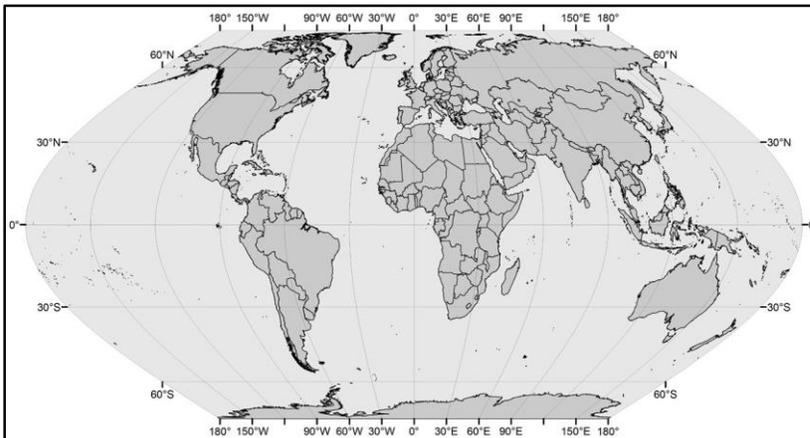
Fuente: Elaborado sobre la base de procesamiento en SIG ArcGis 10.5.

Norte-Sur. Eckert IV es útil para la realización de mapas mundiales, generales y temáticos (Snyder *et al.*, 1989; ArcGIS for Desktop, 2017).

*d) Proyección Eckert VI.*

Se trata de una proyección de áreas equivalentes de tipo pseudocilíndrica. El meridiano Central es una línea recta, cuya longitud es la mitad que en el ecuador.

**Figura 3.5. Proyección cartográfica Eckert VI.**



Fuente: Elaborado sobre la base de procesamiento en SIG ArcGis 10.5.

líneas rectas de la mitad de dimensión que el ecuador (Figura 3.5) (Snyder *et al.*, 1989; ArcGIS for Desktop, 2017).

Respecto a sus propiedades, conserva la escala real en las latitudes 40° 30' Norte y Sur, y en el meridiano central. Fuera de estas latitudes las direcciones sufren algún tipo de distorsión. Entretanto, las formas de los continentes se comprimen en dirección

Los meridianos son sinusoidales igualmente espaciados; en cambio los paralelos resultan líneas rectas espaciadas de igual forma, aunque la separación es más ancha cerca del ecuador y más cercana en las regiones polares. Los polos son

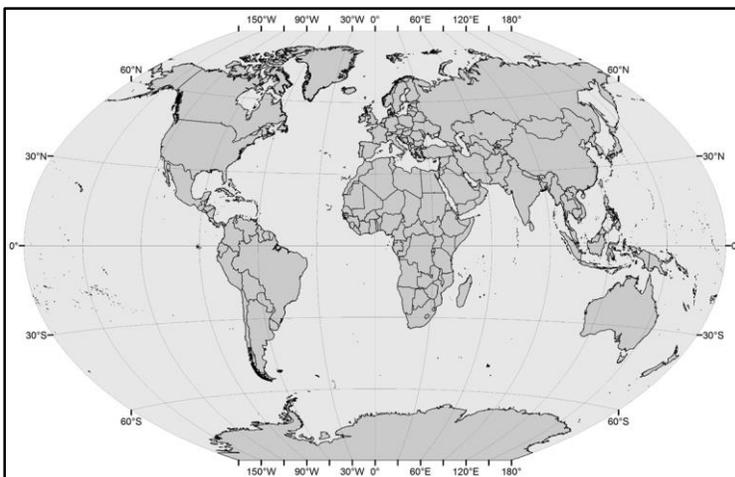
Respecto a sus propiedades, la escala verdadera se encuentra entre las latitudes 49° 16´ Norte y Sur y en el meridiano central, se mantiene constante a lo largo de cualquier latitud; hacia los polos las formas se reducen en dirección Norte-Sur.

Es de utilidad en mapas del mundo, generales y temáticos. Entre los usos que se le ha dado a esta proyección se encuentran los mapas de distribución en el Atlas Mundial de 1937 de la Unión Soviética, así como en mapas de climas de Estados Unidos (Snyder *et al.*, 1989; ArcGIS for Desktop, 2017).

e) *Proyección Winkel Tripel.*

Winkel Tripel, es una proyección azimutal modificada de tipo compromiso. Su modo de obtención resulta de promediar las coordenadas de las proyecciones Cilíndrica Equidistante y Aitoff.

**Figura 3.6. Proyección cartográfica Winkel Tripel.**



El meridiano central es recto, los que le siguen son curvos, espaciados de igual forma a lo largo del ecuador, cóncavos hacia el meridiano central. Los polos resultan líneas rectas. A lo largo del meridiano central y a las latitudes 50° 46´ Norte y Sur se encuentra la escala verdadera; a lo largo del ecuador se mantiene constante, pero reducida (Figura 3.6). Su distorsión es moderada a excepción de las regiones polares (Snyder *et al.*, 1989; Geocarto, 2009; Lapaine, 2017).

Fuente: Elaborado sobre la base de procesamiento en SIG ArcGis 10.5.

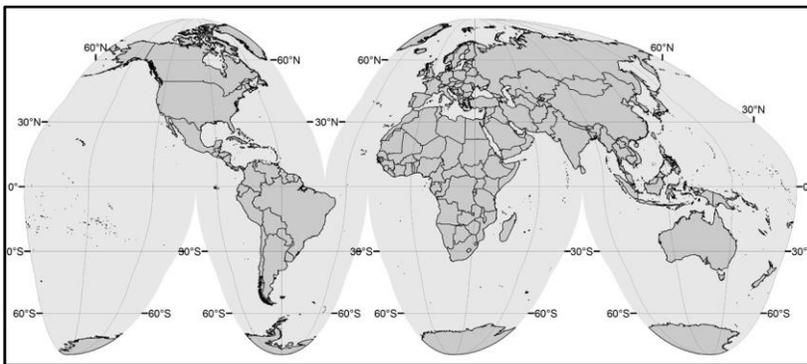
En 1955, empezó a utilizarse en ediciones del atlas “The Times Atlas of the World” y en algunas publicaciones de “Reader’s Digest Great World Atlas” de 1961. En 1998, Winkel Tripel fue adoptada como proyección estándar por la National Geographic Society, remplazando la proyección Robinson (ArcGIS for Desktop, 2017). Finalmente, es necesario resaltar que es considerada la mejor proyección para representar la superficie de la Tierra debido a que presenta mínimos detalles de distorsión comparado con otras proyecciones.

f) *Proyección de Goode.*

La proyección cartográfica de Goode presenta áreas equivalentes, es de tipo pseudocilíndrica, resultado de la combinación entre la proyección de Mollweide y la Sanson-Flamsteed. De tal forma, que Sanson-Flamsteed es utilizada para construir zonas comprendidas entre las latitudes de 40° Norte y Sur, en cambio para construir el resto de la proyección se utiliza Mollweide (Figura 3.7).

La superficie de la proyección es cortada, sea en los océanos o continentes. Tiene la particularidad de presentar seis meridianos centrales, por lo que es posible representar los continentes con poca deformación o bien representar los océanos partiendo los continentes; los demás meridianos son líneas curvas igualmente espaciadas. Conserva las formas entre las latitudes 40° 44' Norte y Sur, los meridianos doblan ligeramente a estas latitudes. Los paralelos resultan líneas rectas que cruzan a los meridianos centrales y los polos están representados como puntos (Snyder *et al.*, 1989; Martín, 2015; ArcGIS for Desktop, 2017).

**Figura 3.7. Proyección cartográfica de Goode, continentes enteros, océanos cortados.**



Fuente: Elaborado sobre la base de procesamiento en SIG ArcGis 10.5.

presenta en las formas.

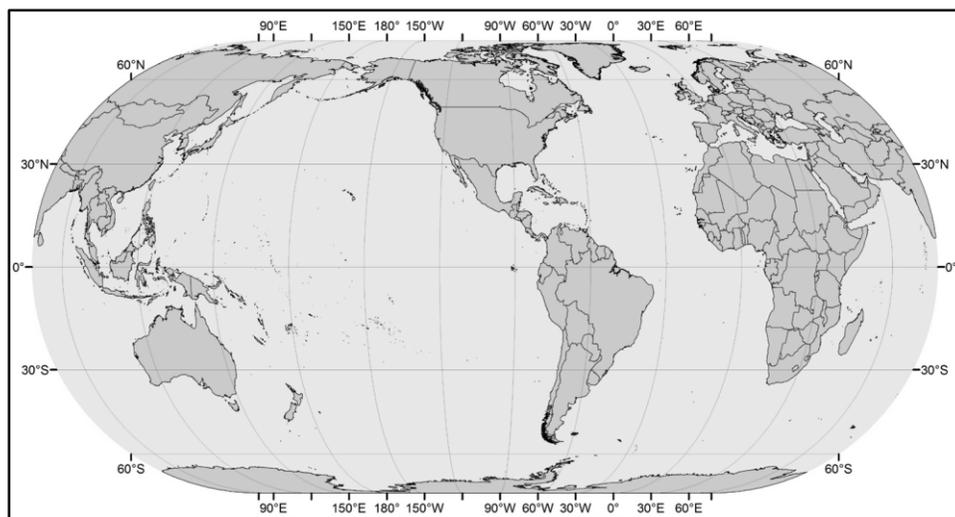
Referente a sus propiedades de área, estas se presentan con precisión. La escala se conserva a lo largo de los meridianos centrales de los lóbulos y el ecuador en su porción sinusoidal, alejándose de éstos la distorsión se

Se utiliza para mapas del mundo, primordialmente para datos ráster. Ha sido empleada por el Centro de Inspección Geológica de los Estados Unidos (USGS), para el Centro de Observación de Recursos de la Tierra y la Ciencia (EROS), en la expedición de datos (Snyder *et al.*, 1989; ArcGIS for Desktop, 2017).

g) *Cambio en los parámetros del meridiano central en las proyecciones cartográficas.*

En el marco de la implementación de los sistemas de información geográfica, es posible realizar cambios en los parámetros de las proyecciones cartográficas, tanto en los paralelos base, como en el posicionamiento del meridiano central. De acuerdo con las reflexiones que se persiguen en la investigación, no hubo necesidad de cambiar los paralelos base, pero sí el meridiano central (Figura 3.8) debido a que esta característica será puesta a prueba durante la interpresentación.

**Figura 3.8. Cambio de meridiano central en la Proyección Eckert IV.**



Fuente: elaborado sobre la base de procesamiento en SIG ArcGis 10.5.

*3.1.2. Instrumento de captura de la experiencia interpretativa.*

En investigación cualitativa, el recurso metodológico de la entrevista resulta ser eficiente y sencillo para la captación de información; es la forma más adecuada, teniendo en cuenta que persigue un fin determinado; todo esto, por medio de la conversación. También, propicia la obtención de respuestas a preguntas específicas expuestas por el investigador, donde el incentivo visual forma parte de la adquisición de datos. Por ende, la entrevista despeja dudas y enriquece respuestas por parte de los participantes (Canales, 2006; Heinemann, 2003 en Díaz *et al.*, 2013).

De acuerdo con Propin (2003), el método cualitativo-subjetivo es esencial para la revelación de conocimiento territorial, entre sus bases teórico-metodológicas se encuentra la encuesta, técnica

más empleada para originar información por su esencia humanística, donde es posible captar perspectivas, vivencias, juicios y opiniones por parte de los participantes.

Para Díaz *et al.*, (2013), la utilidad de la entrevista se centra en las cualidades que posee, tales como la obtención de datos mayormente precisos y la obtención de opiniones e impresiones por parte de los entrevistados sobre la temática expuesta. En este sentido, la entrevista es clasificada en estructurada o enfocada, semiestructurada y no estructurada. La presente investigación profundizará en las particularidades correspondientes a la entrevista semiestructurada porque se identifica con sus planteamientos.

#### *a) Implicaciones de la entrevista semiestructurada.*

La entrevista semiestructurada es definida “como una “conversación amistosa” entre informante y entrevistador, convirtiéndose este último en un oidor, alguien que escucha con atención, no impone ni interpretaciones ni respuestas, guiando el curso de la entrevista hacia los temas que a él le interesan.” (Díaz *et al.*, 2013: 164). También es conocida como entrevista etnográfica.

Por su parte, Propin (2003) menciona que la entrevista semiestructurada es una combinación de preguntas abiertas y cerradas que sustentan la investigación sobre principios cuantitativos relativos a la cantidad de participantes.

En este contexto, este tipo de entrevista se caracteriza por su adaptabilidad que propicia una interlocución amplia, al tiempo que establece cierta homogeneidad a fin de lograr un análisis que corresponda con los propósitos de la investigación; parte de preguntas planeadas y tiene la posibilidad de ajustarse a los entrevistados. Por su carácter flexible propicia el despeje de dudas sobre algún término, o bien, el reconocimiento de alguna confusión que pudiese surgir, así como la disminución de formalismos que pudiesen propiciar la pérdida de valiosa información cualitativa.

Este método “...se asocia con la expectativa de que es más probable que los sujetos entrevistados expresen sus puntos de vista... de manera relativamente abierta, que en una entrevista estandarizada o un cuestionario” (Flick, 2007 en Díaz *et al.*, 2013: 163). Su propósito principal es llevar a cabo trabajo de campo que procure entender tanto la vida social como cultural de cualquier agrupación, todo esto, por medio del análisis subjetivo, con la finalidad de exponer el comportamiento de tal asociación.

Entonces, en este tipo de procedimiento el entrevistador ha formulado previamente un guion de preguntas básicas, existiendo la libertad de escudriñar o excluir temáticas relacionadas con el estudio en función de aspectos sobre los cuales se desee profundizar o no, con el propósito de obtener respuestas que nutran y aporten información a la investigación (Morga, 2012).

Es necesario tomar en cuenta ciertos aspectos para la realización una entrevista, uno es contar con la guía de entrevista generada en torno a los objetivos establecidos, el otro es la elección del sitio donde se realizará la entrevista, porque éste debe conservar cierta armonía para evitar entorpecimientos y favorecer el diálogo; así como plantear la autorización para realizar una grabación de la entrevista. Por último, es oportuno dar paso a que el entrevistado explique, profundice o aclare aspectos relacionados y fundamentales para la entrevista (Díaz *et al.*, 2013).

#### *b) Diseño de la entrevista.*

Con el fin de obtener información pertinente se generó un formato de entrevista, ésta contempla dos aspectos fundamentales: por un lado, la elección de la proyección cartográfica en función de propiedades como forma y claridad de representación; y por el otro, la elección del meridiano central en función de la continuidad y posición de los territorios continentales (Anexo).

Previendo las características del perfil de las personas entrevistadas (estudiantes de quinto grado de primaria), se diseñó un formato que contiene, en su mayoría, reactivos de opción múltiple; sin embargo, en momentos clave de la entrevista no sólo interesó conocer sus preferencias, sino que para la investigación también se considera relevante capturar expresiones, reacciones y explicaciones de sus raciocinios, de esto dan cuenta los reactivos 4, 7 y 8.

#### *3.1.3. Material didáctico de apoyo.*

La estrategia metodológica requirió el uso de un *software* de presentación de diapositivas, con la finalidad de propiciar un acercamiento ameno al tema expuesto hacia los entrevistados y de tal forma obtener resultados óptimos.

Cabe destacar que la presentación tuvo como finalidad introducir conceptos y reflexiones de carácter cartográfico, con el objetivo de poner en contexto a los participantes, tanto en cuestiones de terminología, como en la introducción al problema que les iba a ser planteado. En este sentido, se

generaron diapositivas que exponían la utilidad, los beneficios y diferencias entre la visualización de formas continentales sobre un globo terráqueo y sobre un mapa.

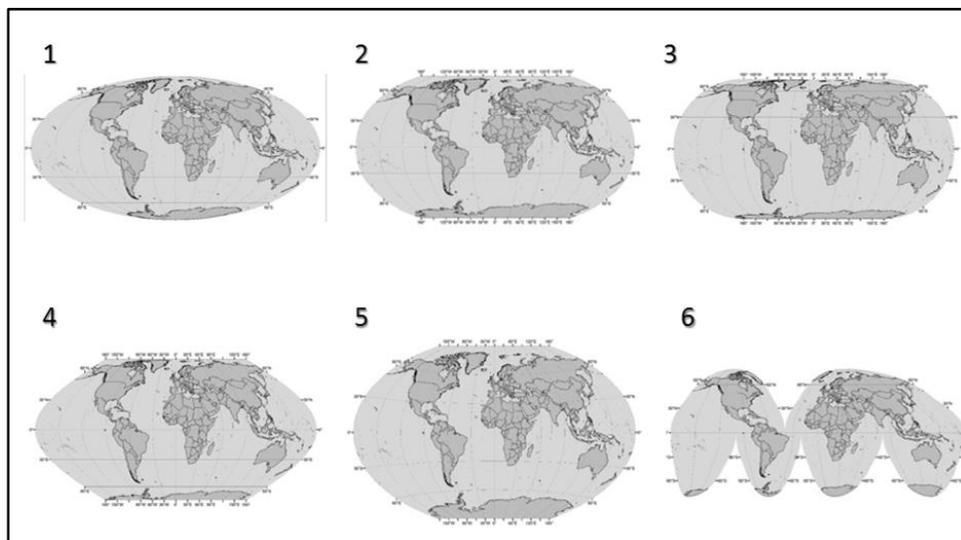
Asimismo, se idearon imágenes de apoyo con la intención de concientizar a los estudiantes acerca de la implicación que conlleva transformar la forma esférica de la Tierra a una superficie plana, como el mapa y el papel de la proyección cartográfica como medio de solución.

Por otra parte, se crearon imágenes con la finalidad de que los participantes accasaran a la visualización de los distintos modelos de proyección que pueden existir y al mismo tiempo dar pauta para que se percatasen de sus diferencias; estas diapositivas contribuirían a indicar los dos orígenes que pueden tener dichos modelos, sea geométrico o analítico.

Es igualmente notable mencionar, que la presentación configurada no sólo contuvo información de carácter contextual para el planteamiento del problema. Un segundo segmento estuvo abocado a brindar material visual a los participantes, con el cual fue posible responder las entrevistas. Esta estrategia tiene la ventaja de poder presentar, de forma económica, la misma información a grupos relativamente grandes; además, en un razonamiento meramente cartográfico, se tiene la posibilidad de presentar los mapas a una escala mayor que la que podría ser impresa en hojas tamaño carta.

La siguiente figura muestra las proyecciones cartográficas sometidas al análisis por parte de los participantes (Figura 3.9).

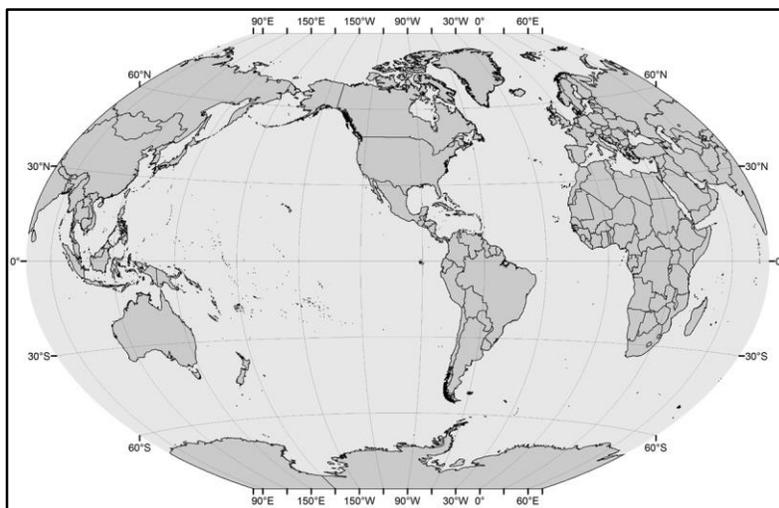
**Figura 3.9. Análisis y elección de una proyección cartográfica.**



Fuente: Mapas procesados en SIG, ArcGis 10.5.

Finalmente, se elaboraron diapositivas que apoyarían la actividad correspondiente a la posición del meridiano central, el cual será definido en función del desarrollo cognitivo y habilidades de aprendizaje de los participantes (Figura 3.10).

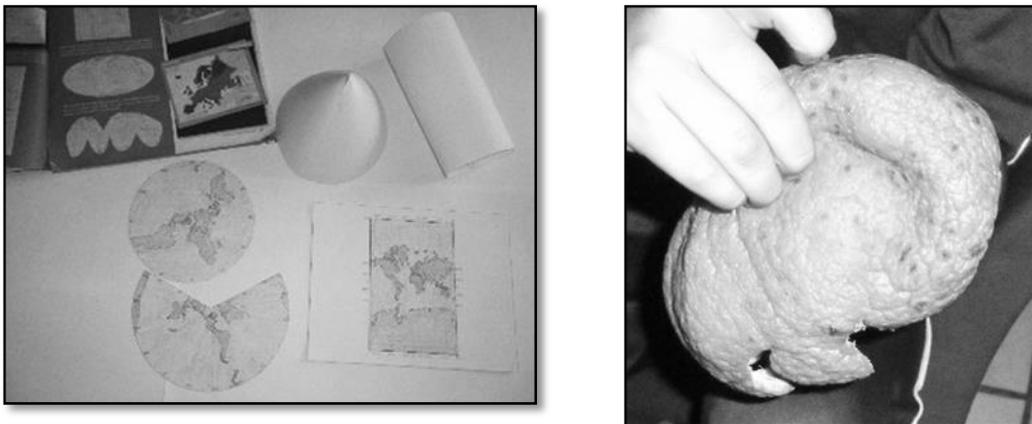
**Figura 3.10. Cambio de ubicación del meridiano central.**



Fuente: Mapas procesados en SIG ArcGis 10.5.

Adicionalmente, se elaboró material didáctico con objeto de respaldar los temas expuestos durante la presentación, esto es, la impresión de mapas en proyecciones cartográficas, de tipo cónica, cilíndrica y azimutal, cuya intención fue explicar las proyecciones de origen geométrico. También, se consideró tanto el uso del Atlas de Geografía del Mundo que normalmente utilizan los participantes, como del globo terráqueo y una mandarina, esta última fue utilizada en una actividad implementada con el propósito de explicar la analogía que existe entre su comportamiento al ser desplegada su cáscara y la transición de la forma esférica de la Tierra al mapa, junto con las alteraciones geométricas que implica este cambio (Figura 3.11).

**Figura 3.11. Material didáctico.**



Fuente: elaborado con base en trabajo previo a la actividad en campo, realizada con alumnos de quinto grado de primaria.

### **3.2. Particularidades que acompañan a los estudiantes entrevistados y sus escuelas**

En el presente apartado se presentan los rasgos que acompañaron a los distintos grupos de participantes involucrados en esta investigación, así como las características correspondientes a cada una de las instituciones de educación primaria con las que se trabajó durante la realización del trabajo en campo.

#### *3.2.1. Características de las instituciones educativas.*

Este trabajo obtuvo las opiniones de estudiantes de quinto grado de primaria, inscritos durante el ciclo escolar 2017-2018, de la Secretaría de Educación Pública. Es preciso indicar, que se consideraron tanto instituciones públicas como privadas. A continuación se presentan las especificaciones pertinentes.

La elección de las instituciones de educación básica se realizó con base en una cercanía espacial y acceso para llevar a cabo el trabajo de campo, bajo la premisa de conjuntar distintas realidades que darán cuenta de un ejercicio cognitivo más amplio, puesto que alrededor de dichas instituciones educativas existen distintos niveles de marginación. Dentro de este panorama, se buscó capturar y registrar experiencias de cómo el infante reacciona ante el mapa, haciendo de este un ejercicio cognitivo cualitativo.

En este sentido, la labor de búsqueda de instituciones académicas consideró la visita a cinco escuelas públicas y cinco escuelas privadas, a reserva de lograr obtener dos respuestas afirmativas por sector, con la intención de captar las impresiones de al menos 100 participantes a fin de reunir distintas experiencias cognitivas que enriquecieran este trabajo investigativo. De esta forma, se obtuvo la aprobación por parte de la dirección de una escuela del sector privado perteneciente al municipio de Tultitlán y de dos escuelas del sector público y una del sector privado pertenecientes al municipio de Coacalco, ambos municipios ubicados en el Estado de México.

De tal modo que tras la entrega de solicitudes para llevar a cabo las sesiones de entrevista, el proceso de aceptación en promedio tomó de dos a tres visitas debido a labores de logística; en primer lugar, se agendó cita con la o el director a cargo de la institución en cuestión con el fin de exponer la razón de la visita, en caso de ser aceptada la petición; posteriormente, se programó una visita con los respectivos docentes, titulares de los grupos de quinto grado a fin de expresar el propósito de la entrevista, la metodología y los objetivos a alcanzar, en caso de aceptar el pedimento de trabajar con sus grupos escolares.

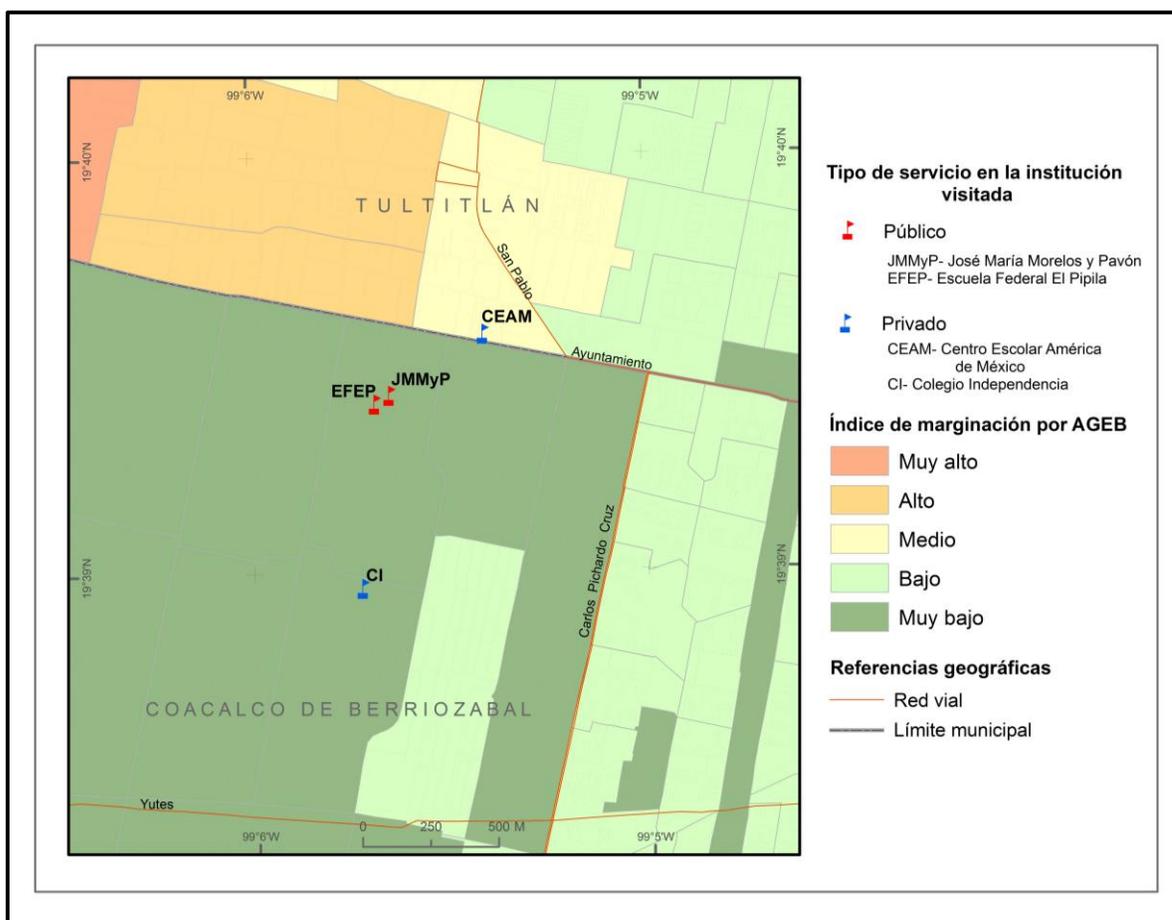
Después de llevar a cabo el proceso anteriormente mencionado, el siguiente paso fue la programación del día de la sesión. Cabe señalar que el día asignado para visitar cada escuela respondió a los tiempos académicos del docente, siendo el horario en que impartía la materia de Geografía el factor determinante.

Los nombres de las instituciones donde se llevó a cabo el desarrollo de las entrevistas fueron:

“José María Morelos y Pavón” (JMMyP) y “Escuela Federal El Pipila” (EFEP), ambas correspondientes al sector público. En contraste, el “Centro Escolar América de México” (CEAM) y el “Colegio Independencia” (CI), pertenecientes al sector privado. En este sentido, las instituciones educativas, JMMyP, EFEP y CI se encuentran ubicadas en el municipio de Coacalco de Berriozábal. En lo que respecta a su contexto socioeconómico, se encuentran ubicadas en un Área Geoestadística Básica (AGEB) con un grado de marginación muy bajo, aunque en dirección noreste colindan con una AGEB con un grado de marginación medio, y en dirección noroeste colindan con una AGEB con un grado de marginación alto, en cambio, rumbo al este y oeste, colindan con una AGEB con un grado de marginación bajo y muy bajo.

Por su parte, la primaria CEAM se encuentra asentada en el municipio de Tultitlán; cabe mencionar que en relación a su contexto socioeconómico, se encuentra ubicada en una AGEB donde el grado de marginación es medio; en dirección norte y este colinda con una AGEB con un grado de marginación bajo, por el contrario en dirección oeste colinda con una AGEB con un índice de marginación alto (Figura 3.12).

**Figura 3.12. Caracterización de las instituciones educativas visitadas.**



Fuente: elaborado con base en INEGI, 2017; CONAPO, 2018.

### 3.2.2. Características de los estudiantes entrevistados.

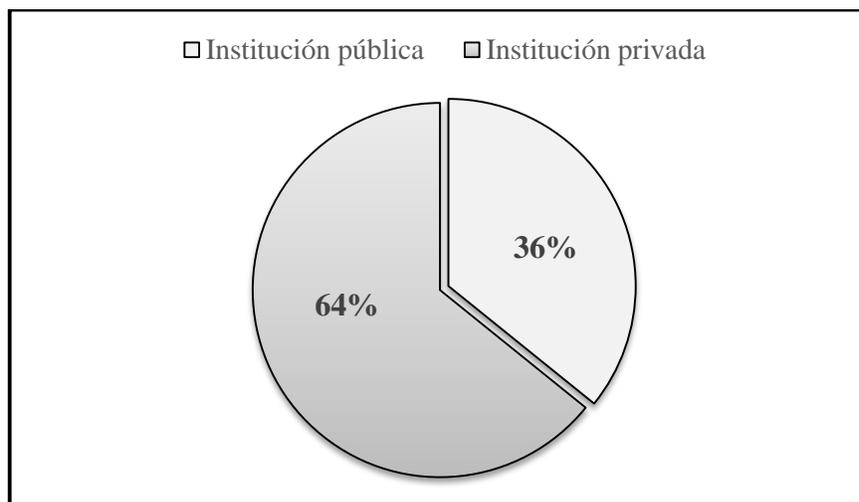
Las particularidades que acompañaron a los distintos grupos de estudiantes involucrados en esta investigación se describen a continuación:

En principio, en las instituciones de educación primaria JMMyP, EFEP y CEAM, se abordó la temática con un grupo de estudiantes respectivamente. En cambio, en el CI se trabajó con tres grupos de quinto grado.

De esta forma, en la escuela JMMyP colaboraron veintitrés estudiantes del grupo A, en tanto que en la EFEP treinta estudiantes del grupo A, en el CEAM treinta y cuatro estudiantes del grupo A y, finalmente, en el CI se trabajó con dos agrupaciones de infantes, uno de veintidós estudiantes del grupo A y otro de treinta y nueve de los grupos B y C. Por tal motivo, la actividad se llevo a cabo con cinco conjuntos de estudiantes.

En total se obtuvo la apreciación de ciento cuarenta y ocho participantes. Cincuenta y tres (36%), pertenecen a institución pública y noventa y cinco (64%), corresponden al sector privado (Figura 3.13).

**Figura 3.13. Estudiantes entrevistados por tipo de servicio de la institución a la que asisten.**



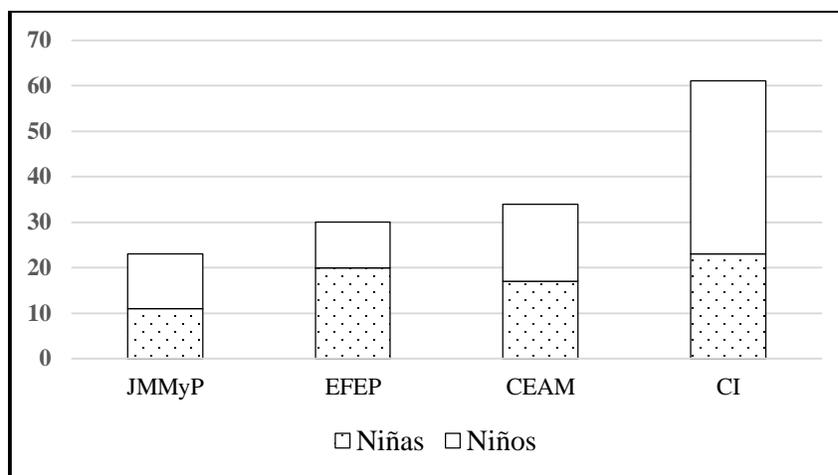
Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Lo concerniente a los datos de género se expone a continuación:

En la escuela JMMyP el total de niñas entrevistadas fueron once, mientras que en EFEP veinte, en el CEAM diecisiete y en el CI veintitrés niñas. Por otra parte, el total de niños entrevistados en la escuela JMMyP fue de doce, en EFEP diez, CEAM diecisiete y CI treinta y ocho niños.

El total de la población entrevistada por género y tipo de servicio prestado por la institución fue de treinta y un niñas correspondientes al sector público y cuarenta al sector privado; mientras que veintidós niños atañeron al sector público y cincuenta y cinco al sector privado (Figura 3.14). Sin embargo, estos datos no fueron considerados como un factor determinante en la toma de decisiones por parte de los participantes.

**Figura 3.14. Estudiantes entrevistados por género e institución.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

### 3.3. Resultados de las pruebas interpretativas

Con base en la organización y gestión de los datos anteriormente expuestos, es momento de abordar y presentar las impresiones y resultados obtenidos. En primer lugar, se revelan las actividades, en el marco de la introducción al tema, previo a la entrevista. Más adelante, se exponen los resultados obtenidos, en torno a la selección de la proyección cartográfica y, finalmente, se presentan los resultados, respecto a la elección del meridiano central.

Antes de iniciar, se precisa señalar que, en el marco de las sesiones de entrevista, todas las pruebas fueron realizadas dentro de un salón al interior de las instalaciones de cada una de las instituciones educativas a las que se asistió, ya fuera un salón regular de clases o de usos múltiples.

### 3.3.1. Impresiones sobre el proceso investigativo realizado en campo.

En los siguientes renglones se expresan algunos momentos relevantes, enmarcados en las experiencias relacionadas con la adquisición de información conceptual que condujo a los estudiantes a asimilar el problema que se les iba a plantear y así dar una opinión más informada.

La Figura 3.15. Muestra la imagen de uno de los momentos en que se explicaba a los estudiantes acerca de la posibilidad de visualizar desde el espacio la forma esférica de la Tierra, gracias a las imágenes de satélite. Dicha imagen contenía distintos puntos de vista de la Tierra, en los cuales era posible apreciar continentes como América, África y Oceanía.

**Figura 3.15. Explicación frente a grupo.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Más adelante, se abordó el uso del Atlas de Geografía del Mundo de quinto grado, para explicar la representación de la Tierra sobre un mapa; su accesibilidad, practicidad y posibilidades que trae consigo, todo esto frente al uso del globo terráqueo.

También resulta relevante comentar acerca del ejercicio realizado con la mandarina, cuya finalidad fue acercar a los infantes de forma amena al tema del transporte de una superficie esférica a una superficie plana y las implicaciones que esto conlleva. Para llevar a cabo dicho ejercicio, se repartieron cinco mandarinas entre los participantes de cada grupo con los que se trabajó, quienes a

su vez compartieron el fruto con otros compañeros, de tal forma que la dinámica consistió en quitarle la cáscara a la mandarina procurando romperla lo menos posible, dejándola en una sola pieza (Figura 3.16). Es así que los infantes se fueron turnando para ir pelando la mandarina. Una vez hecho esto, se recalcó la alteración que sufrió la cáscara del fruto al ser desplegada, también se mencionó que la proyección cartográfica que más se asemejaba a la forma que había tomado la cáscara de la mandarina, era la Homolográfica de Goode.

**Figura 3.16. Ejercicio realizado con una mandarina.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

En cuanto al material didáctico de apoyo, sirvió para explicar a los infantes sobre el origen de las proyecciones cartográficas de tipo geométrico. Por lo cual, se comentó acerca del comportamiento de las formas geométricas, sea un cilindro o un cono, al ser desdobladas, suponiendo la imagen grabada de los contornos continentales sobre dichas geometrías (Figura 3.17).

**Figura 3.17. Material didáctico de apoyo.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Momentos posteriores a la exposición introductoria del tema, dio inicio la sesión de entrevistas (Figura 3.18); por lo que se entregó un formato de entrevista a cada participante, indicándose que la emisión de su opinión para cada reactivo se llevaría a cabo de forma individual, sin embargo, la sesión de preguntas sería guiada secuencialmente por el expositor, con apoyo de diapositivas especialmente diseñadas para este propósito.

Por otro lado, como parte de la estrategia metodológica también se consideró esta técnica con el fin de mantener la interacción con los participantes y, de este modo, registrar oportunamente sus impresiones; de igual forma, captar su percepción, habilidades y raciocinios para enriquecer la labor realizada con las niñas y niños. Asimismo, fue relevante salvaguardar el orden en el llenado de los reactivos y evitar posteriores inconsistencias en los datos recaudados. Cabe subrayar que en todo momento se fomentó la participación de los estudiantes en las distintas actividades didácticas con la determinación de robustecer el propósito del encuentro.

Al final de cada reunión en las respectivas instituciones educativas a las que se asistió, se conversó con los infantes sobre la experiencia vivida. Se recapituló respecto a los aspectos más relevantes de la sesión. Con lo que se buscó una retroalimentación que sirviera para reafirmar y fortalecer las reflexiones alentadas en los participantes.

**Figura 3.18. Entrevista aplicada a los participantes.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Cabe señalar que cada una de las sesiones de entrevista fueron audiograbadas y fotografiadas con la finalidad de acceder posteriormente a la información recolectada y de esta forma reforzar los datos obtenidos durante las visitas, así también, rescatar las impresiones de los participantes que pudieran haber escapado de un registro oportuno. En otros aspectos, conforme se avanzaba en la contestación de los reactivos, se registraba oportunamente en un formato de entrevista en blanco las consideraciones pertinentes para poder dar seguimiento a la entrevista.

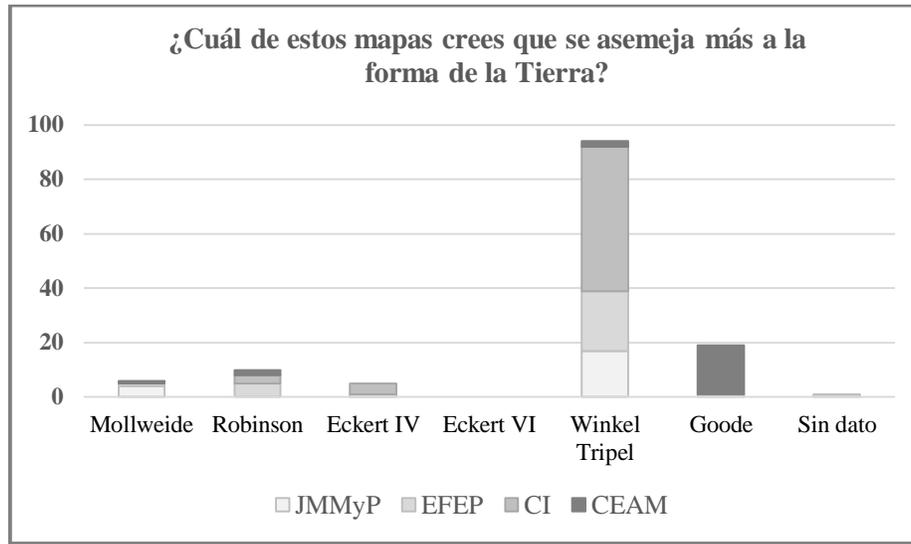
Por último, durante el encuentro, algunos docentes titulares de su respectivo grupo, auxiliaron en el ejercicio, reafirmando ocasionalmente las preguntas planteadas a sus alumnos, coadyuvando en que los infantes disgregasen lo que se les estaba cuestionando; sumado a esto, alentaban a los niños a recordar alguna información específica que ya había sido vista con anterioridad durante sus clases habituales de la materia de Geografía y que se relacionaba con la interrogante del momento.

### *3.3.2. Elección de la proyección cartográfica.*

A continuación se exponen los resultados correspondientes a cada uno de los reactivos, en torno a la selección de una proyección cartográfica apropiada a las necesidades de una didáctica espacial.

Respecto a las proyecciones cartográficas y su semejanza con la forma de la Tierra, se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 3.19).

**Figura 3.19. Semejanza de la proyección cartográfica a la forma de la Tierra.**

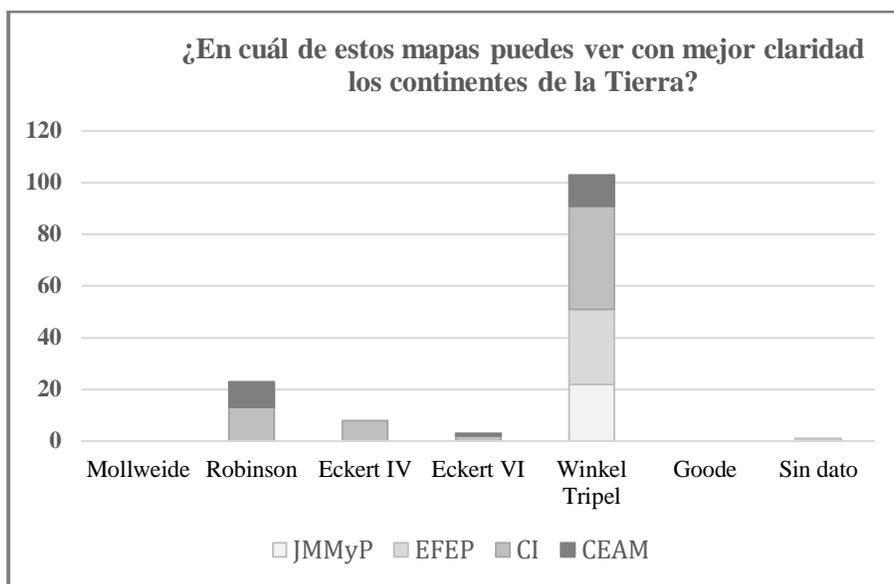


Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Es así que casi siete de cada diez estudiantes determinaron que la proyección Winkel Tripel era la forma más parecida a la Tierra; es oportuno señalar que no se muestra un patrón muy diferenciado entre las escuelas oficiales y las privadas. Ahora bien, en el CEAM, se deduce que las opiniones favorables para la proyección Goode obedecieron al impacto que tuvo en ellos el ejercicio realizado con la mandarina.

En lo referente a la claridad de los contornos continentales representados en las proyecciones (Figura 3.20), los participantes expusieron lo siguiente:

**Figura 3.20. Definición de los contornos continentales.**

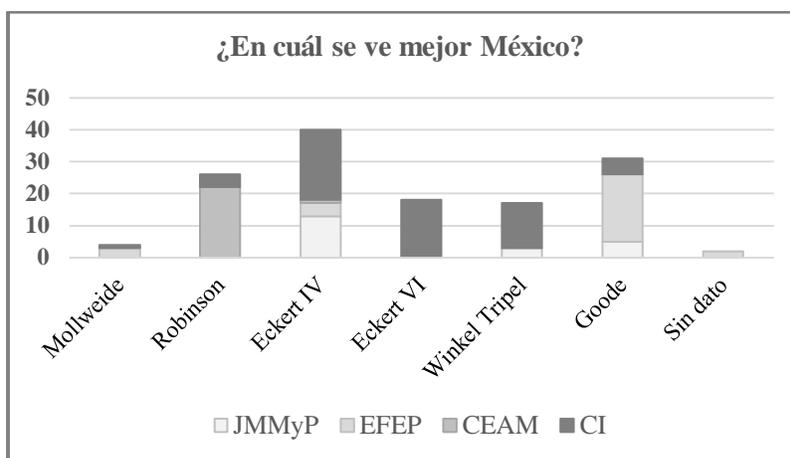


Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Casi ocho de cada diez estudiantes consideraron que la proyección Winkel Tripel era la mejor para visualizar con mayor claridad los continentes de la Tierra; en cambio, dos de cada diez opinaron que la proyección Robinson era la más cercana dicha característica.

Otro aspecto concerniente a la definición del contorno territorial mexicano (Figura 3.21), los datos de las entrevistas señalan lo siguiente:

**Figura 3.21. Apreciación por la mejor representación del territorio mexicano.**

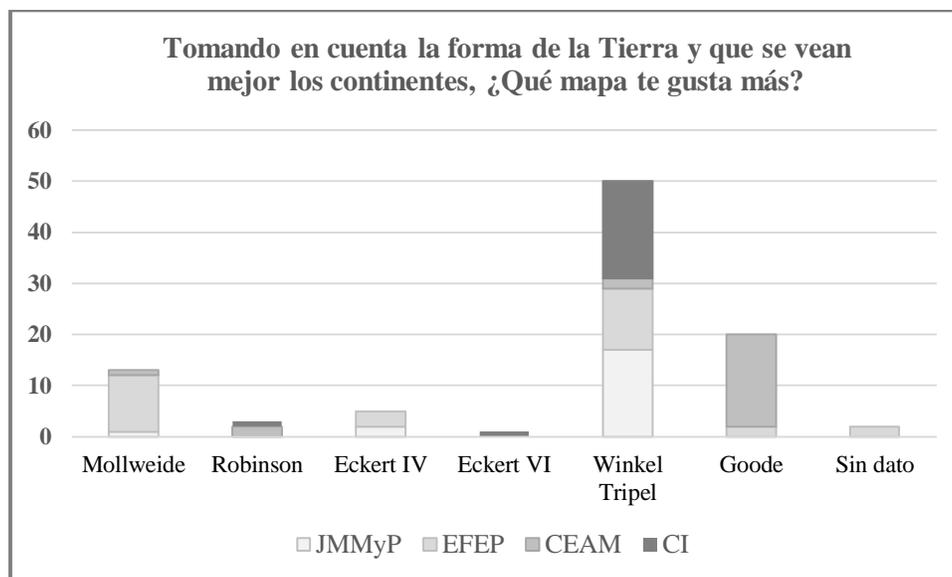


Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Casi tres de cada diez estudiantes entrevistados vieron en la proyección Eckert IV la forma más adecuada para visualizar México. En contraste, dos de cada diez estudiantes decidieron que la proyección Goode era la forma más adecuada. Por su parte, uno de cada diez estudiantes consideró que la proyección Robinson resultaba más propicia. En este punto se puede decir que se observan patrones de respuesta más divergentes pero, sin duda, los estudiantes pudieron distinguir entre una evaluación global y una particular; por lo que se tiene certeza de que el ejercicio cognitivo estaba resultando eficaz.

Ahora bien, se solicitó a los participantes, precisaran su gusto por alguna de las proyecciones cartográficas bajo estudio, considerando la forma de la Tierra y la definición de los contornos continentales (Figura 3.22), cabe hacer presente que esta pregunta aludió a consideraciones personales, pero estuvo dirigida a sintetizar sus pensamientos producto de un raciocinio; asimismo, dados los aprendizajes programados por la SEP para este año, no se requiere fijar la atención sobre un territorio particular como México, sino en la apreciación global del mapamundi. Las elecciones de los participantes se exponen a continuación.

**Figura 3.22. Proyección cartográfica que más agradó a los estudiantes entrevistados.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Para más de la mitad de los estudiantes la proyección Winkel Tripel resultó de su agrado debido a las proporciones continentales que conserva y su cercanía con la forma redondeada de la Tierra.

En cambio, dos de cada diez estudiantes determinó que la proyección Goode era la más conveniente para representar la superficie continental (Figura 3.23).

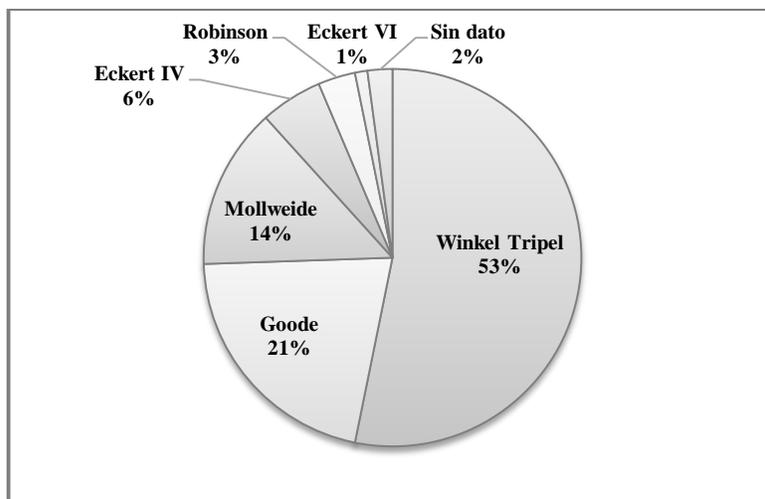
**Figura 3.23. Winkel Tripel, proyección cartográfica elegida por cincuenta de los estudiantes entrevistados.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Complementando la información detallada anteriormente, la Figura 3.24 muestra el porcentaje de las opiniones favorables que recibieron las diferentes proyecciones cartográficas.

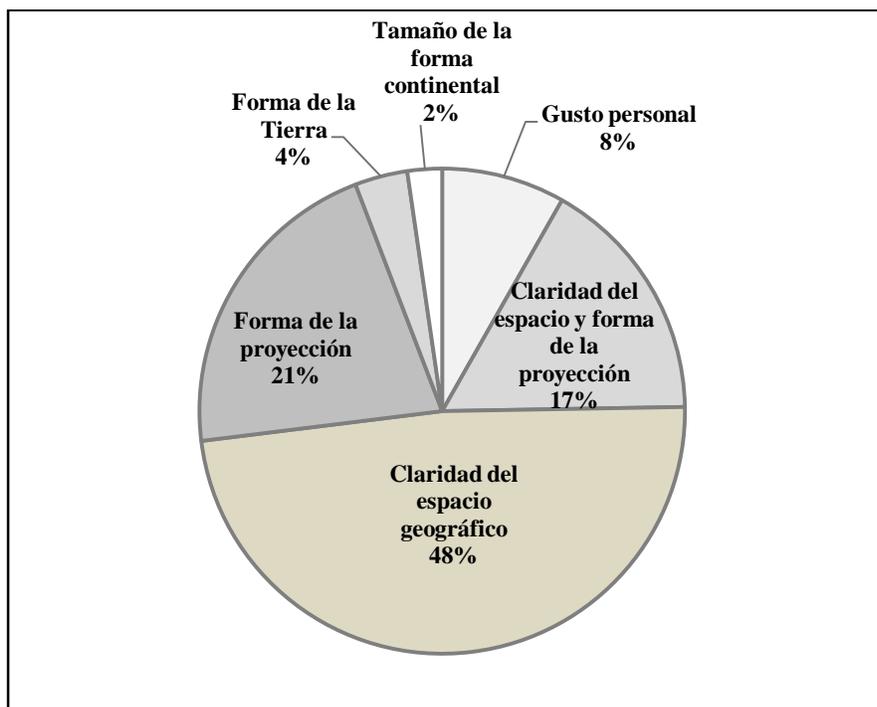
**Figura 3.24. Winkel Tripel, proyección cartográfica elegida.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Finalmente, luego de procesar las opiniones emitidas por los participantes, respecto a la proyección Winkel Tripel, se identificaron seis distintos patrones de respuesta entre los que se encuentran el “gusto personal”, “claridad del espacio y forma de la proyección”, “claridad del espacio geográfico”, “forma de la proyección”, “forma de la Tierra” y “tamaño de la forma continental” (Figura 3.25). A continuación se presentan los porcentajes de reflexión emitidas para cada patrón.

**Figura 3. 25. Patrones de reflexión en torno a la experiencia cognitiva.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizazo en campo, 2018.

Algunas reflexiones emitidas por los estudiantes, se expresan enseguida (Cuadro 3.1).

**Cuadro 3.1. Reflexiones por parte de los estudiantes en torno a la proyección Winkel Tripel.**

Gusto personal	Claridad del espacio y forma de la proyección	Claridad del espacio geográfico	Forma de la proyección	Forma de la Tierra	Tamaño de la forma continental
Me gusta más que las otras	Porque este mapa se parece mucho más a la Tierra y es más fácil visualizar los continentes y países	Porque es más fácil distinguir los países y continentes	Porque no tiene deformaciones y tienen casi la forma de la Tierra	Porque la Tierra es redonda y se ve mejor	Porque está más grande
Me parece mejor	Se parece más y se ve mejor	Se ve más claro el mapa	Porque es más redonda	La Tierra es más redonda	Se agrandan los continentes
Porque me gusta la forma y también porque se ven los continentes	Es más ovalada, se ve mejor y se ve más grande	Porque así veo mejor los continentes	Porque es como el verdadero		
Es extraño y me gusta	Se ve más, más redondos y mucho más claros	Se ve mejor y está más grande	Tiene mejor representación		
Es mejor que todos	Se ven mejor los continentes y no se deforman	Se ve más claro el mapa	Casi tiene la forma de la Tierra, puedo ver cualquier país		

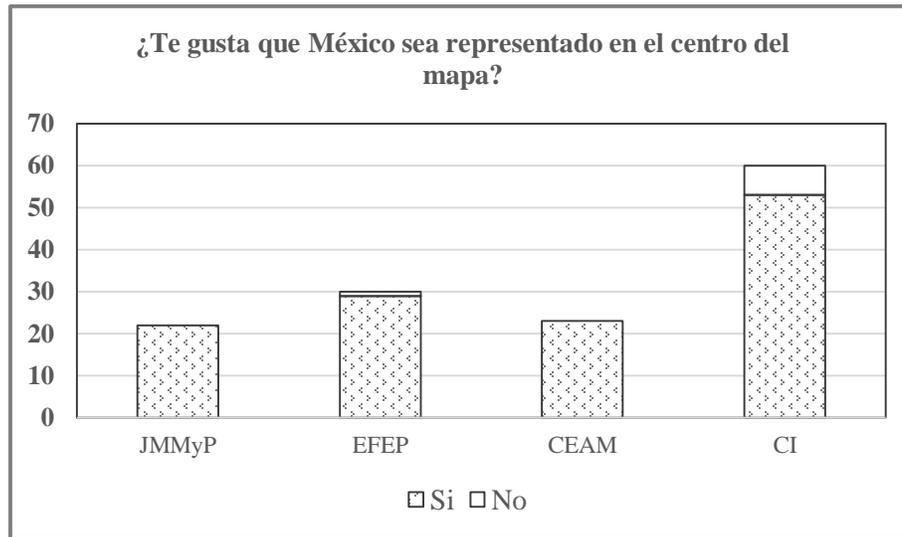
Fuente: elaborado con base en trabajo realizazo en campo, 2018.

Es preciso subrayar que para los estudiantes entrevistados, aspectos relacionados con la “claridad del espacio” y la “forma de la proyección”, constituyeron factores incidentes en su elección; con ello se muestra su capacidad de abstracción visual como del mensaje emitido por el mapa, aunado a la comprensión sobre la representación geométrica.

### 3.3.3. Elección del meridiano central.

Con el objetivo de averiguar la ubicación más conveniente para el meridiano central, bajo la premisa de que es conveniente impulsar el pensamiento espacial, se cuestionó a los participantes del estudio acerca de su gusto en visualizar a México en el centro del mapa (Figura 3.26); es preciso recalcar que este es otro reactivo en la entrevista que alude a consideraciones personales, pero a diferencia del anterior, todavía no conlleva un raciocinio cartográfico con el fin de obtener las respuestas más espontáneas posibles.

**Figura 3.26. Preferencias acerca de la ubicación de México en el centro del mapa.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

En este sentido, más de tres cuartos del total de los estudiantes entrevistados se identificaron con el mapa que mostraba a México en el centro.

A partir de este punto, la entrevista se dirige a enriquecer a los estudiantes con experiencias cartográficas acerca de la localización del meridiano central con el fin de contrastar o reafirmar su gusto primigenio.

Bajo este contexto, se solicitó a cinco estudiantes por institución académica que pasaran a la pantalla de proyección a realizar un conteo de países asiáticos. Es preciso indicar, que el conteo se efectuó sobre Asia, puesto que es el continente que queda dividido por la asignación del meridiano central sobre el territorio de México (Figura 3.27).

**Figura 3.27. Conteo de países asiáticos con México al centro del mapa.**



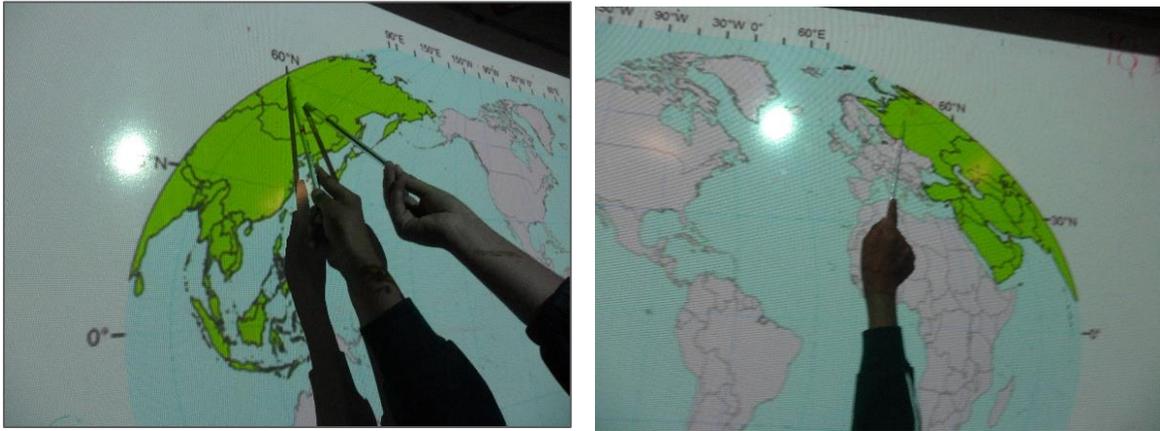
Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Es necesario decir que, de los cinco estudiantes por escuela que participaron en la dinámica, ninguno dio una respuesta certera en el conteo de los países; por el contrario, señalaron haber contado frente al mapa de la diapositiva cincuenta y cuatro, cuarenta y tres, o bien cincuenta y nueve países, por mencionar algunos ejemplos. Se puede comentar que, al observar a los estudiantes mientras realizaban esta actividad, se constató que éstos tendían a contar como distintos países cada una de las islas pertenecientes a Indonesia, Filipinas y Japón, en tanto que omitieron contar países como Brunei, Singapur o Bután. También, los países que quedaban divididos por la nueva posición del mapa, como Rusia y China por ejemplo, en este caso, los participantes llevaban a cabo un conteo doble de dichos países, por lo que se infiere que ellos suponían que se trataba de países distintos (Figura 3.28).

Por lo tanto, se deduce que el hecho de no poder visualizar una correspondencia entre los contornos territoriales de los países ubicados a los extremos del mapa, basándose en la disposición de los meridianos y paralelos, resultó ser un factor relevante por el cual el conteo en este grupo de estudiantes no fue exitoso. A esto se aúna el desconcierto que causó en ellos la nueva la disposición de los países en el mapa, como consecuencia de su inexperiencia en este tipo de ejercicio cognitivo.

Es preciso enfatizar que la investigación no buscaba un conteo acertado de países, sino evaluar el grado de certeza o de incertidumbre que genera el cambio de meridiano central.

**Figura 3.28. Ejemplo de conteo doble de Rusia.**

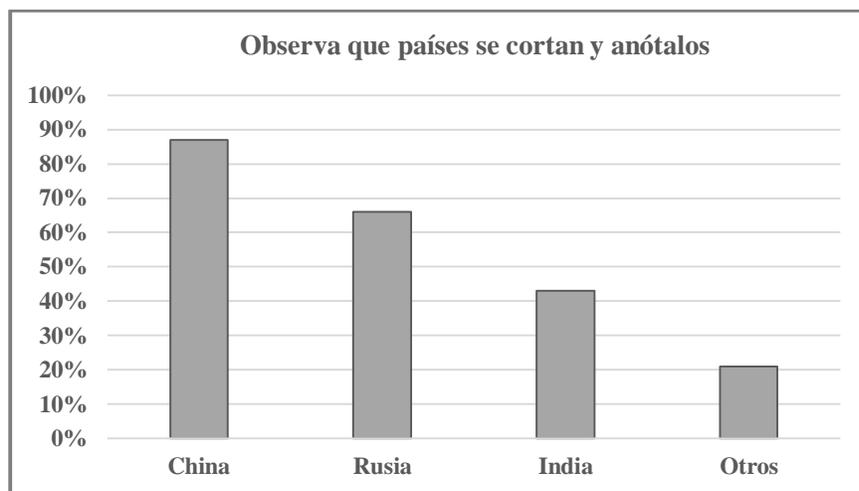


Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Una vez finalizada la actividad de conteo de países, el siguiente paso fue el llenado del punto 6 de la entrevista. Los resultados obtenidos se exponen a continuación.

El 87% de los estudiantes entrevistados señalaron a China como uno de los países que presentaban una división en su territorio producto del cambio en el meridiano central, sumado a esto, el 66% de los estudiantes mencionó a Rusia, en cambio el 43% señaló a India (Figura 3.29). Cabe destacar que el 21% de los entrevistados citaron países que no cumplían con las características solicitadas en el reactivo, como Estados Unidos y Australia, por ejemplo. Por último, es preciso decir que los países que fueron divididos, pero no mencionados, fueron Kirguistán y Kazajstán.

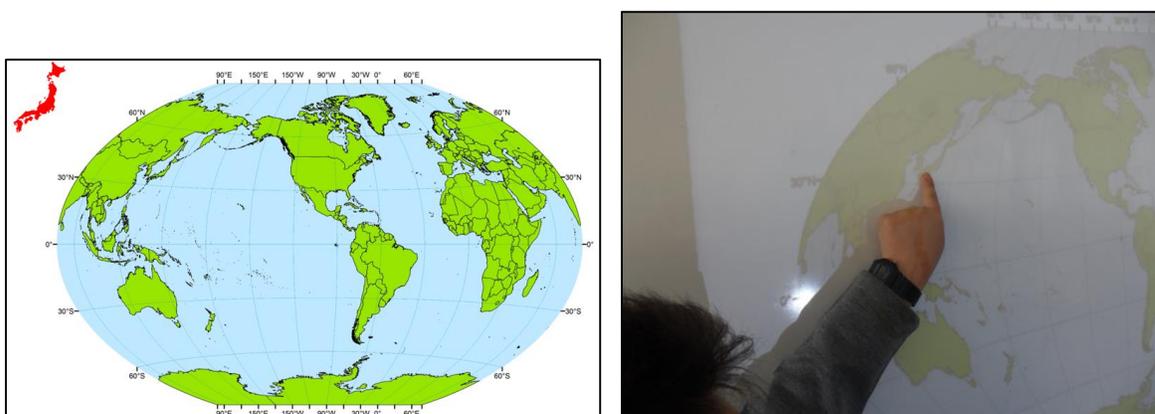
**Figura 3.29. Países divididos dentro del mapa, mencionados por los participantes.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

De forma complementaria a la entrevista, se solicitó a diez estudiantes por escuela pasar frente a la proyección de diapositivas a identificar en el mapa los países asiáticos de Japón, Rusia, China e India (Figura 3.30), ya que una habilidad es escribirlos y otra reconocerlos en el mapa, particularmente sobre aquéllos identificados erróneamente. Para este ejercicio, adicionalmente se presentó en una ventana emergente los territorios de Rusia, India y Japón; dicha imagen fue representada en color rojo y se ubicó en el costado superior izquierdo del mapa principal. El propósito de este ejercicio fue reconocer tanto el razonamiento espacial, como el nivel de desarrollo cognitivo de las destrezas cartográficas por parte de los participantes.

**Figura 3.30. Identificación exitosa de Japón con la nueva disposición del meridiano central.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Los resultados de esta actividad señalan que seis estudiantes de la primaria EFEP identificaron rápidamente países como India y Rusia; en cambio, mencionaron que Oceanía se ubicaba del lado izquierdo del mapa; asimismo, cuatro participantes desconocieron la ubicación de dichos países. Por su parte, los infantes de la primaria JMMyP tuvieron ciertas dificultades al momento de pasarlos frente al mapa, algunos estudiantes se desorientaron, señalando por ejemplo, Japón del lado derecho como normalmente lo verían en un mapa escolar (Figura 3.31).

**Figura 3.31. Ejemplo de localización errónea de Japón.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Respecto a los estudiantes del CI, igualmente en un principio les costó trabajo reconocer los países que se dividían y acusaban falta de dominio en materia de localización de países; sin embargo, algunos de los alumnos expuestos a la actividad, realizaron la localización de forma exitosa. Finalmente, estudiantes del CEAM identificaron rápidamente este tipo de países, señalando a India, China y Rusia.

Se precisa mencionar que, en promedio, seis de cada diez estudiantes localizaron exitosamente frente al mapa los países solicitados. El registro de este dato se asentó en una libreta personal de trabajo de campo.

En contraste con esta actividad, se realizó una prueba en la que se exponía a algunos infantes a la localización de países igualmente asiáticos, pero esta vez el meridiano central se encontraba en Greenwich, de esta forma, verían estos países como normalmente lo hacen. Los infantes respondieron, localizando exitosamente los territorios (Figura 3.32). En este ejercicio participaron cinco estudiantes de la primaria JMMYP, a quienes se solicitó que ubicaran en la diapositiva del mapa países como India y Japón, el resultado arrojado fue, que todos los participantes acertaron en su elección.

**Figura 3.32. Ejemplos de localización de países asiáticos, teniendo como meridiano central Greenwich.**



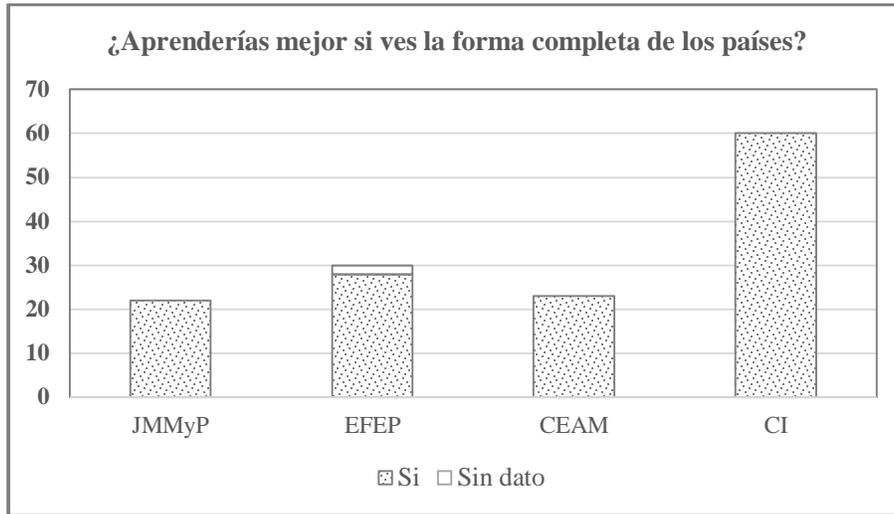
Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Como observación personal, en general, todos los participantes de los grupos con los que se llevó a cabo cada una de las actividades, mostraron interés, actitud positiva y entusiasta, y aunque al pasar frente a la imagen del mapa no tuvieron del todo la certeza de responder adecuadamente, no escatimaron en colaborar.

Para finalizar la entrevista, se tomó en cuenta las consideraciones de los estudiantes en torno a la visualización de los países de forma completa y a la valoración de sus propios aprendizajes. En consecuencia, una vez que los estudiantes vieron las experiencias de sus compañeros frente a la pantalla de proyección, las últimas dos preguntas de la entrevista se centraron en revalorar la opinión de la localización del meridiano central ahora con un raciocinio, producto de una experiencia cartográfica.

En todos los estudiantes se dio un cambio de perspectiva con respecto a la pregunta cinco, reflejo de esto, es que 98% de los estudiantes participantes expresaron que preferían visualizar los países de forma completa (Figura 3.33).

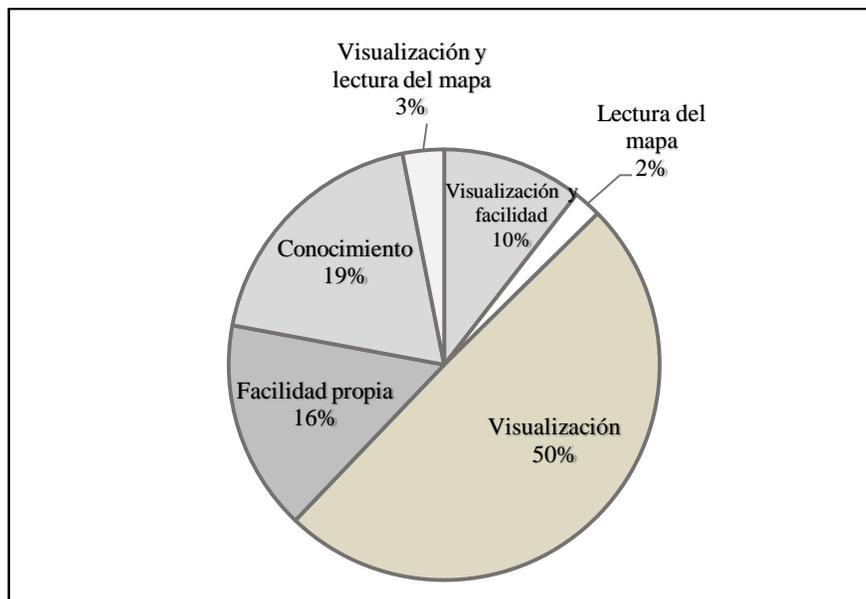
**Figura 3.33. Consideraciones de los estudiantes en torno a sus aprendizajes con la visualización a nivel mundial de la forma completa de los países.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Aunado a lo anterior, se procesaron las razones emitidas por los estudiantes, por las cuales tenían tal preferencia. Detectándose seis patrones de respuesta, estos fueron: “visualización y facilidad”, “lectura del mapa”, “visualización”, “facilidad propia”, “conocimiento” y “visualización y lectura del mapa” (Figura 3.34). A continuación se exponen los resultados obtenidos.

**Figura 3.34. Patrones de reflexión relacionados con la visualización de la forma completa de los países.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

De esta forma, en el siguiente cuadro se presentan algunas reflexiones emitidas por los estudiantes (Cuadro 3.2).

**Cuadro 3.2. Reflexiones emitidas por los participantes en relación a la visualización de la forma completa de los países.**

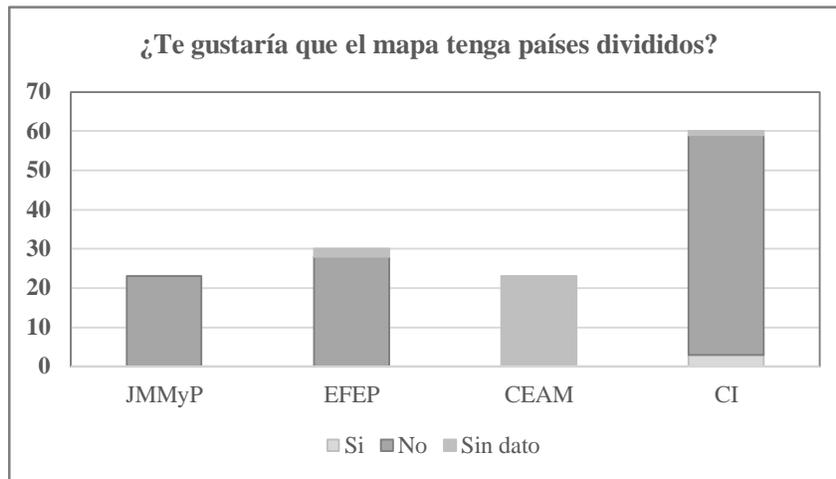
Visualización y facilidad	Lectura del mapa	Visualización	Facilidad propia	Conocimiento	Visualización y lectura del mapa
Porque tengo mejor vista de ellos y puedo ubicarlos mejor	Están juntos y se entiende mejor	Tengo mejor visualidad ( <i>sic</i> ).	Porque los reconozco fácilmente	Así podemos ver más cómo son	Se vería con mayor claridad y opinaríamos más justos
Se ven mejor los países, se me facilitan los mapas	Se entiende más	Los ves mejor y a su escala normal	Cortados se me dificulta más	Si no, no sabríamos cómo están unidos	Porque así puedo ver todo y entender
Ubicas su espacio, se ve mucho mejor	Es más específico	Se identifican mejor	Es más fácil encontrarlos	Si, porque los apreciaría mejor	
Estan juntos y se entiende mejor	Es más entendible	Se vería con mejor claridad	Porque me da más ubicación	Porque me aprendería las formas de los países	
Porque los reconozco fácilmente		Así los veo más detalladamente	Veo mejor sus elementos	No sabríamos si tal país esta unido a otro	
Se ven mejor los países, se me facilitan los mapas		Porque puedo observar los países en un plano	Es más fácil encontrarlos	Porque los veo, aprendo como son y ya los puedo aprender en los temas, aprendo como se llaman	
Porque se ve más claro y ningún país se corta		Los veo mejor y de otro punto de vista	Ubicamos su espacio y forma	Porque me aprendo sus formas de los países	

Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Cabe señalar que los patrones con mayor incidencia en torno a la entrevista, fue la “visualización”, seguido por el “conocimiento”, denotando su razonamiento abstracto y de relaciones espaciales.

Finalmente, los infantes fueron cuestionados respecto a si les gustaría el que mapa tuviese los países divididos, como consecuencia de un cambio en la ubicación del meridiano central (Figura 3.35).

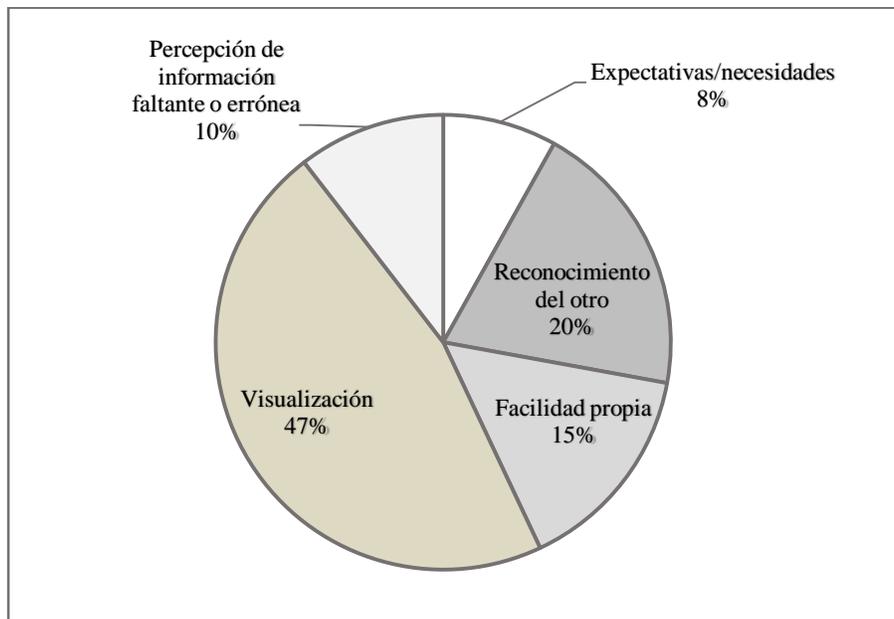
**Figura 3.35. Preferencias, respecto a la posición del meridiano central.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Los participantes expresaron que no era de su agrado visualizar mapas donde los países representados tuviesen una división territorial a causa de su ubicación, debido a que les resulta más difícil identificarlos. En este sentido, luego de procesar las opiniones de los estudiantes, al respecto, pudieron identificarse cinco patrones de respuesta, estos son, “expectativas/necesidades”, “reconocimiento del otro”, “facilidad propia”, “visualización” y “percepción de información faltante o errónea” (Figura 3.36).

**Figura 3.36. Patrones de reflexión vinculados a la configuración de los países.**



Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Sumado a lo anterior, en el Cuadro 3.3 se presentan algunas reflexiones proporcionadas por los participantes en torno a la experiencia cognitiva.

**Cuadro 3.3. Consideraciones interpretativas relacionadas con la conformación de los países.**

Expectativas/necesidades	Reconocimiento del otro	Facilidad propia	Visualización	Percepción de información faltante o errónea
Así no sabemos qué países son	No se reconocen los países y pierden su forma natural	Me cuesta trabajo identificarlos	Se ve mal	Porque no están todos los países representados
Así no podemos aprender	No se muestran como son	Porque se complica más	No se ve normal	Porque no los ves completos, no se identifican
Necesito ver y distinguirlo más fácil, para saber cuál país es	Porque están divididos	Es muy difícil	Porque no se ve claro	Porque no se ven todos los continentes
Si no aprendemos mal	Porque cada país debe ser completo	No le entiendo a los países	No se entiende	No se ve su tamaño
Así no sabemos que países están cortados	Porque así no se pueden identificar bien y porque no ves el espacio que ocupan	Porque no los podría localizar muy bien	Porque no lo vez completo, no se identifican	Porque no se ven cuantos países hay

Fuente: elaborado con base en trabajo realizado en campo, 2018.

Finalmente, se precisa decir que los patrones con mayor incidencia en el contenido de las entrevistas fueron “visualización”, seguido de la “reconocimiento del otro”, lo que denota su evolución cognitiva a una etapa proyectiva.

### 3.4. Propuesta de mapamundi general

El mapamundi ofrece una imagen íntegra de la superficie terrestre, permite visualizar las características espaciales de las formas continentales que expresa y los fenómenos que ocurren en la misma. Sin embargo, su proceso de construcción es una tarea ardua, precisa, sutil y detallada que requiere de ciertos conocimientos cartográficos especializados. El presente subcapítulo versa, sobre dos componentes sustanciales del diseño de un mapa, que son la rotulación y la asignación de colores. Aborda la propuesta de mapamundi general idóneo para los estudiantes de quinto grado de primaria con los que se trabajó y se detallan los elementos cartográficos que se determinaron para la presentación del mapamundi.

Dentro del diseño cartográfico se contemplan aspectos como la rotulación y asignación de colores. Respecto a la rotulación del mapa, se trata de una tarea crucial dentro del proceso de diseño debido a que la elección del tipo de letra y su posición en el mapa, faculta la calidad de dicho mapa siendo la legibilidad y sencillez con la que debe transmitirse la información geoespacial, dos objetivos primordiales. Por otra parte, relativo a la asignación de colores es necesario realizar una selección minuciosa, siempre tomando en cuenta el fenómeno representado, el objetivo del tema con el que se está trabajando y el usuario al que va dirigido.

De esta forma, el diseño final del mapamundi que se propone para la didáctica espacial y desarrollo de destrezas cartográficas de los estudiantes de quinto grado de primaria, tiene como propósito ofrecer al lector de mapas de educación básica un acercamiento ameno y acertivo al aprendizaje de la geografía, a través del ejercicio cognitivo lo más cercano a la forma real de la Tierra.

Bajo este contexto, en seguida se presenta la propuesta del mapamundi general (Figura 3.37).

Figura 3.37. Mapamundi, división política.



Fuente: elaborado con base en INEGI, 2017; ISO 3166/2, 2018.

A continuación se describen las decisiones tomadas con respecto al diseño del mapa, donde se optó por una simbolización sencilla, con el propósito de obtener un mapa de interpretación amable, legible y de rápida comunicación, perfilándose un mapa general.

En primera instancia se decidió que el tamaño de la hoja fuese doble carta por corresponder mucho con los materiales didácticos -Atlas- que utilizan los estudiantes de quinto grado de primaria. En cuanto a la escala se optó por 1: 85, 000, 000 posibilitada por el tamaño de la hoja. Así también, considerando que en quinto grado de primaria se enseña a los estudiantes geografía mundial, el contenido del mapa expresa la geografía política mundial, división administrativa, referencias físico-geográficas representando ríos, cuerpos de agua y algunos elementos del medio físico, para brindar un acercamiento general a una geografía mundial que estudian en ese año. Por otra parte, se utilizaron ocho colores para facilitar la lectura, la apropiación del contenido y la comprensión del mensaje del mapa.

Respecto a los rótulos en países, se optó por una tipografía estilo “*sans serif*“, con un tipo de letra “arial”, rotulación sin patín con el fin de que sea más claro para el usuario, el tamaño de la fuente se implementó con base en la extensión territorial de cada país en la escala del mapa, siendo el tamaño más pequeño el de 5 puntos. En cuanto al tamaño de los rótulos en masas oceánicas y ríos se decidió utilizar un tamaño 5 para ríos y 6 o 7 para cuerpos de agua, se utilizó un estilo tipográfico “*serif romano*”, con un tipo de letra “Times New Roman”, rotulación con patín, en cursiva para asemejar el movimiento de los cuerpos de agua. Lo anterior, también facilita al lector distinguir las distintas capas de información ubicadas sobre el mapamundi.

En cuanto al color del cauce de los ríos se utilizó *big sky blue*, en cambio, para los cuerpos de agua continentales se utilizó el color *indicolite green* y para representar las masas oceánicas se utilizó el color *beryl green*, con bajo nivel de intensidad en amarillo. Cabe señalar que se decidió rotular solo los principales ríos y cuerpos de agua por su relevancia histórica, económica y cultural, en torno a las distintas sociedades alrededor del mundo. Aunado a criterios de tipo visual relacionados con la escala del mapamundi, por tal motivo se tomó en cuenta la longitud de los ríos representados y que los rótulos de los ríos no entrasen en conflicto con los que le circundaban.

Con respecto a los criterios de nombres geográficos de países, estuvieron en función del nombre usual del país, escrito en español, tomando como referencia el Código ISO 3166/2. En relación al uso de siglas para países y territorios con extensiones territoriales pequeñas en la escala del mapa, también se utilizó el código anteriormente mencionado para su correspondiente rotulación. Para el listado de territorios no reconocidos por la ONU, las siglas utilizadas se basaron en las iniciales de

sus nombres, en cursiva para diferenciarlos de los países reconocidos por la ONU, las islas de países independientes se numeraron con el fin de facilitar su localización. Los territorios de ultramar y estados no independientes se rotularon con base en el listado de países de la ONU.

Por otra parte, se decidió que la gradícula del mapa estuviese representada cada 30°, con el propósito de lograr mayor claridad en el mapa, el color seleccionado fue *moorea blue*. Los círculos polares, trópicos y el ecuador se representaron con línea discontinua, color *delft blue*, con el fin de destacar su ubicación. Por último, para la línea de división administrativa mundial, se utilizó el color *poinsettia red*, con el fin de destacar los límites territoriales de cada país, isla y territorio.

## CONCLUSIONES

En los capítulos anteriormente expuestos se presentó la postura teórico-metodológica de esta investigación; con ello, se gestionaron las bases necesarias para abordar la temática de las proyecciones cartográficas y su idoneidad de representación e interpretación, frente a un entorno académico.

Para este propósito se tomaron en cuenta varios aspectos fundamentales, en principio, la teoría de la Cartografía Cognitiva, cuya finalidad es indagar sobre la forma en la cual los usuarios de mapas captan o perciben el mensaje emitido por dicho medio visual, aunado a la generación de la denominada comunicación espacial, esencial para transmitir información de la realidad por medio de símbolos.

En este sentido, en particular se estudió la forma en que el lector de mapas de quinto grado de primaria de educación básica evalúa las características que acompañan a las distintas proyecciones cartográficas mundiales con las que es posible representar las formas continentales y sus países.

Otros aspectos citados, se dieron en torno a los fundamentos teóricos de la Cartografía con el propósito de sustentar la elección de las proyecciones cartográficas mundiales que formarían parte de la propuesta cognitiva para los estudiantes participantes. Además, se estimaron los contenidos curriculares de los programas de estudio de geografía para educación primaria.

Bajo este panorama, es relevante valorar el pensamiento espacial del lector de mapas que cursa el quinto grado de educación primaria, puesto que es en este grado en el cual los infantes enfrentan inconscientemente la temática de las proyecciones cartográficas, sumado a que es aquí donde inicia su aprendizaje sobre geografía mundial. De tal manera que la enseñanza de las distintas temáticas geográficas por medio de los mapas, debe apegarse en mayor medida a la realidad, ya que el aprendizaje captado por los estudiantes influirá en su percepción sobre el mundo que les rodea y en muchas ocasiones podría perdurar durante el proceso de crecimiento del infante y durante su vida.

Otros datos expuestos hicieron referencia al contenido de tipo geográfico de los libros de texto de la SEP, por lo que se pudo constatar que, hace cincuenta años, dichos libros de texto mostraban al mapa como un elemento secundario derivado del texto, careciendo de importancia, también es notoria la ausencia de elementos cartográficos básicos. Hoy en día, la enseñanza de la cartografía ha tomado mayor relevancia, ya que dentro de los planes y programas de estudio se incluyen temáticas relacionadas con las proyecciones cartográficas, entre otros temas.

Respecto a la evolución histórica de las proyecciones cartográficas, es conveniente resaltar que las aportaciones de los antiguos griegos fueron cruciales y de gran trascendencia, en virtud de que sus proyecciones sobre un plano y su variante al proyectar la esfera terrestre sobre una superficie de desarrollo, sea un cono o un cilindro, formaron parte del acervo teórico-práctico en torno a la construcción de modelos posteriores. Otro momento crucial sucedió durante el siglo XVI, con el inicio y paulatina evolución de las proyecciones para mapamundis y Atlas mundiales. Posteriormente, la contribución del matemático francés Jean-Henri Lambert dio un giro trascendental a esta disciplina, incorporando los principios de conformidad y equivalencia; dando paso a la construcción de proyecciones de tipo analítico bajo determinados parámetros; este hecho generó nuevas propuestas de gran distinción.

Finalmente, un momento crucial para las proyecciones cartográficas fue la incorporación de *software* especializados en su diseño, entre sus propiedades se encuentran la gestión del conjunto de variables que conforman el proceso de producción cartográfica, así como el extenso manejo de datos. Específicamente para este trabajo, el uso del *software* representó la posibilidad de generar una cartografía que cumpliera con las expectativas planteadas inicialmente, ya que su interfaz facilitó el cambio en los parámetros tanto de la gradícula como de las relaciones espaciales de las entidades; además, facultó la generación de una propuesta cartográfica dirigida.

Es así que los sucesos evolutivos de las proyecciones cartográficas expuestos en este trabajo ayudaron a conocer su origen, utilidad, la necesidad de éstas para representar las formas de la Tierra, también el contexto histórico que favoreció su desarrollo y las aplicaciones que se les ha otorgado a lo largo del tiempo.

Por otra parte, la propuesta de proyecciones cartográficas mundiales para esta investigación se centró en las pseudocilíndricas, destacadas por aminorar el nivel de distorsión o anamorfosis en comparación con otros sistemas proyectivos, preservando las áreas; factores cruciales para exponer una cartografía y una geografía lo más apegadas a la realidad.

Si bien los resultados de esta investigación no representan la expresión de toda la población infantil de quinto grado de primaria en el ciclo escolar 2017-2018 de todo el país, la estrategia seguida pudo captar opiniones y experiencias cognitivas, indagando los razonamientos de este sector infantil, contribuyendo en la investigación académica. Sumado a lo anterior, es preciso decir que este estudio no encontró relación entre los resultados obtenidos y el grado de marginación donde se ubican cada una de las instituciones educativas; puesto que en ambos niveles de marginación, muy bajo y medio, los estudiantes entrevistados tuvieron un desempeño aceptable,

acorde a sus respectivos niveles de desarrollo cognitivo. Por lo que esta condición no influyó de manera alguna.

También es de destacar que la entrevista se realizó en un contexto temporal donde los educandos tienen una aproximación a la temática de los mapas mundiales durante el desarrollo del primer bloque del programa de estudio de Geografía, 2011; por tal motivo, para la fecha en que se realizó la tarea de visitar las distintas instituciones educativas, los estudiantes ya habían tenido un acercamiento a dicha temática. Es así que al realizar un análisis comparativo sobre el desempeño entre estudiantes provenientes de instituciones oficiales y privadas, los niveles educativos entre ambas entidades estuvo directamente relacionado con el tiempo dedicado por los docentes a la temática dentro de sus aulas, pues hubieron grupos, tanto en escuela oficial como privada, donde los participantes demostraron tener un grado de conocimiento adecuado para desempeñar las actividades con cierta facilidad, aunque de igual forma, en ambos tipos de instituciones existieron casos en los que los participantes mostraron cierta dificultad y desconocimiento sobre el tema.

Bajo este contexto, la elección de la proyección cartográfica por parte de los estudiantes de quinto grado de primaria de las instituciones educativas visitadas declinó hacia Winkel Tripel, proyección curiosamente la única no pseudocilíndrica, pero valorada, en la mente de los estudiantes entrevistados, como la que más se adecuó a la forma de la Tierra, dada la disposición en forma de arco de sus meridianos y paralelos, hecho que propicia que las formas continentales se conserven en mayor medida, resultando conveniente y útil para la enseñanza de los estudiantes.

Por consiguiente, la hipótesis inicial donde se señalaba que los participantes se inclinarían por la proyección Eckert IV, no se confirmó, debido a que según la interpretación de los infantes, no reúne las características necesarias para realizar una visualización adecuada sobre la forma real de la Tierra y sus formas continentales.

Es oportuno decir que algunos de los comentarios emitidos por los participantes durante el trabajo en campo demostraron tener comprensión sobre la redondez de la Tierra y su movimiento de rotación, tal expresión deja ver el desarrollo de su pensamiento espacial proyectivo, es aquí donde el infante es capaz de asimilar las relaciones espaciales del traslado de la tridimensionalidad a la bidimensionalidad, también está presente la conciencia sobre el concepto de dirección, distancia, orientación y escala. De tal forma que, a la edad de diez años, los infantes se van perfilando hacia una etapa de abstracción, permitiendo la integración de la información, un orden jerárquico y son capaces de traducir símbolos, por lo que es propicio el aprendizaje de la temática sobre proyecciones cartográficas en este nivel educativo.

Ahora bien, esta investigación concluye que la ubicación más idónea para el meridiano central es aquella que permite apreciar de forma íntegra a cada uno de los continentes de la Tierra y donde la extensión territorial de los países sea representada sin cortes considerables; es así que el antimeridiano del meridiano 0° pasa sobre el Océano Pacífico; en ese sentido, no interrumpe la topología de ningún país de forma considerable, como sí lo hace el de México. Respecto a Japón y otros países de longitud similar que tienen su antimeridiano en el Océano Atlántico, solo interrumpen la topología de Groenlandia y, con probabilidad, esta es la razón por la que han podido proponer una cartografía centrada en su territorio.

En este contexto, las características anteriormente expuestas refuerzan algunos conocimientos cartográficos requeridos para la materia de Geografía de quinto grado de primaria; estos son, el desarrollo de destrezas cartográficas, dando cuenta de las relaciones topológicas entre entidades y la representación e interpretación del espacio geográfico relacionado con las distintas disposiciones cartográficas que existen, sean de origen geométrico o analítico, y las propiedades que cada propuesta ofrece. También se puso en evidencia el potencial que poseen los estudiantes de este nivel de estudios para continuar formando su conciencia espacial.

En torno a los comentarios anteriores, una de las impresiones que arrojaron las entrevistas realizadas, fue que los estudiantes percibieron aprender mejor si visualizaban los países de forma completa, a consecuencia de que según su interpretación, localizar países con territorios divididos por la disposición de la gradícula, o en una ubicación distinta a la que ya habían tenido un acercamiento, representaba mayor complejidad y cierto desconcierto.

Por lo tanto, la investigación contribuyó a ampliar la perspectiva en los estudiantes, referente al posicionamiento del meridiano central, aunque demostró que para este grupo de intérpretes todavía no es un cambio adecuado. Por lo que sería ideal que en dicho grupo se impulse el desarrollo de sus habilidades espaciales, su capacidad de abstracción e interpretación de conceptos espaciales de índole geográfico y de carácter mundial. Cabría la posibilidad de cambiar la disposición del meridiano central respecto a la posición habitual en Greenwich siempre y cuando los estudiantes tuviesen un acercamiento previo, de tal forma que adquieran una noción más amplia sobre la localización de países, a modo que si se realizara dentro del mapa un cambio de ubicación de los países, los estudiantes tendrían la oportunidad de llevar a cabo con mayor asertividad esta actividad.

Otro aspecto que es propicio tomar en cuenta es la percepción visual, ya que tal posicionamiento responde en cierta medida a los resultados relativos a las preguntas cuatro, siete y ocho, donde se cuestionó a los estudiantes sobre el por qué de su elección. En este sentido, las respuestas emitidas

dieron cuenta que el factor visual resultó esencial en sus elecciones, puesto que fue el patrón que predominó hasta con el 50% de las interpretaciones registradas para cada pregunta. Posturas relacionadas con la claridad y la visualización formaron parte de las consideraciones. Este hecho revela la gran influencia que tiene el aspecto visual en la conciencia y pensamiento espaciales.

Bajo el panorama anteriormente expuesto, se sugiere reforzar las habilidades espaciales desde niveles académicos precedentes al quinto grado de primaria con la finalidad de fortalecer el desarrollo cognitivo de los infantes de la etapa proyectiva a la euclidiana, donde su capacidad de abstracción se vea incrementada y, de esta forma, al llegar al quinto grado de primaria, los estudiantes manejen conceptos cartográficos con mayor familiaridad. Sumado a esto, habría que evaluar cómo se les enseña a los estudiantes, ya que es posible enseñarles temas relacionados con la cartografía, pero se requiere reforzar el ámbito didáctico.

También, sería conveniente que la planta docente de las escuelas primarias tanto públicas como privadas, abordasen con mayor asertividad los contenidos geográficos y transmitan de forma adecuada el conocimiento geográfico a sus estudiantes, debido a que el tema de proyecciones cartográficas es un tema poco dominado y en ocasiones desconocido en el ámbito académico de educación básica. Por consiguiente, el profesorado tendría la obligación de poseer conocimiento relacionado con las posibilidades que envuelven el buen uso del mapa y la gran capacidad de comunicación espacial que se puede transmitir a sus estudiantes por medio de este.

Para este propósito, se propone a la SEP el fortalecimiento de la formación docente a fin de contribuir en mayor medida con los aprendizajes de los alumnos. Todo esto, a través de capacitaciones que permitan una mejor preparación en la materia y la elaboración de material didáctico para profesores. De igual forma, se plantee el uso de otras proyecciones cartográficas dentro de los contenidos de los libros de texto.

Asimismo, se sugiere la inserción de estudios cognitivos por parte de la SEP con muestras más grandes para medir preferencias sobre las proyecciones cartográficas. A las editoriales se recomienda mejorar la calidad de la impresión de los libros de texto, además de contratar personal profesional, especializado en el saber cartográfico con la finalidad de mejorar la propuesta cartográfica de los libros de texto de educación básica y así dar apertura a otras proyecciones cartográficas mundiales y perfeccionar la propuesta de simbolización en los mapas. Respecto a las editoriales que ofertan mapamundis en las papelerías de igual forma sean contempladas otras proyecciones con la finalidad de ampliar el panorama visual y perceptivo del usuario.

Finalmente, se estima que los resultados obtenidos contribuyeron a la enseñanza de la geografía, exponiendo la forma en la cual los niños interpretan, cómo leen los mapas, cómo aprenden y cómo aprehenden el saber geográfico.

De igual forma los resultados conseguidos son alentadores; por consiguiente, sería conveniente dar continuidad a esta temática, considerando distintos grupos de edades y niveles educativos, así como la incorporación de más proyecciones cartográficas de tipo equiareales con objeto de incrementar el número de experiencias cognitivas en este ámbito, por citar algunos ejemplos.

## FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, R. (2009) *Conceptos de geomática y estudios de caso en México*. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- Aldana, A., y Flores, E. (1999) “La corriente comunicacional o semiológica de la cartografía temática” [en línea]., Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/237742985\\_LA\\_CORRIENTE\\_COMUNICACIONAL\\_O\\_SEMIOLOGICA\\_DE\\_LA\\_CARTOGRAFIA\\_TEMATICA](https://www.researchgate.net/publication/237742985_LA_CORRIENTE_COMUNICACIONAL_O_SEMIOLOGICA_DE_LA_CARTOGRAFIA_TEMATICA) [Accesado el día 14 de mayo de 2017].
- Almeida, F. (2017) “Instrumentos docentes virtuales en una asignatura de geografía”. En: *Aportaciones de la Geografía en el aprendizaje a lo largo de la vida*. España: Universidad de Málaga. [en línea]., Disponible en: [http://www.age-geografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2011\\_Aportaciones\\_Geografia.pdf](http://www.age-geografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2011_Aportaciones_Geografia.pdf) [Accesado el día 14 de mayo de 2017].
- ArcGIS for Desktop [en línea]., Disponible en: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/list-of-supported-map-projections.htm> [Accesado el día 23 de noviembre de 2017].
- Argudín, Y. (2005) *Educación basada en competencias: nociones y antecedentes*. México: Ed. Trillas.
- Atlas Global de la Región de Murcia (2017) “La cartografía actual: topográfica, ortofotos e imágenes de satélite”. En: Capítulo 1. Cartografía. Murcia. [en línea]., Disponible en: <http://www.atlasdemurcia.com/index.php/secciones/3/cartografia-actual-topografica-ortofotos-satelite/2/> [Accesado el día 11 de febrero de 2018].
- Autha Graph (2010) [en línea]., Disponible en: <http://www.authagraph.com/top/?ang=en> [Accesado el día 13 de mayo de 2017].
- Baquadano, A. (2014) *El mapa como instrumento didáctico en la Educación Primaria*. Universidad de Valladolid. España. [en línea]., Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/7965/1/TFG-O%20288.pdf> [Accesado el día 11 de junio de 2017].
- Bale, J. (1989) *Didáctica de la geografía en la escuela primaria*. Madrid: Ministerio de educación y ciencia: Morata.
- Begoña, M., González, A., Vivancos, A. (2016) *Trabajar y evaluar por competencias en Ciencias Sociales en los centros de Educación Secundaria: realidad y problemática en la Región de Murcia*. Reire, vol. 9, núm. 1. Universidad de Barcelona. España. [en línea]., Disponible en: <http://revistes.ub.edu/index.php/REIRE/article/viewFile/reire2016.9.1914/18090> [Accesado el día 11 de noviembre de 2018].

- Benejam, P. (2011) “¿Cómo enseñar geografía en educación básica?” en Dirección General de Desarrollo Curricular (coord.), *Los retos de la Geografía en Educación Básica. Su enseñanza y aprendizaje*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Bibliothèque nationale de France. “Les premières Oeuvres de Jacques de Vaulx Pilote pour le Roy en la Marine”. En: Gallica, Bibliothèque nationale de France. Francia. [en línea]., Disponible en: [gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b55002476g/f66.image](http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b55002476g/f66.image) [Accesado el día 25 de mayo de 2017].
- Böhm, R. (2017) “Kartographie“. En: Qualitäts-Wanderkarten der Sächsischen Schweiz, der Böhmisches Schweiz, und des Zittauer Gebirges. Alemania. [en línea]., Disponible en: <http://www.boehmwanderkarten.de/> [Accesado el día 18 de febrero de 2018].
- Blair, J., y McCormack, J. (2009) “Mapping Ethnocentrism: Beginning Comparative Studies”. En: *Western Civilization with Chinese Comparisons*. Shanghai. [en línea]., Disponible en: <https://www.ucis.pitt.edu/ncta/pdffiles/MappingEthnocentrismexcerpt.pdf> [Accesado el día 30 de junio de 2018].
- Brotton, J. (2014) *Historia del mundo en 12 mapas*. España: Ed. Debate.
- Brown, L. (1979) *The story of maps*. USA: Dover Publications, Inc.
- Caballero, C. (2017) “Forma de la Tierra: gravedad e isostasia”. En: Facultad de Ciencias, UNAM. México. [en línea]., Disponible en: <http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/CT-ICT/24-Forma%20de%20la%20Tierra.pdf> [Accesado el día 29 de diciembre de 2017].
- Canter, F. (2002) “Small-scale map projection design”. [en línea]., Disponible en: [https://books.google.com.mx/books?id=8cR7yG5ohHoC&pg=PA196&lpg=PA196&dq=canters+projection&source=bl&ots=G8F\\_VmsKHE&sig=8ojMWDqdFrqLS1ViDnQT0FaTdn0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjVstqIhaHYAhVP\\_oMKHTbBjUQ6AEILjAB#v=onepage&q=canters%20projection&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=8cR7yG5ohHoC&pg=PA196&lpg=PA196&dq=canters+projection&source=bl&ots=G8F_VmsKHE&sig=8ojMWDqdFrqLS1ViDnQT0FaTdn0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjVstqIhaHYAhVP_oMKHTbBjUQ6AEILjAB#v=onepage&q=canters%20projection&f=false) [Accesado el día 29 de diciembre de 2017].
- Caire, J. (2002) *Cartografía Básica*. México: Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- Carrascal, I. (2007) *Metodología para el análisis e interpretación de los mapas*. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- Carrizo, J. (2011) Percepción y memoria: ¿Amigos o enemigos del aprendizaje?. Trabajo final del curso Neurociencias para docentes. Uruguay.
- Carto (2018). [en línea]., Disponible en: <https://carto.com> [Accesado el día 1 de abril de 2018].
- Catálogo histórico de libros de la SEP. México. [en línea]., Disponible en: <http://historico.conaliteg.gob.mx/content/common/consulta-libros/gb/?busqueda=true&nivelEscolar=2&grado=2&materia=&editorial=&tipo=&clave=&titulo=&autor=&selectedyear=1993&anio=1994> [Accesado el día 22 de diciembre de 2017].

Código países según ISO 3166/2 (2018) [en línea], Disponible en: [https://www.upct.es/relaciones\\_internacionales/prog/docs/Erasmus-14-15/iniciales\\_paises\\_iso.pdf](https://www.upct.es/relaciones_internacionales/prog/docs/Erasmus-14-15/iniciales_paises_iso.pdf) [Accesado el día 10 de agosto de 2018].

Compare Map Projections (2017) [en línea], Disponible en: [map-projections.net](http://map-projections.net) [Accesado el día 15 de julio de 2017].

CONAPO (2018) [en línea], Disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices\\_de\\_Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion) [Accesado el día 29 de agosto de 2018].

Crone, G. (1956) *Historia de los mapas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Davis, P. (2014) Cognición y aprendizaje: Reseña de investigaciones realizadas entre grupos etnolingüísticos minoritarios. 2da. Ed. SIL International. España [en línea], Disponible en: [file:///C:/Users/Pcere/Downloads/e\\_Book\\_50\\_Davis\\_Cognicion\\_y\\_Aprendizaje.pdf](file:///C:/Users/Pcere/Downloads/e_Book_50_Davis_Cognicion_y_Aprendizaje.pdf) [Accesado el día 14 de mayo de 2017].

De Miguel, R. (2017) “Visores cartográficos y sistemas de información geográfica para la enseñanza y el aprendizaje de la geografía en educación secundaria”. En: Aportaciones de la Geografía en el aprendizaje a lo largo de la vida. España: Universidad de Málaga. [en línea], Disponible en: [http://www.agegeografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2011\\_Aportaciones\\_Geografia.pdf](http://www.agegeografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2011_Aportaciones_Geografia.pdf) [Accesado el día 14 de mayo de 2017].

Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M. y Varela, M. (2013) “La entrevista, recurso flexible y dinámico”. En: Metodología de investigación en educación médica. México. Departamento de Investigación en Educación Médica, Facultad de Medicina, UNAM. [en línea], Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v2n7/v2n7a9.pdf> [Accesado el día 12 de febrero de 2018].

DSCOVER: EPIC. Earth Polychromatic Imaging Camera (2017). En: National aeronautics and Space Administration. [en línea], Disponible en: <https://epic.gsfc.nasa.gov> [Accesado el día 27 de enero de 2018].

Durán, D. (2011) “¿Para qué estudiar geografía en educación básica?” en Dirección General de Desarrollo Curricular (coord.), *Los retos de la Geografía en Educación Básica. Su enseñanza y aprendizaje*. México: Secretaría de Educación Pública.

Eckert, M. (1961) *Cartografía*. México: Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana.

Fallas, J. (2008) “Proyecciones cartográficas y datum”. En: Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional de Costa Rica. [en línea], Disponible en: [http://www.sirefor.go.cr/images/stories/contenidos/proyecciones\\_y\\_datum\\_2008\\_teoría.pdf](http://www.sirefor.go.cr/images/stories/contenidos/proyecciones_y_datum_2008_teoría.pdf) [Accesado el día 28 de diciembre de 2017].

- FAO (1990) “Cartografía de recursos marinos: un manual de introducción”. [en línea]., Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/T0390S/T0390S03.htm#ch3.5> [Accesado el día 28 de enero de 2018].
- Fernández-Coppel, I. (2018) “Localizaciones geográficas: el datum”. Universidad de Valladolid. España. [en línea]., Disponible en: <http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-datum.pdf> [Accesado el día 28 de noviembre de 2018].
- Furuti, C. (1997) “Cartographical Map Projections”. En: Map Projections. [en línea]., Disponible en: <file:///C:/Users/Pcere/Downloads/CartographicalMapProjection.pdf> [Accesado el día 27 de diciembre de 2017].
- Franco, S. y Valdez, E. (2003) *Principios básicos de cartografía y cartografía automatizada*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Geocart 3 (2009) “Geocart Projections”. En: Maphematics. USA. [en línea]., Disponible en: <https://www.maphematics.com/ProjectionsList.php> [Accesado el día 24 de enero de 2018].
- Gutiérrez, J. y Gould, M. (2000) *SIG: Sistemas de información geográfica*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Hannoun, H. (1977) “El niño conquista el medio”. [en línea]., Disponible en: <http://www.educacionfisica.com.ar/wp-content/uploads/2015/08/niño-conquista-medio-hannoun.pdf> [Accesado el día 10 de junio de 2018].
- Instituto Geográfico Nacional de Argentina (IGN) (2017) [en línea]., Disponible en: [http://ign.gob.ar/descargas/sig/dia\\_del\\_sig/sist\\_refygeorref.pdf](http://ign.gob.ar/descargas/sig/dia_del_sig/sist_refygeorref.pdf) [Accesado el día 19 de diciembre de 2017].
- (2018) “Mapas escolares”. En: Servicios. [en línea]., Disponible en: <http://www.ign.gob.ar/AreaServicios/Descargas/MapaMudos> [Accesado el día 02 de julio de 2018].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2017) [en línea]., Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/que\\_es\\_geoide.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/que_es_geoide.aspx) [Accesado el día 19 de diciembre de 2017].
- Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) (1962) “La Geodesia al alcance de todos”. Buenos Aires, Argentina. 77p.
- International Cartographic Association (ICA) (2017) “Maps & Emotions”. En: Commissions on Cognitive Issues in Geographic Information Visualization & Art and Cartography. Washington DC. [en línea]., Disponible en: <https://artcarto.wordpress.com/2016/08/29/call-for-participants-maps-and-emotions-workshop-28th-icc-2017/> [Accesado el día 17 de septiembre de 2017].
- Jenny, B., Patterson, T. y Hurni, L. (2008) “Flex Projector-Interactive Software for Designing World Map Projections”. En: Cartographic perspectives Number 59. [en línea]., Disponible

- en: [http://cartography.oregonstate.edu/pdf/2008\\_Jenny\\_etal\\_FlexProjector.pdf](http://cartography.oregonstate.edu/pdf/2008_Jenny_etal_FlexProjector.pdf) [Accesado el día 14 de julio de 2017].
- Jenny, B., Savric, B. y Strebe, D. (2016) “A computational method for the Hufnagel pseudocylindric map projection family”. En: *Cartography and Geographic Information Science*. [en línea], Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/296196627\\_A\\_computational\\_method\\_for\\_the\\_Hufnagel\\_pseudocylindric\\_map\\_projection\\_family](https://www.researchgate.net/publication/296196627_A_computational_method_for_the_Hufnagel_pseudocylindric_map_projection_family) [Accesado el día 27 de enero de 2018].
- Jenny, B. y Patterson, T. (2017) “Projection Gallery”. En: *Flex Projector*. US. [en línea], Disponible en: <http://www.flexprojector.com/gallery/gallery.html> [Accesado el día 26 de mayo de 2017].
- Jenny, B., Savric, B., Arnold, N., Marston, B. y Preppernau, C. (2017) “A Guide to Selecting Map Projections for World and Hemisphere Maps”. En: *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Choosing a Map Projection*. [en línea], Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/315857917\\_A\\_Guide\\_to\\_Selecting\\_Map\\_Projections\\_for\\_World\\_and\\_Hemisphere\\_Maps](https://www.researchgate.net/publication/315857917_A_Guide_to_Selecting_Map_Projections_for_World_and_Hemisphere_Maps) [Accesado el día 27 de enero de 2018].
- Jolly, F. (1979) *La cartografía*. Barcelona: Ed. Ariel.
- Jung, J. (2018) “Cropped Ginzburg VIII”. En: *Compare Map Projections*. [en línea], Disponible en: [map-projections.net](http://map-projections.net) [Accesado el día 15 de julio de 2017].
- Kiik, A. (2015) “Cartographic design principles and research”. En: *Cartographic design of thematic polygons: a comparison using eye-movement metrics analysis. Theory and related work*. Suecia: Lund University. [en línea], Disponible en: <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=5276896&fileId=5276898> [Accesado el día 27 de mayo de 2017].
- Klippel, A., Lee, P., Fabeikant, S., Montello, D. y Bateman, J. (2002) “The cognitive Conceptual Approach as a Leitmotif for Design”. En: *American Association for Artificial Intelligence*. [en línea], Disponible en: [www.geo.uzh.ch/~sara/pubs/klippel\\_etal\\_aaai05.pdf](http://www.geo.uzh.ch/~sara/pubs/klippel_etal_aaai05.pdf) [Accesado el día 14 de mayo de 2017].
- La Nación (2013) Agustín Rossi presentó un mapamundi centrado en la Argentina. [en línea], Disponible en: <https://www.lanacion.com.ar/1634898-disconforme-con-el-mapamundi-actual-agustin-rossi-presento-uno-centrado-en-argentina> [Accesado el día 02 de julio de 2018].
- Lapaine, M. y Usery, L. (2017) “9 Proyecciones cartográficas y sistemas de referencia”. [en línea], Disponible en: [https://icaci.org/files/documents/wom/09\\_IMY\\_WoM\\_es.pdf](https://icaci.org/files/documents/wom/09_IMY_WoM_es.pdf) [Accesado el día 29 de diciembre de 2017].
- Lobben, A. (2004) “Tasks, strategies, and cognitive processes associated with navigational map reading: A review perspective”. En: *Central Michigan University*. [en línea], Disponible en: [http://geog.uoregon.edu/amarcus/geog609/reserve/Lobben\\_PG\\_2004.pdf](http://geog.uoregon.edu/amarcus/geog609/reserve/Lobben_PG_2004.pdf) [Accesado el día 14 de mayo de 2017].

- Mapbender (2018). [en línea]., Disponible en: <https://mapbender3.org> [Accesado el día 1 de abril de 2018].
- Mapbox (2018). [en línea]., Disponible en: <https://www.mapbox.com> [Accesado el día 1 de abril de 2018].
- MapStore 2: GeoSolutions (2018). [en línea]., Disponible en: <https://mapstore2.geo-solutions.it/mapstore/docs/> [Accesado el día 1 de abril de 2018].
- Martin Fernández, L. (2009) OpenCourseWare (OCW) de la Universidad Politécnica de Madrid. [en línea]., Disponible en: [http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/TEMAS\\_6\\_7\\_Y\\_8\\_GEODESIA\\_COSMICA\\_CARTOGRAFIA/Sistemas\\_de\\_referencia0809.pdf](http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/TEMAS_6_7_Y_8_GEODESIA_COSMICA_CARTOGRAFIA/Sistemas_de_referencia0809.pdf) [Accesado el día 28 de diciembre de 2017].
- Martín, J. (1999) *Cartografía*. Madrid: Colegio oficial de ingenieros técnicos en topografía.
- Martín, J. y Vázquez, Ma. L. (2011) “La maqueta como recurso didáctico en geografía”. En: *Aportaciones de la Geografía en el aprendizaje a lo largo de la vida*. España: Universidad de Málaga. [en línea]., Disponible en: [http://www.age-geografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2011\\_Aportaciones\\_Geografia.pdf](http://www.age-geografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2011_Aportaciones_Geografia.pdf) [Accesado el día 14 de mayo de 2017].
- Martín, J. (2015) “Historia de las proyecciones cartográficas”. *Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN)* [en línea]., España, Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). [en línea]., Disponible en: <http://rodbermaps.files.wordpress.com/2015/historiaproyeccionescartograficas.pdf> [Accesado el día 6 de marzo de 2017].
- Mateo, J., Sánchez, F. y Valera, F. (1996) *La cartografía como experiencia didáctica en educación secundaria obligatoria*. España: Servicio de Publicaciones Universidad de Murcia.
- Mirerri, R., Cerati E. y Coronel, L. (2012) *Cartografía matemática*. Argentina: Universidad Nacional del Litoral.
- Montello, D. (2002) “Cognitive Map-Design Research in the Twentieth Century: Theoretical and Empirical Approaches”. En: *Cartography and Geographic Information Science*, Vol. 29, N. 3. USA. [en línea]., Disponible en: [https://pdfs.semanticscholar.org/5301/6d875dbb726500fe2a0fffd9422b71acc3f5.pdf\\_ga=2.69618900.578263](https://pdfs.semanticscholar.org/5301/6d875dbb726500fe2a0fffd9422b71acc3f5.pdf_ga=2.69618900.578263) [Accesado el día 16 de marzo de 2017].
- Morales, L. (2004) *Los retratos del mundo*. En *Ciencias* 74, abril-junio, 42-55. [en línea]., Disponible en: [www.revistaciencias.unam.mx/es/79-revistas/revista-ciencias-74/639-los-retratos-del-mundo.html](http://www.revistaciencias.unam.mx/es/79-revistas/revista-ciencias-74/639-los-retratos-del-mundo.html) [Accesado el día 20 de junio de 2017].
- Morga, L. (2012) *Teoría y técnica de la entrevista*. México. Red Tercer Milenio. [en línea]., Disponible en: [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/salud/Teoria\\_y\\_tecnica\\_de\\_la\\_entrevista.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/salud/Teoria_y_tecnica_de_la_entrevista.pdf) [Accesado el día 20 de mayo de 2018].

- National Geographic Society (2017) “Spatial Thinking and Maps Skills in Young Children”. En: Map Skills for Elementary Students: Spatial Thinking in Grades preK-6. [en línea]., Disponible en: <http://www.nationalgeographic.org/education/map-skills-elementary-students/> [Accesado el día 23 de mayo de 2017].
- Navarro, J. (2011) “¿Qué enseñar y aprender de geografía en educación básica en México?” en Dirección General de Desarrollo Curricular (coord.), *Los retos de la Geografía en Educación Básica. Su enseñanza y aprendizaje*. México: Secretaría de Educación Pública.
- OCDE (2005) La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo. [en línea]., Disponible en: <http://deseco.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dscexecutivesummary.sp.pdf> [Accesado el día 11 de noviembre de 2018].
- Ochaíta, E. (1983) “La teoría de Piaget sobre el desarrollo del conocimiento espacial”. En: Estudios de Psicología. Número 14. España: Universidad Autónoma de Madrid [en línea]., Disponible en: [Dialnet-LaTeoriaDePiagetSobreElDesarrolloDelConocimientoEs-65886.pdf](http://dialnet-LaTeoriaDePiagetSobreElDesarrolloDelConocimientoEs-65886.pdf) [Accesado el día 04 de junio de 2018].
- ODT Maps (2006) “Many ways to see the world”. En: ODT Maps. USA. [en línea]., Disponible en: [www.odtmaps.com/detail.asp?product\\_id=HDP-NI-21x33-F](http://www.odtmaps.com/detail.asp?product_id=HDP-NI-21x33-F) [Accesado el día 22 de junio de 2017].
- Ooms, K., De Maeyer, P., Dupont, L., Van der Veken, N., Van de Weghe, N. y Verplaetse, S. (2016) “Education in Cartography: What is the Status of Young People’s Map Reading Skills?”. En: Cartography and Geographic Information Science. Belgica: Department of Geography, Guent University. [en línea]., Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15230406.2015.1021713> [Accesado el día 26 de enero de 2018].
- OSGeo Live (2018). [en línea]., Disponible en: <https://live.osgeo.org/en/index.html> [Accesado el día 1 de abril de 2018].
- Propin, E. (2003) *Teorías y métodos en geografía económica*. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- Raisz, E. (1985) *Cartografía general*. Barcelona, Ediciones Omega, S. A.
- Robinson, A., Rondall, D., Joel, L. y Phillip, C. (1987) *Elementos de cartografía*. Barcelona: Ediciones Omega, S. A.
- Ruiz, J. (2017) “La contribución de la geografía a la adquisición de las competencias básicas en la educación secundaria obligatoria”. En: Aportaciones de la Geografía en el aprendizaje a lo largo de la vida. España: Universidad de Málaga. [en línea]., Disponible en: [http://www.age-geografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2011\\_Aportaciones\\_Geografia.pdf](http://www.age-geografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2011_Aportaciones_Geografia.pdf) [Accesado el día 14 de mayo de 2017].
- Salitchev, K. (1979) *Cartografía*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

- Sánchez, P. y Bustamante, O. (1935) *Apuntes de cartografía*. México: Secretaría de Agricultura y Fomento.
- Santamaría, J. (2011) “La cartografía y las proyecciones cartográficas”. En: Universidad de la Rioja. [en línea], Disponible en: [file:///C:/Users/Pcere/Downloads/Dialnet-LaCartografiaYLasProyeccionesCartograficas-492575%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pcere/Downloads/Dialnet-LaCartografiaYLasProyeccionesCartograficas-492575%20(1).pdf) [Accesado el día 23 de diciembre de 2017].
- Santander, M. (2013) “La proyección quincuncial de Peirce (y) V: y recubrimientos ramificados”. En: Una vista circular. [en línea], Disponible en: <https://unavistacircular.wordpress.com/2013/12/18/la-proyeccion-quincuncial-de-peirce-y-v-y-recubrimientos-ramificados/> [Accesado el día 05 de agosto de 2017].
- Savric, B., Jenny, B., White, D. y Strebe, B. (2015) “User preferences for world map projections”. En *Cartography and Geographic Information Science*. USA: Taylor & Francis Group. [en línea], Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15230406.2015.1014425> [Accesado el día 16 de junio de 2017].
- Sebastiá, R. y Tonda, E. (2017). “Análisis de la revista *didáctica geográfica* durante la segunda época”. En: *Aportaciones de la Geografía en el aprendizaje a lo largo de la vida*. España: Universidad de Málaga. [en línea], Disponible en: [http://www.age-geografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2011\\_Aportaciones\\_Geografia.pdf](http://www.age-geografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2011_Aportaciones_Geografia.pdf) [Accesado el día 14 de mayo de 2017].
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (1972) “Plan de estudios y programas”. En: *Educación primaria*. México. [en línea], Disponible en: [file:///C:/Users/Pcere/Downloads/Plan de estudios y Programas 1972%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pcere/Downloads/Plan_de_estudios_y_Programas_1972%20(1).pdf) [Accesado el día 10 de enero de 2018].
- (1993) “Plan y Programas de Estudio de Educación Básica. Primaria”. En: Dirección General de Materiales y Métodos Educativos de la Subsecretaría de Educación Básica y Normal. México. [en línea], Disponible en: [http://educacionespecial.sepdf.gob.mx/escuela/documentos/formacionactualizacion/CM/PPE\\_EBPrimaria.pdf](http://educacionespecial.sepdf.gob.mx/escuela/documentos/formacionactualizacion/CM/PPE_EBPrimaria.pdf) [Accesado el día 10 de enero de 2018].
- (2009) “Puntos de continuidad y cambio o novedad respecto al plan y programas anteriores”. En: *Reforma integral de la educación básica. Planes y programas de estudio de 1993 y 2009. (Puntos de continuidad y/o cambio)*. México. [en línea], Disponible en: [http://www.tecpuruandiro.edu.mx/Calidad/pdfs/ssgc\\_Documentos\\_externos/Planes\\_Programas\\_de\\_Estudio\\_1993\\_2009.pdf](http://www.tecpuruandiro.edu.mx/Calidad/pdfs/ssgc_Documentos_externos/Planes_Programas_de_Estudio_1993_2009.pdf) [Accesado el día 10 de enero de 2018].
- (2009) “Geografía”. En: *Plan de estudios 2009. Educación básica primaria. Etapa de prueba*. México. [en línea], Disponible en: <https://efmexico.files.wordpress.com/2008/02/plan-de-estudios-primaria-2009.pdf> [Accesado el día 11 de noviembre de 2018].
- (2011) “Plan de estudios 2011. Educación Básica”. México. [en línea], Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan de Estudios 2011 f.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan_de_Estudios_2011_f.pdf) [Accesado el día 06 de enero de 2018].

- (2017) “Plan y programas de estudio para la educación básica”. En: Aprendizajes clave para la educación integral. México. [en línea]., Disponible en: [http://www.aprendizajesclave.sep.gob.mx/descargables/APRENDIZAJES\\_CLAVE\\_PARA\\_LA\\_EDUCACION\\_INTEGRAL.pdf](http://www.aprendizajesclave.sep.gob.mx/descargables/APRENDIZAJES_CLAVE_PARA_LA_EDUCACION_INTEGRAL.pdf) [Accesado el día 06 de enero de 2018].
- (2018) “Catálogo histórico de libros de texto gratuitos 1960-2017”. [en línea]., Disponible en: <https://historico.conaliteg.gob.mx/content/common/consulta-libros-gb/> [Accesado el día 18 de enero de 2018].
- Sevilla, M. (2012) “Historias de matemáticas-Introducción histórica a la Geodesia”. En: Revista de investigación. Pensamiento matemático. Universidad Complutense, Madrid. [en línea]., Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/253045493\\_Introduccion\\_Historica\\_a\\_la\\_Geodesia](https://www.researchgate.net/publication/253045493_Introduccion_Historica_a_la_Geodesia) [Accesado el día 10 de diciembre de 2018].
- Sluter, R. (2001) “New theoretical research trends in cartography”. En: Revista Brasileira de Cartografía, N° 53. USA: Departamento de Geografía, Universidad de Kansas. [en línea]., Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/26467883\\_NEW\\_THEORETICAL\\_RESEARCH\\_TRENDS\\_IN\\_CARTOGRAPHY](https://www.researchgate.net/publication/26467883_NEW_THEORETICAL_RESEARCH_TRENDS_IN_CARTOGRAPHY) [Accesado el día 15 de diciembre de 2018].
- Snaider, P. (2010) “Técnicas en geografía I”. En: Revista Geográfica Digital. IGUNNE. *Proyecciones cartográficas y sistemas de referencia*. Argentina: Facultad de Humanidades. [en línea]., Disponible en: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo13/archivos/snaider10.pdf> [Accesado el día 10 de diciembre de 2017].
- Snyder, J. y Voxland, P. (1989) *An Album of Map Projections*. Washington: USGS. [en línea]., disponible en: <https://pubs.usgs.gov/pp/1453/report.pdf> [Accesado el día 10 de marzo de 2018].
- Sobji Abdel Hakim (1991) “La cartografía árabe: atlas, caminos y reinos”. En: El correo de la UNESCO. *Mapas y cartógrafos*. Francia: UNESCO. [en línea]., Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000885/088517so.pdf> [Accesado el día 11 de mayo de 2017].
- Sordo, M. (2011) “¿Cómo aprender geografía en educación básica en México?” en Dirección General de Desarrollo Curricular (coord.), *Los retos de la Geografía en Educación Básica. Su enseñanza y aprendizaje*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Souto, X. (2011) “¿Por qué estudiar geografía en educación básica?” en Dirección General de Desarrollo Curricular (coord.), *Los retos de la Geografía en Educación Básica. Su enseñanza y aprendizaje*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Shadedrelief [en línea]., disponible en: [http://www.shadedrelief.com/NE\\_proj/](http://www.shadedrelief.com/NE_proj/) [Accesado el día 22 de marzo de 2017].
- TargetMap (2018). [en línea]., Disponible en: <https://www.targetmap.com> [Accesado el día 1 de abril de 2018].

Turco, C. (1968) *Los mapas*. Argentina: Ed. Universitaria de Buenos Aires.

UNESCO (1991) “Editorial”. En: El correo de la UNESCO. *Mapas y cartógrafos*. Francia: UNESCO. [en línea], Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000885/088517so.pdf> [Accesado el día 11 de mayo de 2017].

----- (2015) Replantear la educación ¿Hacia un bien común mundial?. Francia. [en línea], Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002326/232697s.pdf> [Accesado el día 11 de noviembre de 2018].

Walbert, D. (2010) “Map skills and higher-order thinking”. En: UNC School of Education. USA: North Carolina University. [en línea], Disponible en: <http://www.learnnc.org/lp/editions/mapping/6439> [Accesado el día 1 de abril de 2017].

## ANEXO

Entrevista aplicada a los estudiantes de quinto grado de primaria

1. ¿Cuál de estos mapas crees que se asemeja más a la forma de la Tierra?

<input type="checkbox"/>					
1	2	3	4	5	6

2. ¿En cuál de estos mapas puedes ver con mejor claridad los continentes de la Tierra?

<input type="checkbox"/>					
1	2	3	4	5	6

3. ¿En cuál se ve mejor México?

<input type="checkbox"/>					
1	2	3	4	5	6

4. Tomando en cuenta la forma de la Tierra y que se vean mejor los continentes, ¿Qué mapa te gusta más?

<input type="checkbox"/>					
1	2	3	4	5	6

¿Por qué?

5. ¿Te gusta que México sea representado en el centro del mapa?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si	No

6. Observa que países se cortan y anótalos.

7. ¿Aprenderías mejor si ves la forma completa de los países?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si	No

¿Por qué?

8. ¿Te gusta que el mapa tenga países divididos?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si	No

¿Por qué?