



*Aproximación histórica a través de la relación Arte- ciencia para el estudio de la óptica desde la perspectiva de Leonardo Da Vinci y sus aportaciones a la Física.*

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE LICENCIADA EN FISICA

**Alejandra Villanueva Rojas**  
**Asesor: Juan Carlos Orozco**

**Línea de profundización: Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural.**

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE FISICA**  
**2022**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios, a mi abuela que, en el cielo está, a mi madre que siempre ha estado ahí conmigo, a mi tía, a mis profesores, a la profesora Rusby Malagón, a Daniel Cardona, a mi asesor Juan Carlos Orozco que con sus valiosos aportes hizo posible el desarrollo de esta investigación.*

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCION

<b>1. CAPITULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
1.1 ANTECEDENTES.....	5
1.2 JUSTIFICACION.....	7
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
2.1 Objetivo general.....	8
2.1.1 Objetivos específicos .....	9
<b>3. CAPITULO 2.....</b>	<b>9</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 CONTEXTO HISTORICO</b>	
3.1.1 Una mirada de la ciencia a través del arte.....	9.
3.2 Aspectos a considerar en torno al concepto de ciencia .....	13
3.3 Una aproximación al Renacimiento del siglo XV y XVI.....	14
3.4.1 Contexto político, religioso: El mecenazgo .....	15
3.4.2. El humanismo como corriente filosófica en la Italia del siglo XV.....	15
3.5. El científico Leonardo Da Vinci y el ideal renacentista .....	16
3.6. La pedagogía de Leonardo.....	16
3.6.1 Leonardo Da Vinci y su interés entre arte y ciencia .....	19
3.6.2. Leonardo y su interpretación del ojo.....	20
3.6.3. Análisis de la perspectiva bajo la influencia de Leonardo Da Vinci.....	23
3.6.4. Alberti y su análisis de la perspectiva visual.....	26
3.6.5. Análisis de la perspectiva lineal: un recorrido histórico desde Brunelleschi a Leonardo.....	27
<b>4. CAPITULO 3.....</b>	<b>39</b>
4.1. Una mirada a partir de la aproximación histórica de las relaciones arte-ciencia para la enseñanza de la física.....	39
4.2. Descripción y elaboración de la propuesta artística ilustrada en relación con las aportaciones científicas de Leonardo Da Vinci.....	40
4.3. Contextualización histórica del interés de Leonardo por la óptica(perspectiva) y algunos fenómenos de la naturaleza a través de la ilustración artística.....	41

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>51</b>
<b>LISTA DE IMÁGENES.....</b>	<b>54</b>

# CAPITULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

## 1. Planteamiento del problema

Dentro del campo de la física es notorio como muchos de los conceptos se presentan de una manera aislada con respecto a la comprensión de estos, pues se limitan a la solución de ejercicios de índole matemático que para muchos estudiantes pueden resultar confusos sin ofrecerles una forma de enseñanza en la que se establezcan relaciones con su entorno, tanto cultural, social, así como de otras índoles.

Es por ello, que se hace necesario abordar en nuevas formas de enseñanza que apuesten hacia la comprensión y adquisición de conceptos y teorías dentro de la ciencia de tal manera que establezcan una mirada hacia el desarrollo de habilidades y capacidades creativas en los estudiantes.

El marco metodológico se caracteriza por realizar un análisis descriptivo detallado a través de la investigación de distintas fuentes del conocimiento, para el caso de establecer la relación entre física y arte y como puente para el desarrollo del sujeto en el pensamiento científico desde estos dos campos del saber, es por ello que se hace necesario:

plantear una función positiva puesta a la luz de la historia de la ciencia en la construcción del conocimiento y que implica un dialogo permanente entre la historia y la filosofía de las ciencias, disciplinas que, a su vez, deben ser reconstituidas como campos que reclaman un estatuto autónomo, frente a la historia de la cultura y a la historia de la filosofía.

así también resaltar como los estudios sobre historia y filosofía de las ciencias, bajo el contexto de prácticas educativas, tienen como perspectiva que los elementos derivados del análisis epistemológico de la actividad científica en su basta complejidad contribuyan a la formación de una imagen crítica de la ciencia. (Orozco, J.2005)

Por esta razón se hace imprescindible destacar el papel de los estudios epistemológicos puesto que ofrecen un contexto cultural más amplio al maestro de ciencias y aportan a la profundización en el análisis y comprensión de los distintos procesos inherentes dentro de la actividad científica.

Contribuyendo de esta manera a una mejor comprensión de los distintos problemas que se abordan dentro de ciencias como la física.

Cabe destacar la mirada de María Mercedes Ayala en su artículo: *Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades*, donde expone importantes visiones sobre la historia de las ciencias a través de las siguientes líneas:

La historia se ha planteado como un recurso para el trabajo del maestro en ciencias, desde distintos planos, desde el plano del conocimiento científico, pasando por un plano de rescate de argumentos en donde juega la razón, a un plano de estrategia didáctica en la medida en que el establecimiento de paralelos entre el conocimiento científico y el conocimiento individual permiten establecer elementos para el desarrollo de actividades en el aula, tendientes a facilitar la implementación de un enfoque constructivista o facilitar

la comprensión de un concepto, de una ley o una teoría. (Ayala, M,2006), es por ello que, a través de un análisis de corte histórico, y a partir de las distintas relaciones existentes entre arte y ciencia y dirigidas hacia un enfoque transdisciplinar, se pretende manifestar como los seres humanos nos hacemos una imagen del mundo, por medio de distintas reflexiones y estudios epistemológicos, por esta razón surge la siguiente pregunta.

### **Pregunta problema:**

¿Cómo el estudio de las relaciones arte – ciencia, en la obra de Leonardo Da Vinci, aporta elementos para la comprensión de conceptos relacionados con los fenómenos ópticos, y cómo estos se logran articular dentro del proceso de aprendizaje de los estudiantes?

## **1.1. ANTECEDENTES**

Para abordar el desarrollo de esta investigación fue necesario consultar distintas fuentes del conocimiento para determinar la relación entre física y arte. Dentro de ellos cabe resaltar el texto de Olena Klimenko “*la física cuántica, el observador y la creatividad*” (2011), donde se resaltan aportes importantes de conceptos de física cuántica y su reflexión a la concepción del ser humano consigo mismo y con el mundo.

Por otro lado, destacar la importancia que sostiene Sergio Barbero Briones Científico titular del CSIC en el Instituto de Óptica en su artículo “*La óptica de Leonardo Da Vinci la mirada artística como intuición del pensamiento científico*” (2016). Cuya investigación pretende desarrollar la mirada artística, que pueda servir como estímulo a la intuición creadora de conocimiento científico, a través del ejemplo científico de Leonardo da Vinci, “en varias ocasiones sus hallazgos artísticos precedieron a su intuición científica sobre varios asuntos de óptica – sombras y penumbras, el azul del cielo, la pupila del ojo, etc.– lo cual respalda la reivindicación del arte como acicate para la creación científica”. (Barbero, S,2016)

Los aportes de Marco Navoni Franco Buzzi en su texto “Leonardo da Vinci y los secretos del código atlántico”, quien da a conocer las grandes ideas de este artista y científico renacentista, sus grandes contribuciones, en particular su visión de la realidad, y la relación entre arte y ciencia, así como su multitud de ilustraciones, su configuración de precisión y libertad, teoría y práctica. demostrando su método científico y técnicas de investigación, así como su praxis hermenéutica, ofreciendo de esta forma una configuración a las ciencias hacia una interdisciplinariedad de distintos campos del conocimiento, en especial para la comprensión de fenómenos físicos.

La investigación de Martin Kemp, en su texto “*La ciencia del arte, la óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat*” (2000), donde aborda en las principales temáticas de la teoría y la practica en cuanto al arte desde una perspectiva en torno a la óptica y como estas se ajustan a la geometría de la visión y la física del color dentro del pensamiento científico.

El enfoque que aborda Fritjof Capra en *“la ciencia de Leonardo: la naturaleza profunda de la mente del gran genio del Renacimiento (2007)*, donde ofrece un recorrido histórico en torno a la vida, obra y sus principales logros científicos, y como su ciencia se entiende con su arte

Cabe destacar también los aportes de Christian Wagner López, Profesor Titular universitario con destino en el Departamento de Física de la Materia Condensada de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cádiz. En cuya obra *“luz, arte y física “propone nuevas formas de enseñar y abordar la física partiendo de la investigación de los fenómenos físicos reproducidos por los pintores, presentándolo como un acercamiento al arte desde la física.*

También el enfoque que ofrece William Andrés Ovalle en su trabajo de grado *“La narración histórica ilustrada: hacia una contextualización histórica y biográfica del pensamiento newtoniano sobre el movimiento y gravitación” (2019)*, donde realiza importantes aportes en torno a la vida y obra de Issac Newton, así como de los distintos eventos que se abordan dentro del contexto histórico, político y cultural y dirigidos a la creación de índole artístico de una narración ilustrada.

## 1.2. JUSTIFICACION

Existe una preocupación por la forma en que se enseñan algunos conceptos de física, pues muchas de las ciencias nos ofrecen su conocimiento de una manera fragmentada, y son muy pocas las investigaciones que salen a la luz, sobre estas interrelaciones, y sobre todo para el caso de la física en relación con el arte.

Es por ello que se pretende ofrecer una mirada en torno a las relaciones arte- ciencia donde se pueda establecer un dialogo histórico entre estas dos áreas, de ahí que para el arte contemporáneo es importante establecer no solo la relación de la ciencia con el arte sino la relación con otras áreas del conocimiento y las distintas formas de socializar con la realidad (Massera,S.2008),antes de que se estableciera la división y los distintos límites entre el arte y la ciencia hacia el siglo XIX, se tenía que el sujeto que se ocupara de la investigación de conocimientos abordara no solo en un área del conocimiento en específico sino que tomara en relevancia el estudio de diversas áreas del conocimiento, surge entonces el interés en el sujeto investigador del renacimiento, puesto que en él se resalta su interés en la diversidad de conocimientos que ofrecen las distintas disciplinas, un ejemplo de ello se encuentra en Leonardo Da Vinci quien como artista y a su vez científico destacaba por su habilidad de interconectar distintas áreas del saber a través de la observación explorando en distintos fenómenos naturales que eran conocidos en su época. De ahí como lo resalta Fritjof Capra (2007), la doble función de los dibujos de Leonardo, como arte y como instrumento de análisis científico, nos muestra porque no es posible entender su ciencia sin su arte, ni este sin aquella. Validando la afirmación de que el dibujo comprende en sí mismo todas las formas de la naturaleza, para poner en práctica su arte, necesitaba de la comprensión científica de las formas de la naturaleza. (Capra, F,2007, p.29).

Tanto el arte como la actividad científica requieren de ese componente creativo puesto que para los avances científicos como para las producciones artísticas se hace

necesario de la imaginación como parte esencial en el surgimiento de nuevas formas de conocimiento.

Por otro lado, sobresale como ambas comparten situaciones en torno a su contexto social, político, y como estas se presentan en conexión con la sociedad misma, es por ello que el arte propone un diálogo directo con su entorno social para establecer nuevos espacios en torno a la reflexión y comprensión de diversas problemáticas relacionadas con la ciencia misma.

De este modo surge el concepto de apropiación como lo resalta Bourriaud (,2009 )“ no se trata de fabricar un objeto, sino de seleccionar uno entre los que existen y utilizarlo o modificarlo de acuerdo con una intención específica” (Bourriaud :2009), de ahí que el sujeto interesado en establecer una mirada distinta del conocimiento científico aborde en la idea de establecer su propio escenario cultural a partir de las investigaciones pasadas de donde pueda apropiarse de este para generar relaciones en torno a las distintas actividades tanto de artistas como de científicos.

Es así como sobresale temas como el trazado de la luz, propagación rectilínea de la misma, reflejos y refracciones que sufren sus rayos para estudiar instrumentos ópticos, bajo este contexto es asombroso como los cuadros pone de manifiesto este estudio. Simultáneo a ello nos inicia en el método científico con la observación, el planteamiento de hipótesis y la comprobación. (Wagner,2006)

Es así como el arte ofrece tanto herramientas como propuestas innovadoras que crean en el sujeto distintas reflexiones y como ente transformador. Para lograr en los estudiantes una formación integral y hacia una concepción científica posibilitando el desarrollo de sus capacidades de creación y como puesta hacia una respuesta eficaz en la comprensión de conceptos y fenómenos físicos presentes en la naturaleza.

El docente necesita reflexionar sobre su quehacer pedagógico y de los aspectos que se incluyen como lo son los de ámbito sociocultural pues estos aportan elementos fundamentales para desarrollar procesos donde se apuesta a la reconstrucción de saberes, no solo desde sus propios conocimientos sino desde su entorno, y dialogo con otros grupos ajenos a su disciplina.

## **2. OBJETIVOS:**

### **2.1. Objetivo General**

Realizar un estudio de las relaciones arte y ciencia y las posibilidades que brinda para la enseñanza de las ciencias a partir del análisis de aspectos de la vida y obra de Leonardo da Vinci y sus relaciones con el conocimiento científico.



### **2.1.1. Objetivos específicos**

- Establecer la relación entre conceptos ópticos y la comprensión de estos hacia el arte y el papel de la física desde la perspectiva de Leonardo da Vinci.
- Realizar una aproximación histórica en torno a las relaciones arte – ciencia
- Describir los distintos aspectos que se incluyen dentro del contexto social, cultural, político, religioso para la época en la que Leonardo Da Vinci desarrollo su obra.
- Elaborar un análisis de las teorías que tenía Leonardo con respecto a las explicaciones sobre la visión y la perspectiva en la óptica clásica (perspectiva)
- Proponer estrategias para construir habilidades en el aprendizaje desde la construcción y reflexión en términos de la relación arte y ciencia, a partir de la elaboración de una propuesta de ilustración artística

## **3. CAPITULO 2**

### **3.1 MARCO TEORICO**

#### **3.1.1. Una mirada de la ciencia a través del arte.**

Al adentrarnos en la historia, y por ende participación del hombre a través de la manifestación de su pensamiento, el arte forma una parte integral de la cultura misma, es por esta razón que el arte no es definido como un producto secundario del desarrollo social si no como un elemento esencial en la formación de la sociedad, es por ello que ninguna actividad humana sobrevive tanto como la artística y nada de lo que sobrevive del pasado cobra tanta relevancia como el arte para poder comprender la historia del hombre.

Para este caso algunos artistas pretenden reflejar el mundo visible o crear de una mejor manera el mundo abstracto del espíritu.

En Europa, durante muchos siglos el interés fue de crear y mantener una tradición de realismo, mientras que en otras partes del mundo ha predominado el interés hacia distintas versiones de la realidad, expresada por medio de símbolos o distorsiones conscientes de los hechos reales. (Palau, J.,1992).

Bajo este contexto es importante resaltar cómo el arte dentro de la antigüedad grecorromana destacaba a través de los distintos recintos sacros y como estos obedecían a reglas matemáticas, que no solo se consideraban dentro de las miradas de orden estético sino como preceptos de orden sagrado.

Se tomaba de esta forma el diseño teniendo en cuenta el movimiento de los astros. “De esta manera el templo o microcosmos se situaba en concordancia con el universo o macrocosmos.” (Tomasini, M. 2015.p.1)

También como lo resalta María Cecilia Tomasini, en su texto *El orden matemático en la arquitectura de la antigüedad grecorromana (2015)*, donde mencionaba:

El diseño geométrico, la presencia del número a través de la proporción y la sintonía con los movimientos celestes otorgaban al espacio sagrado cierto orden que constituía un ideal de belleza. Estas concepciones arraigan en los principios místicos de la Escuela Pitagórica, cuyas ideas estéticas trascendieron su tiempo e influyeron en el arte y la arquitectura de los pueblos que habitaron la costa mediterránea de Europa en la Antigüedad Clásica. (Tomasini, M,2015, p.1).

De ahí la idea de Pitágoras en resaltar el concepto de armonía, definiéndola como el resultado de los contrarios, la unicidad de la multiplicidad es por ello por lo que los pitagóricos quisieron establecer una enorme importancia a todas las áreas del conocimiento y de la vida humana, entendiéndola de esta forma como el principio que permite ordenar el cosmos, entendiéndola como la base que establece el orden en los diversos elementos que conforman el mundo.

También es esencial como la visión abstracta de la armonía encontró aspectos de racionalidad y expresión de orden numérico dirigidos hacia la proporción matemática.

Definiendo entonces la proporción como: una relación entre partes diferentes de una totalidad, en donde se pone como ejemplo el pentagrama o estrella de cinco puntas donde se le consideraba como símbolo de armonía y como lo resalta Maria Tomasini (2015): la “forma y las medidas están regidas por el numero irracional  $\Phi = 1.618..$  que representa la proporción aurea” (Tomasini, M.2015), es por ello por lo que los pitagóricos consideraban a la proporción aurea, *como una cantidad a la vez bella y sagrada.*

De ahí que el arte como intuición puede dar cabida a un primer acercamiento de la realidad que logre localizar “objetos de estudio”, que se logran establecer mediante el método científico.

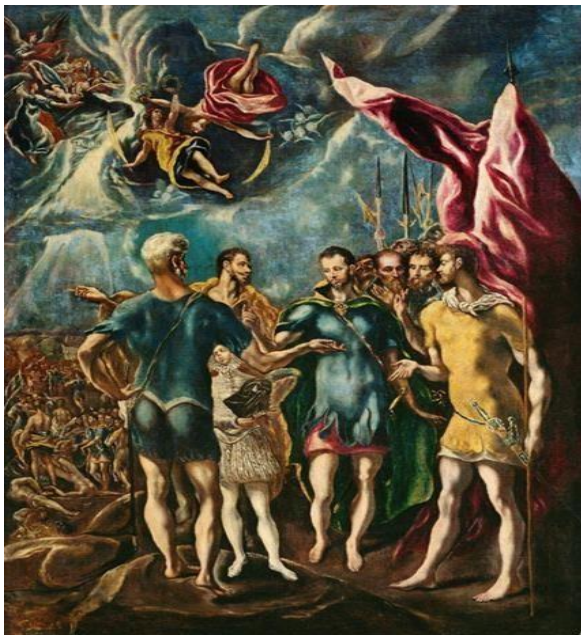
Ya para el Renacimiento hubo un cambio en la concepción del pensamiento dando entrada a la separación de los distintos oficios y las ciencias de las artes, introduciendo a la poesía considerada esta como un tipo de filosofía, otorgando una vital importancia en torno a la mirada que se tenía del arte, y el concepto de belleza que para la época se distinguía gracias a los distintos artistas de la Italia clásica. Surge entonces el ideal del “uomo universale” como lo resalta Elvia Montes de Oca (2011) en su texto *“Leonardo Da Vinci un gran artista del renacimiento” (2011)* donde resalta a través de las siguientes letras:

el “Uomo universale” se apoya en una educación universal para formar un hombre completo, un conocimiento universal no especializado ni parcial. Un ser armónico entre el desarrollo de la materia y el espíritu, alma-cuerpo a la manera de Platón; hombres capaces de convertir todas sus posibilidades-potencias en realidades-actos, a la manera de Alberti, Leonardo y Miguel Ángel. (p.3)

Con el surgimiento de la modernidad se da cuenta de la separación de los artistas de los técnicos, en donde los técnicos se centraban en los oficios manuales, mientras que los artistas adquirirían una mejor posición en torno a que se les describía como genios, donde son los artífices de obras arte y el tema fundamental era el manejo de la estética, involucrándose de este modo a los diversos conocimientos de índole intelectual.

Es por ello por lo que cabe resaltar la época renacentista en donde se manifiesta una relación bastante notoria entre artes y ciencias y en donde sobresalen importantes personajes que no solo fueron artistas sino reconocidos matemáticos, físicos e interesados en el estudio de la naturaleza en general.

Por otro lado, si nos adentramos hacia el periodo del Barroco, el cual se extiende por Europa durante el siglo XVII y parte del XVIII, se observa como en el campo de la filosofía sobresale una marcada influencia de pensadores como Descartes y Spinoza donde introducen una reflexión crítica e introduciendo la duda metódica, que se establece por medio del racionalismo. Es por ello que el periodo del barroco adquiere una vital importancia a la hora de establecer relaciones entre el surgimiento de nuevas formas de pensamiento entre el arte y su directa relación con la ciencia, ya que ofrece una gran variedad de aportaciones en cuanto al entorno cultural, y por supuesto se observa como el desarrollo de esas nuevas tendencias se encuentra a la par con el desarrollo de la ciencia, ofreciendo de este modo una nueva visión de la realidad; induciendo a los distintos artistas a ofrecer una visión más compleja del mundo circundante. Un ejemplo de ello es a través de los nuevos estilos artísticos como el manierismo, donde sobresale el hecho de exaltar el cuerpo humano, enfocándolo a través de extrañas exageraciones, alargando y modificando partes del cuerpo, reflejando sus propios sentimientos como lo resalta el Greco y Caravaggio. (fig.1).



***Fig.1. Obra sobre Lienzo del artista Dominikos Theotokopulos,  
El greco hacia (1541-1614)***

***Obra Martyrdom St. Maurice***

Es usual plantear una dicotomía en torno a la relación que existe ente el arte y la ciencia, bajo esta mirada encontramos como en el mundo científico existe una clara mirada a buscar la verdad (objetividad científica), si resaltamos los distintos trabajos que han sido producidos tanto por artistas como por científicos, pensaríamos que son contextos totalmente opuestos, llevados hacia

finos distintos. Pero si tratamos de buscar más los puntos en común que los unen tendremos nuevas formas en las que se establezca el conocimiento

Es por ello y como lo resalta Raquel Renno donde realiza una importante descripción a propósito de la relación sujeto, objeto y como maneja una correspondencia en torno al arte y a la ciencia, mencionando:

La división entre sujeto y objeto, o entre objetividad y subjetividad, no es una oposición directa, sino que se trata de distintas estrategias enunciativas. En una estrategia de discurso (la artística) se da más voz al sujeto, y en la otra (la científica) al objeto. (Renno, R.2011, p.2).

Resulta entonces, importante dar una nueva concepción en torno a la búsqueda que para la ciencia se considera como verdad, en donde se planteen las interrelaciones entre sujeto, objeto y como parte de un proceso sistemático donde se pueda adquirir conocimiento.

Esto no implica cambiar la esencia de cada área del conocimiento puesto que cada una ofrece importantes saberes dirigidos al desarrollo humano, así como lo define Lotman (1981):

No se trata de transformar la ciencia en cultura, o viceversa. Cuanto más arte sea el arte y más ciencia sea la ciencia, más específicas serán sus funciones y tanto más el diálogo entre ellas será posible y fecundo.

Es importante considerar como las ciencias a través del tiempo han manejado un carácter fragmentado del conocimiento en donde surge una necesidad histórica, y esta necesidad es lo que propone ampliar los límites y permitir el diálogo y por supuesto intercambio entre los diversos saberes y/o áreas del conocimiento. (Lotman,1981, p.28)

*Como lo propone Raquel Reno en su texto “La verdad está aquí dentro: relaciones y tensiones entre arte y ciencia” (2011), “hay ejemplos importantes de artistas que desarrollan un trabajo entre el taller y los laboratorios, proponiendo nuevas problemáticas para el arte y nuevas cuestiones para el ambiente científico.” (Renno, R.2011, p.3). Mediante esta mirada observamos como el arte tiene un lugar fundamental en la apropiación y comprensión de conocimiento, un ejemplo de ello es al apropiarse de las herramientas digitales y como las prácticas en laboratorio también generan avances en la comprensión de los procesos cognitivos y perceptivos.*

Para la cultura occidental existían una marcada relación entre el arte y las ciencias, resaltando una clara delimitación entre la actividad intelectual y el manual razón por la cual lo que hoy denominamos artes visuales (arquitectura, pintura, escultura, etc.), estaban consideradas "*técnicas*"<sup>1</sup> (Vicente, S.2003).

Lo que implica un saber hacer que para los antiguos y los medievales técnica y arte significaban destreza, es decir, la destreza que se requería para construir un objeto.

Distintos acontecimientos generaron nuevas modificaciones en torno al concepto que se tenía de arte, entre ellos la aparición de la fotografía, desplazando el papel que se tenía del arte en cuanto a la producción de imágenes, bajo este concepto el arte pasa a ser considerado como una nueva forma de conocimiento en donde se deja de lado la idea de considerarlo con la utilidad de reproducir imágenes de la realidad, es aquí donde tanto los artistas como los teóricos del arte se

---

<sup>1</sup> ("techné" en tiempos de los griegos y "artes mecánicas" durante el Medioevo)

plantean la idea de una epistemología del arte, donde se comprende como la filosofía del conocimiento y en relación con filosofía de la ciencia.

### **3.2 Aspectos para considerar en torno al concepto de la ciencia**

Según (Vicente, S. 2003) , se tenía presente la existencia de un único método científico en donde se abandona la idea de que el método científico es único y normativo , para pasar a uno de carácter metodológico pluralista, en donde las distintas áreas del conocimiento se hacen notorias en cuanto a que manejan cada uno sus propias metodologías, en donde enfoca como para las ciencias naturales queda reservado el ámbito cuantitativo, mientras que las ciencias sociales apelan hacia la construcción de metodologías cualitativas , y estos relacionados con los procedimientos de la naturaleza y los objetos que hacen parte de esta.(Vicente,S.2003).

La ciencia que resultaba encaminada hacia la búsqueda de la verdad empieza a transformarse en un entramado en donde ahonda distintas construcciones de índole teórico. Es aquí donde sobresalen las distintas miradas, un ejemplo de ello es Popper, en donde resalta como la actividad científica deja de estar ligada únicamente a reglas para pasar a una actividad de índole creativo, resaltando como el sentido del arte y ciencia adquieren múltiples relaciones.

Bajo estos preceptos y en un análisis en torno a la mirada que sobresale de Feyerabend en cuanto a la crítica que realiza sobre como la función del científico establece como no ha de limitarse solo mediante reglas universales y fijas, y que resulta de cierto modo poco realista e ignorando como la ciencia es una actividad compleja, realizada por un ser complejo en circunstancias históricas. (Vicente, S. 2003).

En donde toma en cuenta un análisis histórico en torno a la física mencionando: "La idea de un método que contenga principios científicos, inalterables y absolutamente obligatorios que rijan los asuntos científicos entra en dificultades al ser confrontada con los resultados de la investigación histórica." (Feyerabend: 1982 p. 18).

Existe entonces una concordancia en tanto el análisis que propone (Vicente, S. 2003) y en relación con lo que establece Feyerabend en torno a que el único principio que puede ser defendido es el relacionado en materia metodológica, en donde resalta “todo vale”, es decir que el científico no debe sentirse limitado, restringido a partir de un dogma o condicionamiento de índole metodológico. Sino que por el contrario plantea como lo menciona Feyerabend una libertad de creación artística y utilizarla como un medio para descubrir o cambiar las propiedades del mundo en que vivimos.

Entonces sobresale de este modo como el ámbito científico pareciera sujeto a leyes, normas herméticas, visto a través del tiempo y conforme condicionamientos metodológicos, a diferencia del arte que permite libertades de orden metodológico, bajo este contexto es importante resaltar como la actividad del científico debería ser llevada en consonancia con la libertad, como lo lleva planteado el artista.

Es ahí donde Feyerabend resalta las relaciones que sobresale en cuanto arte y ciencia, dando una versión distinta encaminada a la conceptualización de la ciencia, “si la ciencia supone la construcción tanto del objeto de conocimiento como del método más adecuado para interpretarlo, no hay muchas distinciones entre arte y ciencia.” (Vicente, s.2003). para este caso el arte ofrece una forma de analizar o comprender la realidad.

### 3.3. Una aproximación al Renacimiento del siglo XV y XVI

El renacimiento se caracterizó por ser un periodo cultural que se instauró hacia los siglos XV Y XVI en Italia, marcando una transición de la época medieval a la edad moderna, trayendo grandes cambios no solo a nivel artístico sino en las ciencias, letras y formas de pensamiento. De ahí lo importante resaltar como para el siglo XV Y XVI, se presentó una marcada división entre Italia y el resto de Europa, de donde se resalta la aparición del mundo grecorromano, con respecto al surgimiento de un movimiento gótico, consecuente a ello la aparecieron de otras corrientes como el clasicismo y el manierismo.

Cabe mencionar como el Renacimiento nace en la ciudad de Florencia Italia, donde logra extenderse a otros países, como Flandes, Países Bajos, Francia, Alemania, Portugal y España. Y como dentro de sus características más destacadas entra el papel que toma el artesano desplazándole su papel exclusivo en la técnica para tomar protagonismo en distintos aspectos puestos hacia la exaltación de sus distintas habilidades científicas así como de las diversas contribuciones culturales, otra interesante característica es la referida al antropocentrismo, donde se ve al hombre como el centro del universo, y como este toma protagonismo en el mundo del arte, a través de la anatomía humana.

Es así como el Renacimiento permite poner en contexto al mundo antiguo, con el hecho de hacer aparecer la cultura grecorromana, como lo define Buckhardt, se refiere al descubrimiento del mundo y del hombre, a la vida social, a la ética y la religión. Incorporándose un marcado interés por hacer notables, la observación científica, la naturaleza, la estética, y la creatividad. (Colomer,1997).

Según Buckhardt, reconoce como el renacimiento quiere traer el resurgimiento de Roma, trayendo consigo las reformas religiosas, donde pone de manifiesto dos interesantes concepciones; el renacimiento y la reforma, donde el ultimo se concibió como el conjunto de movimientos religiosos, iniciados hacia el siglo XVI.

Es por ello que tanto el Renacimiento como la reforma fueron dos fenómenos que surgieron como elementos imperativos hacia un camino en común, y este fue la liberación del espíritu, bajo esta misma línea el renacimiento contribuyo en buena medida hacia la Reforma Protestante, en distintos aspectos, dentro de los cuales sobresale: La interiorización de la fe, la lucha contra la escolástica, la crítica de la autoridad y de los abusos eclesiásticos. Cabe resaltar el análisis que realiza Eusebio Colomer (1997) en cuanto al Renacimiento en donde lo resalta como “un fenómeno de renovación y reformación espiritual para poder retornar a la antigüedad clásica.” (Colomer, E,1997). Sobresalía entonces el anhelo de plantearse nuevas formas de representación en la Italia del Renacimiento, caracterizada por volver a traer la imagen de índole artístico, que se venía manejando en un pasado.

Cabe mencionar como en la creación de algunas obras de arte, se guardaba cierta dependencia en relación con las características estéticas, ubicándolas también en torno al contexto moral y político de su tiempo. Es por ello que las distintas imágenes reproducidas a través del arte,

como lo fueron algunos santos, héroes, hacían parte fundamental dentro del acervo del sujeto para aquella época.

### **3.4.1. Contexto político, religioso: El mecenazgo**

En torno a este apartado se hace necesario destacar como en algunas obras de arte, permanecía un marcado interés en satisfacer los deseos del cliente, de ahí que sobresalen dos conceptos: el clientelismo, que se concibe de origen político, en donde se hace un énfasis en intercambios comerciales, tomando en cuenta dos partes, el patrono y el cliente. (Paoletti: Radke,2003)'

Todos estos intercambios suceden dentro de las sociedades de orden político, religioso y cultural y funcionaban para poder apaciguar posibles guerras, dentro de los territorios renacentistas.

El otro concepto hace referencia al *mecenatismo*, que en italiano significa mecenazgo, relacionándolo con una ayuda de carácter económico de parte de los llamados mecenas hacia los artistas. Resulta necesario poner en contexto como las diversas obras de arte , patrocinadas por distintos estamentos, como el estado, la religión o grupos de carácter público o privado se realizaban para mantener intereses de orden político y social, es por ello que los mecenas donaban a las iglesias , parte de las creaciones de los artistas, ya que de esta manera pensaban que recibirían favores del más allá, generando por consiguiente que todos estos intercambios artísticos concibieran un conjunto de conexiones entre las comunidades religiosas, los mismos mecenas y por supuesto los creadores de las obras.

### **3.4.2. El humanismo como corriente filosófica en la Italia del siglo XV**

Al abordar en el humanismo este se concibe como un pensamiento filosófico, de donde sobresale el hombre como su principal fuente de atención, para entender su concepto fue necesario dirigirse al siglo XV, donde se señalaba al termino humanismo, como perteneciente a la rama de las humanidades, y que se caracterizaba por dejar de lado las creencias religiosas.

Es así como este pensamiento enfoca sus concepciones a través del hombre y como centro del universo, cabe resaltar como de este modo se concibe dentro de las corrientes de origen europeo, que surgió en Italia a mediados del siglo XV, que adquirió notable importancia gracias a personajes bizantinos que acogieron aspectos influyentes como lo fueron la cultura, los valores y el idioma griego, todo ello tras la caída de Constantinopla en poder de los turcos en 1453. Es por ello que el humanismo adquiere notoriedad en tanto movimiento relacionado con el intelecto, es así como lo resalta Colomer (1997) “nació de los estudia humanitatis, siendo inicialmente un movimiento de origen erudito y literario.” (Colomer, E.1997)

A través de la historia, se ha venido definiendo el humanismo enmarcado dentro de lo “humano”, asociado a la palabra humanitas, como lo describe Colomer (1997) y que hacía referencia a la educación del hombre, que en los griegos se hacía llamar Paideia, de donde se pone en contexto sus lazos respecto a la filosofía; en el hecho de abordar en problemáticas de orden no solo humano sino moral.

Bajo esta mirada sobresale el sentido que tiene el humanismo, de donde se incluye el análisis propio del mismo ser, en donde se abordan distintas preguntas a propósito del sentido en la existencia del ser, como ¿Qué somos?, ¿cómo se define el bien?, es así como el humanismo se plantea no solo como un saber, sino una forma de ser, (Ramírez, 2000).

Es por ello por lo que adquiere gran importancia no solo a través de las acciones que realiza el hombre, sino a través de algunos aspectos como su esencia, donde se presenta una directa conexión con la conciencia, al lograr influir en aspectos como su libertad, su manifestación espiritual y ética. Otro aspecto a considerar es el que tiene que ver con el terreno artístico, es por eso que resulta esencial, en torno al hecho de incluir lo humano, por esta razón, el arte es considerado como una forma de expresión, una forma de lenguaje, una manera de transmitir acontecimientos de la realidad misma, de nuestro entorno, del mismo hombre, debido a que vive en medio de un conjunto cultural, donde los distintos productos artísticos así como sus diversas expresiones son un reflejo de la manera en cómo se identifica una sociedad.

### **3.5. El científico Leonardo Da Vinci y el ideal renacentista.**

Sus inicios en Florencia comenzaron a manifestar su gran talento, inteligencia, capacidad indagadora y de creación, así como una genialidad en su personalidad que lo hacían ver como un genio universal, *un destacado teorizador de las diferentes relaciones entre pintura y filosofía, mostrando como las distintas formas en que se manifiesta el espíritu, en relación consigo mismo y con la realidad se unen y se funden.*

Su reconocido interés tanto por el conocimiento como por la investigación, resaltan de manera clara su influencia tanto artística como de carácter científico. sus diversas aportaciones en el área de la pintura fueron predominantes en la evolución que para el arte se venía dando, dando a resaltar como sus investigaciones científicas, en anatomía, óptica e hidráulica, fueron de gran influencia en el desarrollo hacia la ciencia moderna.

Es de apreciar como Leonardo presenta un marcado interés por la naturaleza y las distintas leyes que de ella surgen, viéndola como un proceso de carácter experimental, en dependencia con lo que nuestros sentidos nos dejen observar a través de los diversos fenómenos que se manifiesten de ella.

Acudir a la experiencia como base del conocimiento en algunas ciencias de la naturaleza, empieza a marcar un cambio en la dirección que se tenía de la cultura medieval, como lo mencionaba Schibotto “es esencialmente especulativa o introspectiva, a la renacentista, sustentada en la observación y en la comprobación experimental.

Leonardo observa en las ciencias matemáticas, la base esencial para poder entender los distintos fenómenos es así como expone una dialéctica entre la experiencia y la razón, *uno de los rasgos distintivos del método de Galileo.*

Plantea entonces un interesante equilibrio entre un aspecto experimental y un orden matemático de los datos que surgen de la experiencia.



La naturaleza era considerada como un organismo sobre las bases de sus propias e intrínsecas razones o leyes, que obedecen, en primer lugar, a los principios de la necesidad y de la economía.

### 3.6 La pedagogía de Leonardo

Para la época del humanismo y después del renacimiento, se tuvo un notorio interés por los campos de índole educativo y los procesos de aprendizaje que dieron a conocer importantes experiencias de orden innovador.

Es ahí donde Leonardo ofrece un pensamiento sistemático, influido por su entorno cultural, y el contacto con la ciudad de Florencia, cuna del arte renacentista, donde otorga una gran importancia a la motivación, y como lo menciona: *el ingenio solo tiene cabida con constante ejercicio activo, exponiendo el carácter analítico y progresivo que posee el proceso de aprendizaje*, al mencionar como “el verdadero maestro es solo aquel que logra que sus discípulos lo superen. (Da Vinci, 14) Da Vinci se impone a través de un referente basado en el pensamiento complejo, ya que creía que el conocimiento se caracterizaba desde la transdisciplinariedad, es decir desde la unificación de distintas áreas, y con una marcada visión integradora.

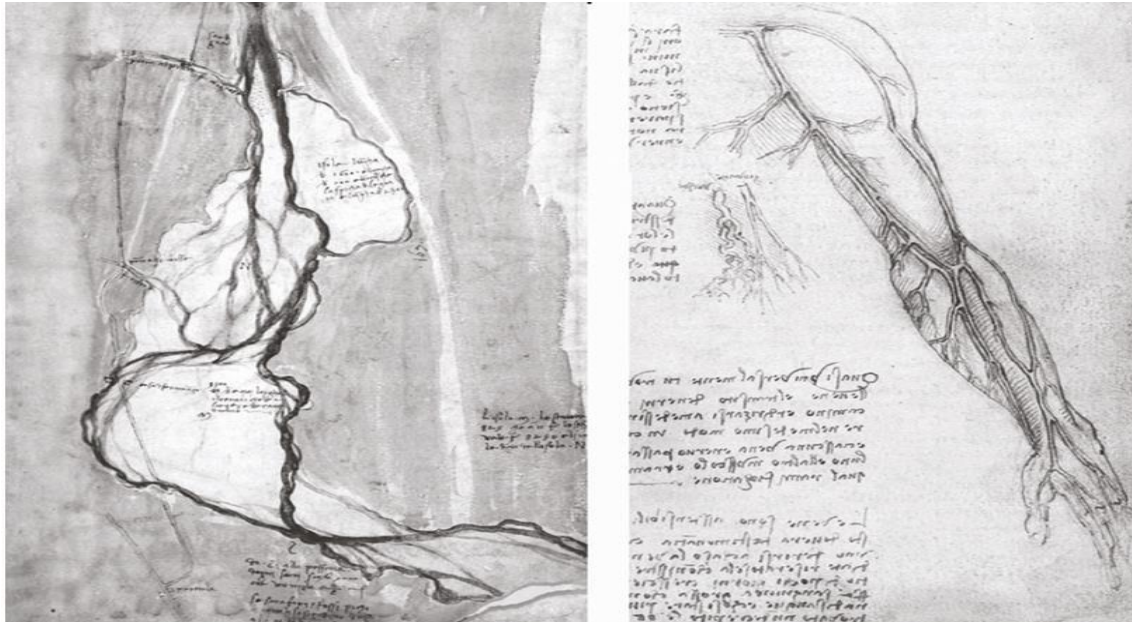
También refiere a como para entender algo, las formas de las cosas, primero hay que comenzar por sus componentes, y que resultaría imposible pasar a entenderlas sino se tiene en la memoria y en la practica el primero. “*Te recuerdo que debes aprender primero la precisión y después la rapidez*” (Da Vinci, 14)

Sobresale entonces, un principio dialógico que se aborda dentro del desarrollo del proceso intelectual entre los tipos de pensamiento existentes y la variedad en los estilos cognitivos. Destacando entonces, tres tipos de pensamiento, que forman parte de un adecuado desarrollo cognitivo y por consiguiente de carácter integral.

*El pensamiento divergente, convergente y analógico*, el pensamiento divergente es el que se caracteriza por la multiplicidad de ideas que se generan a partir de un solo tema, un ejemplo de ello, lo vemos en la ingeniería, el vuelo y algunos instrumentos de guerra. El caso del pensamiento convergente da a entender todo lo contrario, sobresaliendo de la multiplicidad de ideas a lo que resulta realmente esencial. Es por ello que encuentra relevante enmarcar la integración de estos dos pensamientos y que se abordan en el proceso creativo, para poder escoger dentro de una variedad de ideas, la que resulte más conveniente en pro de establecer la solución a un problema.

Se llega entonces al pensamiento analógico, en donde resulta importante resaltar las analogías que sobresalen a través de muy distintas temáticas, dejando claro la gran inventiva y creatividad que poseía Leonardo.

Un ejemplo de ello son las analogías que resaltaba al comparar al hombre con el mundo



**Fig.2 Analogía de la geografía de la tierra con el cuerpo humano. Fuente: códice Windsor (1458-1528) folio 55.**

*“Si el hombre está compuesto de agua tierra, aire y fuego, este cuerpo es análogo al mundo; lo mismo que el hombre tiene huesos, los soportes y el armazón de su cuerpo, el mundo tiene rocas; lo mismo que el hombre tiene el lago de la sangre, en el que los pulmones se hinchan y deshinchán durante la respiración, así el cuerpo de la tierra tiene sus mares oceánicos que de manera similar se levantan o descienden cada 6 horas con la respiración del mundo; lo mismo que en ese lago de sangre se originan venas que se ramifican por todo el cuerpo humano, de manera similar el mar oceánico llena el cuerpo de la tierra con infinitas venas de agua”;* (Da Vinci, L.1458).

Es claro como Leonardo , no sólo tomaba las concepciones que se tenían de la naturaleza como un ente aislado sino que de una manera brillante, lograba unificar esas distintas áreas del conocimiento en pro de ofrecer un entendimiento y soporte de los problemas que surgen en la misma, un ejemplo de ello lo ofrece en el anterior diagrama donde se resalta, una clara mirada sobre las analogías que se presentan en la geografía de la tierra y su relación con la anatomía humana, ofreciendo no solo una mirada desde su perspectiva científica, sino desde su conocimiento dentro de un proceso creativo, como lo son: la motivación, la perseverancia, la autonomía, el potencial de autorregulación, la capacidad de asombro, el inconformismo .(Goicovich,G.2014).

Es por ello que resulta imprescindible integrarlas dentro del proceso creativo, como claves dentro del aula y para lograr la innovación y creación de diversos proyectos de índole pedagógico, que puedan potenciar las habilidades de los estudiantes a nivel cognitivo.

Para poder entender este método creativo y que abarca una relación directa en torno al pensamiento complejo se hace necesario abordar en elementos que para Leonardo eran primordiales en el proceso de aprendizaje , en el siguiente diagrama se da a conocer la experiencia, como primera fuente del conocimiento, que para el caso incluye la práctica y la observación como métodos en el entendimiento de algunos fenómenos de la naturaleza, como segunda instancia se presenta el

entorno, tanto cultural, social, como de índole histórico, que influyo en Leonardo, debido a su estancia en la ciudad de Florencia, en donde fueron piezas fundamentales para el desarrollo de este pensamiento. Luego sobresale un proceso, sin el cual resultaría imposible llegar a la comprensión de las cosas, en el cual sobresalen el análisis y la observación de sus componentes.



### 3.6.1 Leonardo da Vinci y su interés entre arte y ciencia

Leonardo nace en una ciudad llamada Vinci ubicada entre Florencia y Pisa, el 15 de abril de 1452, se destacó como un personaje del renacimiento, que resulto no solo destacado a través del arte sino por sus diversos aportes de índole científico, técnicos, poéticos, y también los relacionados con la filosofía.

De esta manera tanto Leonardo como los distintos artistas del renacimiento resaltan el valor de la imitación de la realidad y la naturaleza en toda obra artística. También es claro como los distintos artistas del renacimiento parten de una teoría fenoménica como lo resalta Elvia Montes de Oca (2005) donde aclara:

cómo es basada en la presencia física de las cosas para encontrar un acuerdo o armonía de las partes de un todo, la proporción, el orden que guardan entre sí.

Bajo este camino Leonardo ofrece una mirada en torno al hecho de poder primero conocer las distintas ciencias y llevarlas como herramientas claves para poder lograr la acción creadora del artista, es de resaltar como la mayoría de sus conocimientos provienen del italiano Andrea del Verriochio, donde adquirió saberes no solo en la pintura sino en otras áreas como la arquitectura, la matemática, la ingeniería y la filosofía.

También sobresale un ideal de belleza en su obra en alarde con sus ideas, incluyendo así las vivencias del personaje a quien retrata.

Un ejemplo de sus obras representativas fue la virgen de las Rocas, en donde se logran suaves y “naturales” transiciones de espacios través de áreas de color. Con base en líneas y colores se hacen distintos juegos de luces para dar idea de profundidad. (Montes, E.2005).

### 3.6.2. Leonardo y su interpretación del ojo

Al abordar en la relación que manejaba Leonardo en cuanto al ojo y la pintura, se menciona diez funcionalidades del ojo, sobresalían diez aspectos importantes: la luz, la oscuridad, el cuerpo, el color, la forma, la ubicación, la lejanía, la cercanía, la moción y el reposo.

Es por ello que una de las mayores relevancias en torno a la óptica en Leonardo Da Vinci fue la relacionada a la función que se tenía de la pupila de capturar las réplicas de los objetos, donde se resalta que no se produce en único punto sino toda la superficie pupilar. Es por ello que la potencia visual, es decir, la capacidad de producir sensación visual es mayor para los rayos que pasan por el centro de la pupila. Los rayos luminosos son enviados desde la “imprensiva al sensus communis donde son valorados” (Ms. D, folio 2v, Biblioteca Leonardiana, 2016)

Una de las principales experiencias visuales que sobresale es la percepción de contornos y bordes, donde Leonardo menciona a través de las siguientes líneas: “La presencia de un fondo impide ver con claridad el contorno de cualquier cuerpo” (Barbero, S.2016)

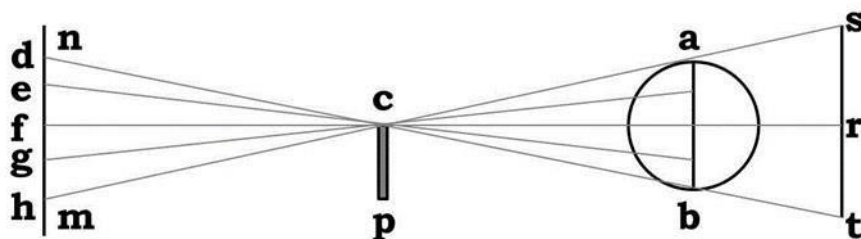


Fig. 3 Representación de la perspectiva de contornos (Barbero, S.2016)

(adaptado de ilustración Ms. D folio 10v)

Según esta representación un objeto que se encuentre en cp, con un transfondo nm y un ojo que lo observa cuya pupila es ab, donde ofrece una explicación en torno a que, si se observa a c, del objeto cp, podremos darnos cuenta de que inevitablemente llegarán rayos al ojo que provienen de nm, otorgando una explicación que se pone de manifiesto a continuación:

Del extremo inferior h un rayo incidirá en el borde superior de la pupila a, y, viceversa, por el punto más inferior de la pupila b pasará un rayo proveniente punto más superior del fondo d. Esto provoca que c no se vea como un único punto r sino como una mancha st<sup>7</sup>. (Barbero, S.2016)

A través de ello, hace alarde a la geometría, donde el tamaño de la mancha aumentara según se acerque al ojo, pero resaltando una contradicción en referencia con la perspectiva, donde resulta predecible que los objetos y/o cosas que se encuentran distanciadas se vean borrosas debido a una pérdida de la agudeza visual. Bajo el análisis de ese precepto, se considera como Leonardo Da Vinci, utilizo el camino contrario a la deducción y este fue la inducción. Por medio de esta experiencia fue notorio como Leonardo logro observar los bordes y como estos aparecían emborronados en la presencia de un fondo. (Barbero, S.2016)

Esta descripción en relación con la perspectiva, dan cuenta de la técnica figurativa utilizada por Leonardo: el *sfumato*, esta como técnica de pintura al óleo, fue inventada por los flamencos, consistiendo en la aplicación de finas capas de pintura con cierto nivel de traslucidez, resaltando como el ideal visual es dar a conocer la corporeidad, así como la plasticidad a las distintas figuras del cuadro, un acercamiento a ello es

en la obra la Virgen de las Rocas, donde logra crear una sensación de relieve y representar los atributos de la naturaleza.

Bajo esta mirada cabe destacar esta técnica y su utilización en el cuadro San Juan Bautista, el cual fue elaborado entre 1513 y 1516. En donde ahonda de manera excepcional las distintas técnicas tanto de sfumato como de claroscuro, *para recrear la percepción de volumen*, observando entonces como el personaje presente en el cuadro, así como en el fondo que lo acompaña, que se presenta totalmente oscuro y con unos pequeños contornos y que resulta para quien lo observa como si lograra salir del lienzo.



**Fig.4 obra san juan bautista, Leonardo Da vinci**

**Técnica: sfumato**

### **3.6.3 Análisis de la perspectiva (óptica clásica) según Leonardo Da Vinci**

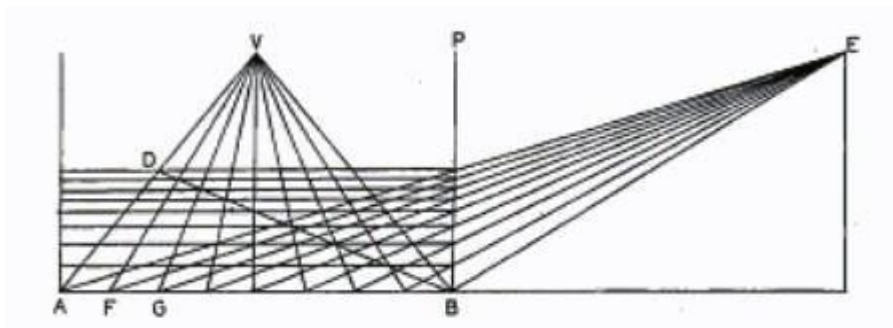
Resulta importante resaltar como en el estudio de la óptica, las primeras nociones que se tenía eran con respecto a la perspectiva, y estas adquieren una gran importancia hacia el siglo XV Y comienzos del XVI, en donde sobresalen importantes personajes dentro del renacimiento como lo fueron

Leonardo Da Vinci, quien consideraba que tanto las ciencias de orden físico como las artes pertenecían a un mismo conjunto en común, *de un continuum de causas y efectos* (Kemp, M.2000.)

Es por ello importante abordar en las temáticas más sobresalientes y por las cuales siguió un estudio descriptivo, que se manifiesta como sigue:

- técnica de perspectiva de los artistas en la teoría y en la practica
- geometría de los rayos visuales y la intersección en cuanto su relación con cuestiones de tamaño, considerando las variables de posición del espectador, plano y objeto.
- Instrumentos relacionados con el estudio de la visión y la perspectiva de los artistas
- Estudio de la óptica a través de las propiedades del ojo (Kemp, M.2000)

Todos ellos en donde hace especial alarde en torno a el concepto de perspectiva, para poner de manifiesto como guarda una relación con la demostración racional, haciendo énfasis a través de la experiencia, confirma que las imágenes de todas las cosas se transmiten al ojo por líneas piramidales. ‘‘Los cuerpos de igual tamaño determinarán ángulos mayores o menores en sus pirámides, según las diferentes distancias entre uno y otro. Por pirámides de líneas quiere decir las que parten de los extremos de la superficie a los cuerpos y convergen por encima de una distancia hasta unirse en un punto único. Se dice que el punto no se puede dividir en partes, y tal punto localizado en el ojo, recibe todos los puntos de las pirámides’’ (Kemp, M.) (M.S A Richter 100)



**Fig.5 ‘‘Construcción de perspectiva, según la demostración de Leonardo Da Vinci**

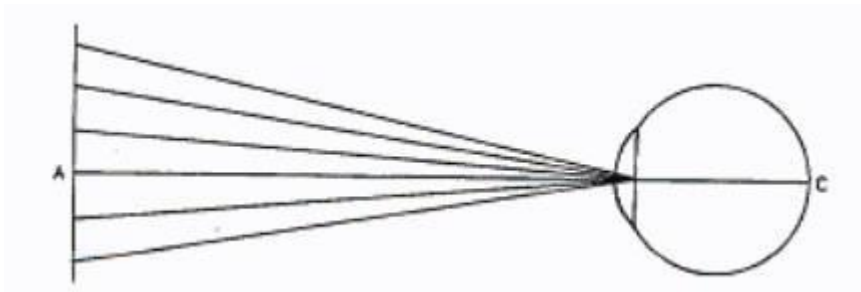
E: observador

V: punto de convergencia de las ortogonales desde A, F, G etc.

E se une a F, G, etc. Donde AE, FE, GE, intersecan PB, se dibujan horizontales, la diagonal BD, es la proyección de la diagonal resultante.’’

Bajo esta mirada se resalta como surgió una ley que sobresale del análisis donde se resalta: si la distancia del ojo al plano permanece constante, el tamaño del objeto en el plano es inversamente proporcional a la distancia del ojo al objeto. (Kemp, M.2000)

En este contexto, Leonardo ofrecía un enfoque en torno a la armonía visual, en donde también se destaca su interés por los principios ópticos en los procedimientos geométricos. Es por ello que se resaltan las primeras notas que se conocen sobre la perspectiva, en donde dibuja un ojo rudimentario que diseño de acuerdo con la pirámide albertiana. A través de la siguiente imagen.



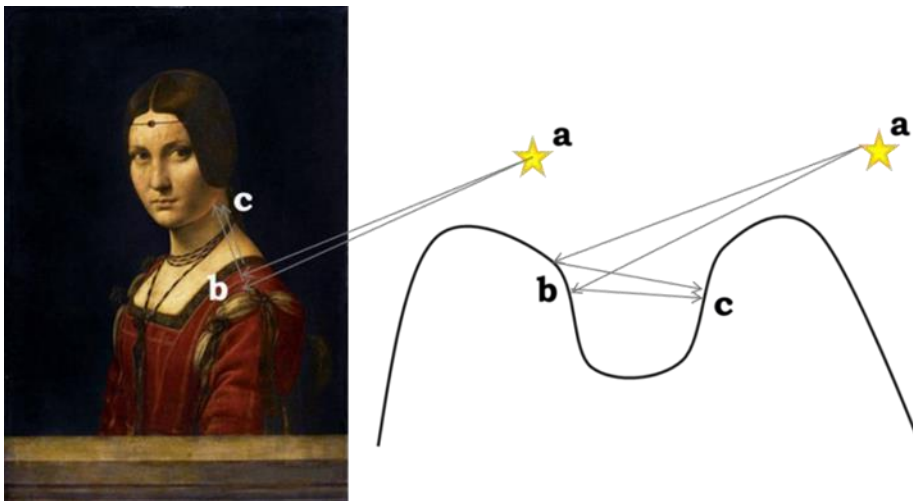
**Fig.6 Sistema óptico del ojo según Leonardo Da Vinci**

**El rayo que pasa por el eje central AC resultara más intenso. (Kemp, M.2000)**

Leonardo utilizaba un enfoque en torno a la relación que presentaba la óptica, en relación con la reflexión de la luz, relacionándolo con el color de las sombras, donde explica: “Éste se produce porque a la zona de sombra llegan conos de luz provenientes de la reflexión de objetos próximos de distinto color: “la sombra participa siempre del color del cuerpo que la engendra” (Biblioteca Real Castillo de Windsor folio 19076r, Da Vinci, 2004, p. 243) (Barbero, S.). Donde describe como estos no solo transmiten la información de la forma de los objetos que los engendran, sino de su color.

En torno a ello se hace una descripción en donde se refiere a como en algunas situaciones algunas partes de un cuerpo solo se pueden ver por la iluminación indirecta que se refleja en otra parte del cuerpo, en ese caso se ve la parte del cuerpo, del color del rayo incidente.

En donde se da un ejemplo de ello a través de la pintura *La belle ferronière* (c. 1490-1495). Describiendo como un reflejo rojizo, que equivale a un punto c, se visualiza en la parte inferior de la mejilla izquierda, proviene del reflejo de la luz, sobre el vestido rojo parduzco.



**Fig.7 *La belle ferronière* Ms. Ashburnham I folio 32v (Barbero, S.2016)**

Todo ello a través de la descripción: Si a es la luz y b está iluminado por la línea de esa luz, c, que la luz no puede ver, ve tan solo la parte iluminada que, supongámoslo así es roja. En tal caso, la luz reflejada por ella se asemejará a la superficie que la causa y teñirá de rojo la cara c.” (Codex Ashburnham I folio 32v, Da Vinci, 2004, p. 252) (Barbero, S.2016)

### **3.4.7. Análisis de la perspectiva bajo la influencia de Leonardo Da Vinci**

Por medio del estudio de diversos documentos, y en directa relación con la evolución de la perspectiva, puesta hacia la *técnica científica*, se puede observar cómo diversos artistas italianos ofrecen una importante mirada, dando alarde al dibujo en perspectiva por medio de sus trabajos de carácter autónomo, añadiendo el interés y originalidad que estos aportan a la ciencia. Es por ello que se hace necesario resaltar algunos artistas como Leonardo Da Vinci, que ofrecen importantes contribuciones al corpus científico, relacionadas con la *óptica perspectivista*.

Fue en Milán donde se inició la fase dirigida hacia la práctica y teoría florentina, iniciada por Leonardo Da Vinci, donde se hace notorio como desarrollo distintos componentes dentro de la perspectiva. Es importante señalar como lo menciona Martin Kemp en su texto la ciencia del arte:

Leonardo se benefició de una sólida formación, en las técnicas de las perspectivas de los artistas<sup>2</sup> Bajo esta misma línea resulta pertinente mencionar la definición que para la época se tenía de la perspectiva:

La perspectiva es una demostración racional por la cual la experiencia confirma que las imágenes de todas las cosas se transmiten al ojo por líneas piramidales. Los cuerpos de igual tamaño determinarán ángulos mayores o menores en sus pirámides según las diferentes distancias entre uno y otro. Por pirámide de líneas quiero decir las que parten de los extremos de la superficie de los cuerpos y convergen por encima de una distancia hasta unirse en un punto único. Se dice que el punto es lo que no se puede dividir en partes, y tal punto, localizado en el ojo, recibe todos los puntos de las pirámides. (Kemp, M.2000.).

Cabe mencionar el enfoque que realiza Martin Kemp, donde resalta como Piero. Realizo un interesante estudio para dar a conocer las variables de distancia del ojo al objeto y su relación en torno a la orientación del plano de la intersección, en donde da una explicación de su ley, al referir que, si se permanece constante la distancia del ojo al plano, el tamaño del objeto en el plano resultaría ser inversamente proporcional a la distancia del ojo al objeto (Kemp, M.2000)

Todos estos análisis contribuyeron en Leonardo el interés en la armonía visual, y también el marcado interés que despertó en torno a la óptica y su directa relación con los métodos geométricos, de otro lado sobresale la importancia que le otorga al resplandor de la luz, explicando a través de la analogía de una piedra arrojada al agua que se convierte en el centro y la fuente de muchos círculos.<sup>34</sup>

Por otro lado, Da Vinci otorgaba protagonismo al sistema piramidal, a través de una ley orientada hacia la disminución de los poderes dentro de la naturaleza, donde Martin Kemp (2000) da un claro ejemplo de cómo “esta ley piramidal orientaba la disminución del sonido, por encima de una distancia dada la disminución gradual de un cuerpo en movimiento y cualquier otro objeto que estuviera sujeto a la disminución proporcional del tiempo y la distancia”

Contribuye a ofrecer una explicación en como la gravedad, opera con una pirámide invertida, también se ofrece la mirada que tuvieron algunos artistas del renacimiento en donde incluyen sus análisis piramidales en torno a sus distintas pinturas. Un ejemplo de ello es a través del cuadro la *última cena* en donde expone claramente, “una expresión de la racionalidad de la ciencia de los pintores en el contexto de la ley natural”<sup>5</sup>

Es por ello que Leonardo realizó un análisis de la perspectiva y el diseño de tal forma que pudiese observarse como un efecto pictórico, por tanto, la concibe como parte de un conjunto de recursos compositivos, otra forma interesante que se describe en *la ciencia del arte de Martin Kemp*

---

<sup>2</sup> Kemp, M.2000, p.55 la ciencia del arte: La óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat. Ed. Akal

<sup>3</sup> D.Marini, An Analysis of Leonardo da Vinci “Last supper”, Harvard Univer graduate school of design,

<sup>4</sup>, vease M, Kemp, the marvellous Works of nature and man, londres y Cambridge, 1981, pp.194-199

<sup>5</sup> Kemp, M.2000, p.55 la ciencia del arte: La óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat. Ed. Akal



(2000), es como utiliza otro recurso, y es la red de cuadrados 6×12, que permite la ubicación de algunos objetos u elementos de gran importancia.

Da Vinci, quiso alterar la racionalidad que se manejaba para aquella época de la perspectiva, y por manos de algunos pintores, por tanto, muchos de estos cambios tuvieron origen en la óptica fisiológica.

Por otro lado, resalta el problema que surge del punto de vista, describiendo “como este debe ubicarse al mismo nivel de las cabezas del cuadro, otorgando la idea de que el espectador no ve el espacio ilusionista desde el punto de vista ideal, ya que esa posición se sitúa a una altura superior al doble de una persona normal”<sup>6</sup>

Leonardo para ese entonces reflexionó en sus múltiples estudios sobre la perspectiva y logró determinar dos tipos de perspectiva, una llamada perspectiva artificial, que, en el plano artístico, trata de la manera en que se logra proyectar ciertas formas en un plano correspondiente. Y la perspectiva natural que se ocupa de la percepción que se tiene de los tamaños de los objetos presentes en la naturaleza, (Kemp, M,2000).

Resaltando de este modo la diferencia que se expone entre las dos perspectivas y es el hecho de incluir los ángulos visuales, es así como Kemp en su texto la ciencia del arte logra exponer el problema mencionando: si el ojo mira una serie de objetos de igual tamaño distribuidos a intervalos iguales a lo largo de un plano perpendicular a nuestro eje de visión, los ángulos visuales bajo los que se ven los objetos, disminuirán progresivamente en los puntos próximos a los extremos.” Consecuente a ello logró formalizar un sistema de pensamiento en el que incluyó un tercer componente dentro de los tipos de perspectivas que ya manejaba y es la perspectiva compuesta, entendida como la combinación de los escorzos, cuyo significado se entiende como el recurso que se utiliza en la pintura para dar la sensación de profundidad, para este caso los distintos pintores manejan esta última perspectiva para incluirlas dentro de las imágenes anamórficas, cuya palabra es derivada del griego que significa transformar como lo describe Elena Sanz en su publicación ¿Qué es la anamorfosis? donde la define como las formas son representaciones distorsionadas de la realidad sobre una superficie plana o curva y que cobran sentido cuando se miran desde cierto punto de vista.

Dentro del contexto del anamorfismo sobresalía ciertas dificultades y una de ellas era que solo se manejaba *un punto de vista único*, es por ello que Leonardo hacía alarde a través de la pintura de *la última cena*, donde lograba dar una importante mirada a través de ella e indicando a los artistas de que cada uno de sus trabajos artísticos debiera funcionar desde un solo punto de vista que se encuentre alejado de la creación. Sin embargo, este enfoque que realizaba Leonardo presentaba algunos inconvenientes, y estos eran:

1. *El pintor no puede hacer frente a la visión binocular*
2. *La presentación de formas transparentes o nebulosas como el agua o el humo, se presentan fuera del sistema de perspectiva lineal.*
3. *El color y el tono pueden afectar la apreciación subjetiva del tamaño y la distancia (Kemp, M,2000).*

---

<sup>6</sup> Kemp, M.2000, p.58. la ciencia del arte: La óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat. Ed. Akal

Por otro lado, al enfocar en una temática distinta por la ya planteada por Da Vinci, sobre la perspectiva, se hace necesario resaltar los trabajos que realizó sobre la fisiología de la visión, donde nos ofrece una interesante concepción sobre el ojo a través de las siguientes líneas: “el ojo se encuentra formado por una compleja serie de esferas y parte de esferas, diseñadas para refractar los rayos de luz, que le llegan de tal manera que produce un simulacrum vertical del objeto en la retina.” (Kemp, M,2000).

Bajo esta misma línea resulta notorio como esa nueva concepción que Leonardo describía sobre el ojo presentaba unas marcadas diferencias con respecto a las ideas clásicas que se tenían en torno a la perspectiva y en directa relación con “las pirámides visuales de Alberti di Piero, donde menciona que convergían en un punto, donde Leonardo llegó a nombrar un punto específicamente matemático, carente de dimensión” (Kemp, M,2000).

Leonardo guiado por los interesantes escritos de Pecham en sus tratados de óptica, se dio cuenta de estas diferencias y fue en su manuscrito donde se dio cuenta “que es cierto que cada parte de la pupila posee un poder visual, y que no se reduce a un punto, como lo decían los perspectivistas” (M, Kemp).

A todo ello se suma el interés que tenía en realizar un análisis a propósito del esquema relacionado con la funcionalidad que presentan los rayos dentro del ojo, en donde logra determinar dos aspectos importantes.

1. La pupila funciona con un efecto de cámara oscura
2. Lograr reinvertir la imagen.

Leonardo a través de sus distintos estudios sobre el ojo logra admitir que su teoría presentaba problemas en relación con los estudiosos de la perspectiva, consecuente a ello, se hizo notorio que no quiso volver a enfocarse en su teoría de la perspectiva lineal, un ejemplo de ello fue en la pintura de la última cena, donde su arquitectura manejaba un interés relacionado con ciertas características ópticas alejadas de la perspectiva, “distancias tenuemente veladas, transiciones fluidas de formas, contornos y horizontes difuminados que se resisten a ser simplemente horizontes.” (M, Kemp, 2000).

En medio de sus múltiples análisis, enfoco también su atención en *la continuidad de las formas en el espacio*, que se observan en las obras realizadas por aquel tiempo para establecer las diferencias que se tenían entre algunos términos asociados a la discontinuidad y presentes dentro de la geometría y de la aritmética.

#### **3.6.4. Alberti y su análisis de la perspectiva visual**

León Battista Alberti nació en la ciudad de Génova Italia hacia 1404, reconocido artista, humanista, arquitecto, interesado por investigar en las raíces del arte y su conexión con la ciencia visual, plantea su mirada a través de las maravillas creadas por los pintores de la antigüedad, resaltando como los de su época deberían embarcarse, “hacia el conocimiento científico presente dentro del mundo natural” (Martínez)(Álvarez) (Torres, C.1996)

En su libro *de la pintura*, menciona a las artes matemáticas y como estas incluían en su conjunto a “la aritmética, la geometría, la astronomía y la música”, todas ellas eran concebidas como el

*cuadrivium o la cuádruple vía*, que, en asociación con las artes de la gramática, la retórica y la dialéctica, integraban las siete artes liberales.” (Martínez,1996).

La temática en la que se especializó Alberti a través de su libro I, era la perspectiva, lográndola resaltar de este modo: como la ciencia de la visión, en donde se tenía en cuenta distintas consideraciones de orden matemático, a pesar de guardar una marcada relación con respecto a la filosofía natural.

Dentro de los temas más relevantes que se incluyen dentro de la perspectiva no solo se aborda en la importancia que tenía al denominarla ciencia de la visión, sino su gran influencia en torno a la anatomía del ojo, la recepción o emisión de los rayos luminosos por parte del ojo. No obstante, para Alberti, esto no eran aspectos relevantes dentro de su arte visual.

Contribuye en su estudio sobre la *pirámide de la visión*, en donde resalta la importancia que presenta la óptica desde la perspectiva, mediante su explicación al mencionar como mediante su pirámide, una serie de rayos convergen en un solo punto, y que sirven para establecer una división geométrica, para de este modo poder medir tanto objetos como figuras y su correspondiente ubicación frente al ojo.

Es por ello, que cabe destacar, como la pirámide Albertiana presenta destacables analogías con respecto de la óptica en la antigüedad, poniendo de manifiesto, como no solo prominentes artistas, intelectuales, sino también filósofos, se dedicaron al interesante estudio de la óptica, dando gran valor al concepto de la luz, otorgándole connotaciones de orden tanto religioso como de carácter divino, considerándola también como un ente de carácter metafísico. Por tanto, a la óptica se le otorgaba un carácter de origen empírico, en donde una de sus características principales era la observación de los efectos, dentro de la naturaleza y la correspondiente organización que de esta surge.

Todo este conjunto de conocimientos existentes dentro de la ciencia óptica causó gran interés por parte de algunos personajes destacados, un ejemplo de ellos lo fue Witelo, quien fue un notable filósofo nacido en Polonia, quien recoge en su reconocido libro la perspectiva, importantes contribuciones hacia la óptica.

.

#### **3.4.10. Análisis de la perspectiva lineal: Un recorrido histórico desde Brunelleschi a Leonardo**

Fue Filippo Brunelleschi quien, como arquitecto en la época renacentista, sobresalió debido a sus diversos estudios de índole matemático, de ahí que lo llevara a adquirir un notorio interés hacia la arquitectura y el descubrimiento de la perspectiva lineal.

Cabe añadir la importancia de establecer la mejor forma de imitar el espacio exterior, en una superficie plana, es por ello que los diferentes artistas de aquella época, más específicamente del siglo XV, establecieron múltiples técnicas para plantear el espacio y lograr representar formas sólidas (Kemp, M.2000).

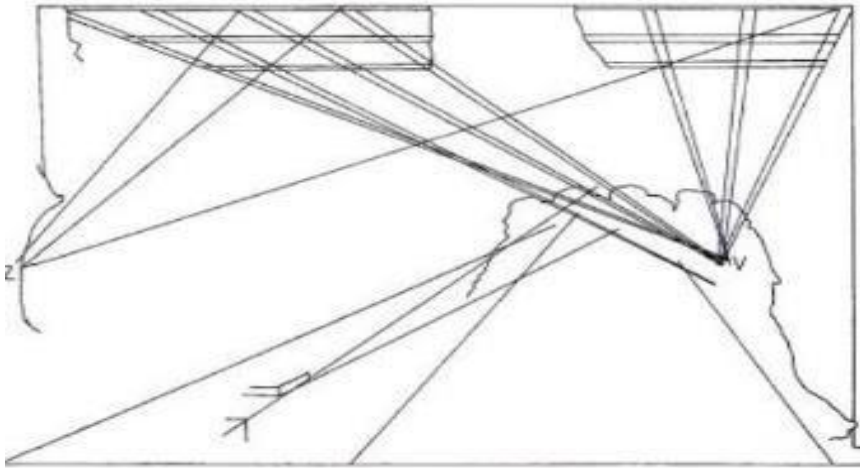
El inicio fue con la obra de Giotto, que da la importancia a la forma en que se muestran las figuras y el espacio. Es de ahí donde sobresale su pintura la *Confirmación de la regla de San Francisco*, de donde se analizan las distintas reglas en cuanto a la óptica como lo menciona Martin Kemp (2000):

las líneas y planos ubicados encima del nivel del ojo deberían aparecer inclinados hacia abajo a medida que se alejan del espectador. Las que están por debajo del nivel del ojo deberían inclinarse hacia arriba, las de la izquierda, hacia adentro a la derecha; las de la derecha, hacia dentro a la Izquierda. (Kemp, M.2000)

A continuación, se muestra el análisis de la perspectiva de *la confirmación de la regla de san francisco de Giotto*.



**Fig.8 Confirmación de la regla de San Francisco, adaptación Martin Kemp, la ciencia del arte, pg. 16**



**Fig.9 Análisis de la perspectiva de la confirmación de la regla de san francisco de Giotto.**

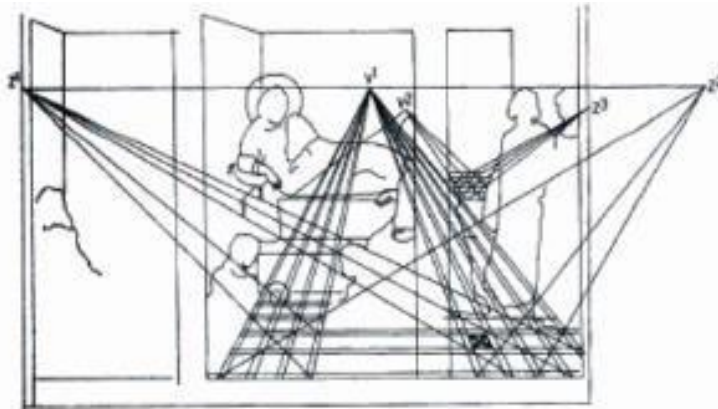
V-Foco de las ortogonales de los armazones

Z- Área focal de las diagonales que cruzan los artesones.

Tanto Giotto como Pietro Lorenzetti utilizaron todo un conjunto de elementos esenciales en torno a la caracterización del espacio, en relación con el espectador, como se observa en el análisis de la perspectiva del *nacimiento de la virgen de Pietro Lorenzetti*



*Fig.10 (Pietro Lorenzetti, el nacimiento de la virgen, Siena, adaptación Kemp, M,2000, p.19)*



### **Análisis de la perspectiva del nacimiento de la virgen de Pietro Lorenzetti**

V<sup>1</sup>- foco de las ortogonales del suelo de baldosas

V<sup>2</sup>- Foco de las ortogonales del dibujo de la colcha

Z<sup>1</sup>, Z<sup>2</sup>- Foco de las diagonales del suelo de las baldosas

Z<sup>3</sup>-Foco de las diagonales del dibujo de la colcha. (Kemp,2000, p 19.)

Por otro lado hay que resaltar que la técnica que utiliza Brunelleschi le adjudico la importancia a trabajar desde algunos edificios, realizando él análisis desde una proyección de perspectiva, de este modo y gracias a las investigaciones de algunos historiadores fue posible

evidenciar como logro utilizar los elementos “dentro de la planimetría medieval , a la alzada a escala y plantas de edificios”<sup>7</sup>, y también el uso que le dio a algunos instrumentos como lo fueron el astrolabio , para poder medir ángulos visuales, logro adaptar las fórmulas geométricas de la ciencia óptica del medioevo (perspectiva) y también logro modificar las técnicas a nivel de proyección que utilizo Ptolomeo, para la creación de mapas. Cabe mencionar el marcado interés de Brunelleschi por ciertas propiedades ópticas de los espejos<sup>8</sup>, pero que se generó gracias a los estudios sobre métodos planimétricos; de ahí que las habilidades de Brunelleschi fueron pieza indispensable para el surgimiento de las matemáticas.

Tanto las mezclas en torno a los conocimientos técnicos con respecto a las ciencias de la edad media y los textos de origen griego fueron un punto clave para potenciar los diversos saberes dentro del renacimiento. Los conceptos de Brunelleschi que están relacionados con las formas no surgieron espontáneamente si no que fue necesario esperar hasta el siglo XV para poder apreciar las primeras creaciones basadas en principios de la ciencia de la perspectiva, en razón a que los métodos utilizados no eran de gran interés para los artistas renacentistas.

Es por ello por lo que el procedimiento aceptado se caracterizaba en la representación de edificios presentes para aquella época y en donde no era necesario la función de los pintores para este tipo de paisajes, ya que para el marco y contexto de aquella época el tema más relevante era el de índole religioso.

De ahí que se proponía un medio de posicionar el método de Brunelleschi a la creación de espacios imaginarios<sup>9</sup>, el primero en dar señales de interés hacia los efectos espaciales. Fue entonces hacia 1417 con Donatello en su famoso relieve de *San Jorge y el Dragon* de donde logro evidenciar más la percepción que la geometría.



***Fig.11 Donatello San Jorge y el Dragon, 1417***

---

<sup>7</sup> Kemp, M,2000. p.19. La ciencia del arte, la óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat, Ed Akalde

<sup>8</sup> Kemp, M,2000. p.20. La ciencia del arte, la óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat, Ed Akalde

<sup>9</sup> Kemp, M,2000. p.24. La ciencia del arte, la óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat, Ed Akalde

**Fig.12 Análisis de la perspectiva de San Jorge y el Dragon de Donatello**



En torno al análisis de la perspectiva de San Jorge y el Dragon , se observa como *las líneas presentes frente a la princesa convergen hacia un punto definido tras la espalda del santo*(Kemp,M.2000), por otro lado se puede establecer como el relieve de Siena de Donatello , fue el inicio para enfrentar ciertos problemas relacionados con el uso del relieve, siendo de interés para quedar en manos de sus predecesores, de ahí la relevancia de Donatello pon manifestar sus técnicas a través de sus distintos conocimientos adquiridos e influenciados de gran manera por la perspectiva de Brunelleschi.

Consecuente a todo ello surge Massaccio quien “había experimentado por medio de sistemas en los que los ortogonales convergen en un punto central único.” (Kemp, M,2000, p.24). Un ejemplo de ello se puede evidenciar en la Madonna de Pissa, la convergencia de líneas perpendiculares al plano del cuadro en un punto único.<sup>10</sup>

También como en la parte arquitectónica del trono de la Madonna, se marca la influencia de Brunelleschi, en donde la perspectiva lineal no se hace tan notoria como lo muestra el cuadro *de la Trinidad*

---

<sup>10</sup> Kemp, M,2000. p.24. La ciencia del arte, la óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat, Ed Akalde



***Fig.13 Massacio Trinidad,1426, Florencia, Sta. Maria Novella***

De donde se demuestra una nueva forma de perspectiva, otorgándole una importancia en cuanto a su fuerza visual e intelectual, dando entonces a conocer la gran influencia de Brunelleschi.

Es claro como esta pintura muestra claras diferencias entre el mundo terrenal y el mundo espiritual, dando cuenta de esta manera de su genialidad y por supuesto el modo en el que se manejó nuevas técnicas; algunas características como el armazón que “se utilizó para planear la pintura, resulto ser de carácter geométrico, evidenciando un alto nivel de abstracción” (Kemp, M,2000).

En cuanto a la perspectiva se refiere es necesario entenderla como técnica y enfocar sus distintas relaciones con las ciencias ya existentes.

Es por ello que se pretende abordar en los tres más importantes tratadistas de la perspectiva anteriores a Leonardo: Leon Battista, Alberti y Piero de la Francesca.

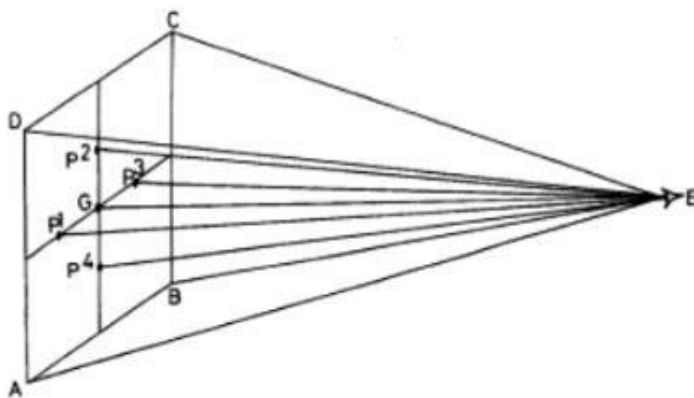
El primer tratado de perspectiva fue gracias a los estudios de León Battista Alberti, quien se caracterizaba por ser un hombre letrado y de familia acomodada, siendo formado en uno de los más grandes centros de enseñanza del norte de Italia, en Padua y en Bolonia.



Adquirió estudios en derecho y se interesó por recibir conocimientos en *filosofía moral y natural*, Alberti fijó un gran interés por las artes visuales, de ahí que lograra manifestarlo en el diseño de importantes edificios renacentistas (M, Kemp.2000).

En su tratado sobre la pintura que estaba escrita en dos versiones, una la versión latina hacia 1435, y la otra versión italiana, maneja el tema de la perspectiva monofocal, enfocando su mirada hacia la manera en que se realiza un cuadro, al mencionar: “: el cuadro es la intersección de la pirámide visual a una distancia dada, con un centro fijo y una posición definida de luz, que el arte representa con líneas y colores sobre una determinada superficie” (Ibid. pp.48-49).

Alberti no solo se enfocó en la perspectiva sino en la manera en que se propone *la construcción geométrica del espacio*, adquiriendo de este modo un importante interés hacia la matemática.



**Fig.14 Diagrama de la perspectiva visual de Alberti**

E: ojo

EA, EB, EC, EC: **rayos extrínsecos**

Eg: **Rayo central**

P<sup>1</sup>, P<sup>2</sup>, P<sup>3</sup>, P<sup>4</sup>: **rayos intrínsecos**

Es así como su tratado introduce en los conceptos fundamentales de los términos geométricos de donde se da una definición a lo que se entiende por punto, línea y plano, todos ellos para las funciones del artista, al utilizar conocimientos de origen euclidiano.

De ahí cabe mencionar como se realiza un análisis con respecto a la visión, donde se hace alarde en como “el ojo mide las formas, a través del medio geométrico de la luz”<sup>11</sup>. Es por ello que ese mismo y que se le otorga al proceso visual, resulta ser de carácter matemático, *así como las propiedades de las formas*.

la visión opera por medio de un triángulo, cuya base es la cantidad vista y cuyos lados son los mismos rayos que se prolongan desde los puntos extremos de dicha cantidad. (Ibid., pp 40-41).

<sup>11</sup> M, Kemp,2000. pg.30

Tal como se ilustra en una pirámide visual, demostrando uno de los conceptos más relevantes dentro de la ciencia medieval en cuanto a la perspectiva; Alberti realiza un análisis de la pirámide, enfocando en el ápice del ojo y sus límites, que se forman por rayos extrínsecos, que registran los trozos de cada forma. (Kemp, M,2000, p.30)

También muestra como dentro de la pirámide existen haces de rayos intrínsecos, que son los encargados de la manera en que se perciben distintas cualidades como el color, la luz, y la sombra.

Por otro lado, explica lo que se define como la intersección para un pintor: “Se define como una superficie plana en la que se registran las imágenes en su justa proporción<sup>12</sup>, y en directa relación con las leyes euclidianas de los triángulos proporcionales;” Si una línea recta corta dos lados de un triángulo y es paralela a uno de los lados, el triángulo mayor, será proporcional al menor<sup>12</sup>.

Para este caso, hace alarde de otorgar más importancia a las dimensiones relativas que al tamaño, dando a conocer como de manera práctica, la escala proporcional más adecuada a nivel visual, se le otorga a la *figura humana*.

Es así como Alberti se destacó como un artista que marco la diferencia al utilizar de manera excepcional, las distintas técnicas perspectivistas y otras formas o estilos en cuanto al arte se refiere. Dentro de sus obras se destaca su gran destreza para integrar características del arte romano con las habilidades artísticas de trecento.

Al hacer énfasis en la perspectiva, realizo importantes contribuciones a la teoría científica del arte de ahí que se resalte el siguiente apartado.

### ***Escultura de Relieve***

Dentro de la escultura de relieve que tuvo más trabajo perspectivístico fue *la historia de Jacob y Esaú*. de Ghiberti, quien logro realizar un destacado trabajo en cuanto a la precisión geométrica<sup>13</sup>.

---

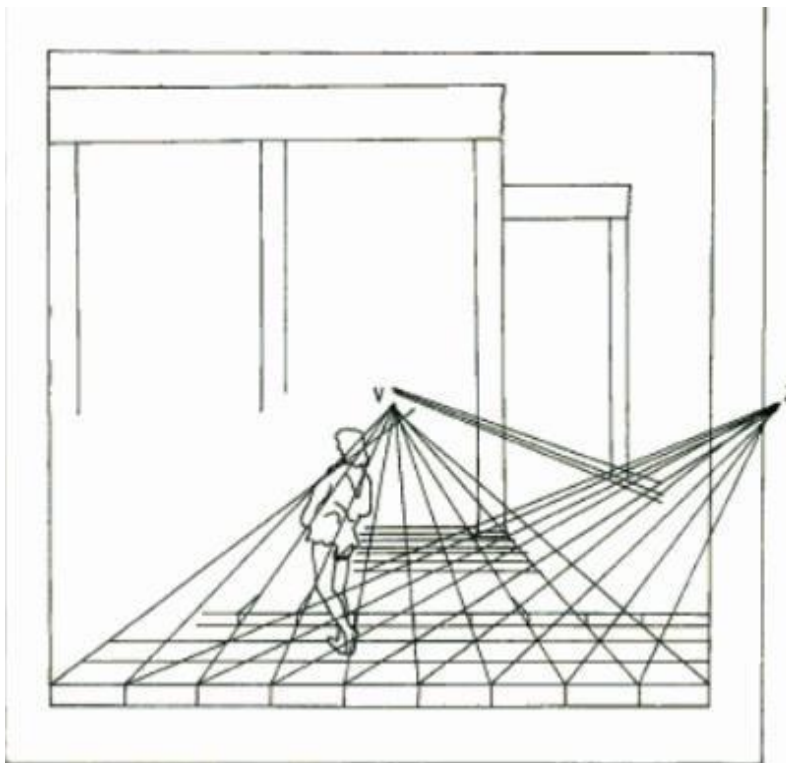
<sup>12</sup> Kemp, M,2000, p.30 <sup>12</sup> “On painting” n17, pp.48-49

<sup>13</sup> Kemp, M,2000, p.32



*Fig.15 Lorenzo Ghiberti, Historia de Jacob Y Esaú ,1435, Florencia.*

Como se evidencia en la figura.



*Fig. 16 Análisis de perspectiva de la historia de Jacob y Esaú*

**V:** foco principal de las ortogonales

**Z:** foco de las diagonales que atraviesan unidades de dos cuadrados de profundidad y un cuadrado de anchura.

De ahí se observa la convergencia de las ortogonales en un mismo punto que coincide con el centro de la ventana, también como de qué manera se emplea el método diagonal, para calcular la distancia de contemplación<sup>14</sup>, de donde tanto la anchura y la altura del panel eran iguales, esto explica su interés en adaptar el método de Donatello relacionado con el trazo de diagonales en partes del piso que “serían baldosas de dos cuadrados de profundidad.” El Jacob y Esaú, resulta entonces ser el mejor ejemplo de lo que Ghiberti quiso evidenciar en cuanto a la racionalidad artística. al tomar su punto de vista de cómo funciona la naturaleza, y en cómo es el mecanismo por el cual llegan las imágenes incorpóreas de los objetos al ojo, como actúa el poder visual.<sup>15</sup>

Sintió una gran inclinación hacia las artes visuales, al mencionar como la pintura y la escultura formaban parte integral de una ciencia, formada esta por varias disciplinas y ramas del saber; de donde marco notoria influencia los textos correspondientes a Vitruvio, como *los diez libros de arquitectura*, de ahí que Ghiberti siguió fielmente las consideraciones de Vitruvio relacionadas con las artes liberales. Dentro de las cuales se incluía, la gramática, para desarrollar las habilidades correspondientes en cuanto a la escritura y por supuesto su relación con el arte, también en la geometría, la filosofía, la medicina, la astrología, que incluía “la perspectiva como ciencia visual del espacio.”<sup>16</sup>. Por otro lado, si nos adentramos a la ciencia óptica medieval, se destacan filósofos como Alhazen, quien perteneciera a los siglos X y XI, de donde su ciencia consistía en la combinación de la veracidad de las matemáticas y la experiencia de los fenómenos. Al mencionar: el ojo recibe la luz que se propaga en configuraciones geométricas, por transmisión directa, por reflexión y por refracción. Se considera al ojo como un mecanismo de esferas refractantes. (Kemp, M,2000). Por otro lado, la luz se estimó como la más grande manifestación y en directa relación con lo divino; de ahí que los filósofos del medioevo abordaran un énfasis en las virtudes espirituales que se adquirirían de los análisis ópticos. “La luz se transmite a través del aire por medio de un número infinito de pirámides radiantes”<sup>17</sup>.

Para el siglo XIII, la óptica adquirió notoria importancia dentro de la ciencia medieval, siendo un elemento fundamental dentro de las organizaciones educativas. es por ello que tanto los textos de

“perspectiva de Alhazen, como las versiones de Opus Mayus de Bacon, y el texto en el que se basó Ghiberti, *la perspectiva Communis de Pecham*, tomaron vital importancia. Es por ello que Ghiberti quiso abordar en la organización de la ciencia medieval, dando vital importancia en torno al interés que sentía en estudiar las bases físicas y perceptivas de la perspectiva. Para aquella época Piero de la Francesca era considerado uno de los más importantes estudiosos dentro de la perspectiva, abordando en los aspectos más sobresalientes en cuanto a la geometría, más específicamente geometría euclidiana, “las propiedades geométricas y las consecuencias de la pirámide visual.”<sup>18</sup>, escribió también su tratado en los años 1474, de donde sobresale su marcada

---

<sup>14</sup> Kemp, M,2000, p.33

<sup>15</sup> Lorenzo Ghiberti'

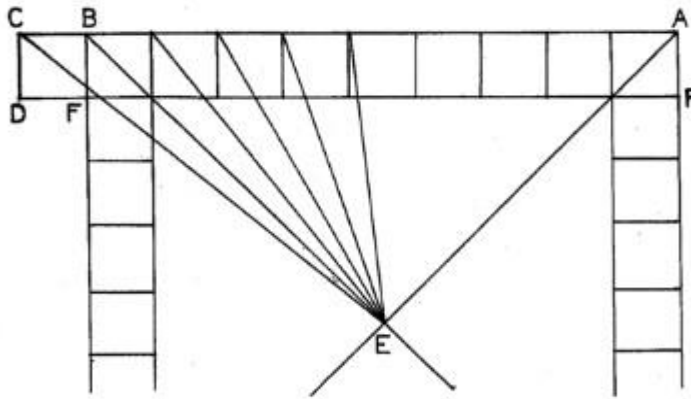
<sup>16</sup> Kemp, M,2000. p.34 La ciencia del arte, la óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat, Ed Akalde

<sup>17</sup>

<sup>18</sup> Kemp, M,2000. p.35 La ciencia del arte, la óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat, Ed Akalde

influencia por continuar el legado de Alberti en relación con la geometría de la visión. De ahí que aborde en la explicación de la parte inicial de su tratado.

Lo primero es la vista, el ojo, lo segundo es la forma de la cosa vista, lo tercero es la distancia del ojo a la cosa vista, cuarto son las líneas que van desde los límites del objeto y vienen al ojo, quinto es la intersección que se produce entre el ojo y la cosa vista, y en la que se pretende percibir el objeto.<sup>19</sup> hizo especial énfasis en demostrar que el ángulo de visión debería ser menos de 90°, como se observa en la imagen.



**Fig. 17 Demostración de la necesidad de restringir el ángulo de la visión a menos de 90° según Piero de la Francesca**

*E-ojo*

*DP plano del cuadro*

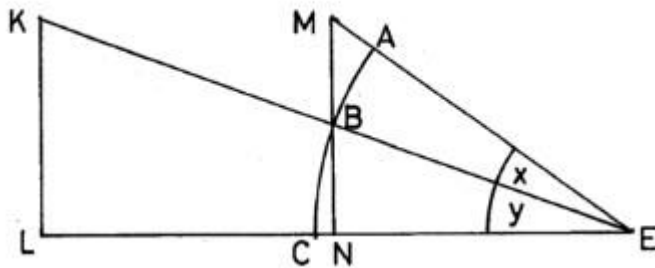
*AB Hilera de baldosas cuadradas*

*AEB 90*

De ahí que se destacara por su gran interés en las matemáticas puras y la realización de su tratado ,denominado *el tratado del Abaco*, destaca entonces como las matemáticas ofrecen un modelo para poder comprender la experiencia , poniendo de lado los estudios empíricos del mundo de los sentidos, por otro lado cabe resaltar como los diversos estudios que realizó en perspectiva , fueron una continuación de “los principios de Euclides”, en donde menciona refiriéndose a los ángulos visuales , “como las líneas que son de igual longitud y paralelas , si están ubicadas a distinta distancia del ojo , no se ven en proporción a sus diferentes distancias”<sup>20</sup>.

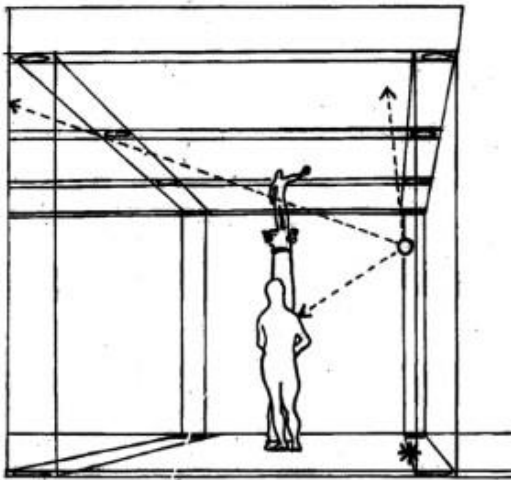
<sup>19</sup> Piero de la Francesca, de prospectiva p. ingendi, ed, G, N Fasola, Florencia, 1942, p.64.

<sup>20</sup> H. Burton, “The optics of Euclid, Journal of the optical Society of America, xxxv,1945, p.358.



**Fig. 18 Demostración de la disminución de objetos colocados a diferentes distancias.**

Uno de los cuadros más representativos de Piero de la Francesca, fue la flagelación De Cristo, en donde logra realizar un importante análisis de la luz natural, “las sombras se logran proyectar en el pavimento, de izquierda a derecha, con una inclinación hacia dentro<sup>21</sup>. De esta manera los distintos objetos dentro del cuadro reciben la luz de la derecha, de una *fente lateral*, cuya posición se encuentra en la columnata, en un ángulo, cuya dirección esta puesta hacía la mirada elevada de cristo.



**Fig. 19 Demostración de la fuente interna de iluminación en la flagelación de Piero de ya Francesca**

*Las líneas discontinuas representan los ángulos de luz desde las fuentes secundarias en la bóveda y el cuerpo de cristo*

En su pintura de la flagelación, da a relucir las distintas interacciones entre la superficie, así como las formas claras y oscuras dentro y fuera del pretorio.<sup>22</sup>

Las perspectivistas de la época fueron un gran ejemplo de la virtuosidad, en cuanto a lograr la construcción del espacio y manejar las formas

<sup>21</sup> Kemp, M,2000. p.40. La ciencia del arte, la óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat, Ed Akalde

<sup>22</sup> Kemp, M,2000. p.40. La ciencia del arte, Ed Akalde

## 4. CAPITULO 3

### 4.1. Una mirada a partir de la aproximación histórica de las relaciones arte ciencia para la enseñanza de la física.

Es importante dar cuenta como a través de la divulgación científica se logra una mayor distribución del conocimiento como lo menciona John Mason , como al mezclar arte y ciencia , se ofrece una mayor comprensión en relación con la manera en que se divulgan las ciencias exactas, para el caso de la física , puesto que al momento de transmitir la información de carácter científico, por medio de métodos artísticos , se incentiva en las emociones que son las que generan cambios, de este modo tanto la ciencia como el arte , presentan elementos en común, y es dentro de ellos de donde sobresale la creatividad.

De allí que el maestro en su quehacer pedagógico contribuya en nuevas formas de aprendizaje que apuesten en la construcción de fuentes de conocimiento y que se desarrollen a través de los distintos potenciales presentes dentro de los estudiantes.

Estos llevados a la escuela como el lugar donde conviven, intercambian vivencias y conocimientos previos, desarrollan sus habilidades tanto emocionales como cognitivas, psicomotrices, en medio de los distintos procesos incluidos dentro del ámbito cultural, social, político, etc. Es por ello importante señalar el arte como un elemento puesto hacia el desarrollo de capacidades como la sensibilidad y que de este modo entren a formar parte de la cultura misma, puesto que incentiva las diversas capacidades del individuo y de su contexto para permitir la formación de habilidades y potencialidades que se involucran dentro de la creatividad.

Los distintos aprendizajes que adquieren en torno a las relaciones que involucran el arte y la ciencia, se adentran a un proceso de índole transformador, donde ponen al sujeto en un camino puesto hacia una construcción sociocultural y de diversos conocimientos para contribuir en el desarrollo de capacidades, competencias, valores y actitudes socialmente significativos, en un contexto determinado donde sus protagonistas generan una transformación propia y de su realidad. (Maeso,2008, p.146).

Las distintas experiencias que se presentan en torno a ofrecer una mirada hacia las relaciones donde se incluye al arte dentro de la enseñanza de la física , repercuten en los aprendizajes ya que incluye la construcción de la creatividad como una herramienta transformadora dentro de la formación docente, puesto que plantea amplificar las prácticas educativas en pro de garantizar en los estudiantes nuevas experiencias en cuanto a su aprendizaje , para de este modo “incentivar el desarrollo de la sensibilidad , la identidad en torno a su cultura misma , la habilidad para manifestar su pensamiento , así como su desarrollo intelectual, su trabajo creativo y su cooperación social”.(Errazuriz,L.2002)

Según Morín (2000) para dar a conocer o fortalecer el conocimiento en el aula: no se trata de poner el conocimiento de las partes por el conocimiento de la totalidad, ni de cambiar el análisis por la síntesis, sino que es necesario combinarlas. (Morín, E.2000). Por ello se plantea incluir y fomentar en los sujetos estrategias en el conocimiento que puedan contribuir en la enseñanza de la educación en ciencias.

De ahí que la observación adquiriera un papel relevante en cuanto al interés que proporciona el arte en torno a la enseñanza de las ciencias en este caso la física, ya que el arte ofrece un punto de partida para establecer diálogos en cuanto al papel que presente la observación en la ciencia.

En torno a las alternativas de la concepción que se tiene de la ciencia y la enseñanza si como de los aspectos que se involucran dentro del contexto y su relación con la cultura.

Al hacer referencia a las distintas investigaciones que se tienen en torno a la ciencia, se tiene en cuenta como sus distintas concepciones, así como el desempeño mismo del maestro, se encuentran involucrados directamente dentro de los contextos políticos, sociales y culturales. (Molina, A,2009; Martínez, C.2009; Mosquera, C.2009; Mojica, L.2009). de ahí que resulte importante dar alarde en un enfoque sociocultural, de donde la actividad, el desarrollo y las prácticas educativas determinen los contenidos tratados, para orientar tanto al maestro como a los estudiantes hacia una sola comunidad.

Según Daxton (1997): el profesor está situado en el salón de clases, en torno a un contexto no solo desde sus micro mundos sino desde su contexto educativo, conocido como conocimiento pedagógico contextual (Daxton, 1997). Por otro lado, resulta relevante como el conocimiento pedagógico incluye dos aspectos influyentes, el primero referido al de la sociedad del conocimiento, es decir los conocimientos pertinentes para el funcionamiento de la sociedad y un segundo en relación con el conocimiento educativo, es decir las relaciones existentes con el ámbito educativo.

La formación del maestro ha de presentar aspectos de índole multidimensional, interdisciplinar y transdisciplinar, es por ello que su desarrollo como profesional comprende un dialogo permanente, entre pares abordando en el desarrollo de sus propios conocimientos , para así poderlos transformar en los diversos contextos y así reconocer que sus procesos de aprendizaje se presentan en permanente construcción, es por ello que sus procesos en el conocimiento deben apostar a responder las distintas necesidades contextuales, así como a inducir en los estudiantes a formar parte integral de la construcción del conocimiento.

#### **4.2 Descripción y elaboración de la propuesta artística ilustrada en relación con las aportaciones científicas de Leonardo Da Vinci**

La manera en que se abordó en el manejo de las distintas ilustraciones tuvo en cuenta las investigaciones de distintos textos como el de *la ciencia de Leonardo, la naturaleza profunda del gran genio del renacimiento* de Fritjof Capra donde se hacen importantes análisis con respecto a las contribuciones de índole científico, en relación a la mecánica, la ingeniería, su interés por el arte y el deseo de relacionarlo con la ciencia , sus estudios sobre las formas vivas de la naturaleza para contemplar sus análisis de carácter científico y por supuesto sus intereses en cuanto a la forma en que se ve a través del ojo, sus análisis a través de la perspectiva desde el arte, así como de otras áreas del saber.



Es por ello que se hizo necesario el diseño de bocetos a lápiz en relación con el texto planteado para cada apartado de la ilustración y de este modo ser digitalizados y creados a modo de libro antiguo, para dar un mayor acercamiento a la época renacentista.

A continuación, se muestra alguno de los diseños planteados para la elaboración de las ilustraciones.



El boceto y la idea para plasmar la ilustración fue de mi autoría, el desarrollo de las ilustraciones, así como su digitalización y demás proceso se realizó con la colaboración del ilustrador y diseñador Daniel Cardona.

### **4.3 Contextualización histórica del interés de Leonardo por la óptica(perspectiva) y de algunos fenómenos de la naturaleza a través de la ilustración artística**

Leonardo abordó en un análisis de carácter empírico respecto a sus observaciones, sus experimentaciones, sus distintas mediciones, métodos teóricos e intentos de formulación matemática. De este modo estableció un verdadero cambio para el siglo XV, en cuanto a la filosofía natural se refiere, a través de la observación directa de la naturaleza.

De ahí que Leonardo estuviera en contraposición de los filósofos de aquella época, pues se limitaban a la repetición de los textos griegos, omitiendo la experimentación, es por ello que Leonardo planteaba hacer alarde a su método de educación científica, a través de las siguientes líneas:

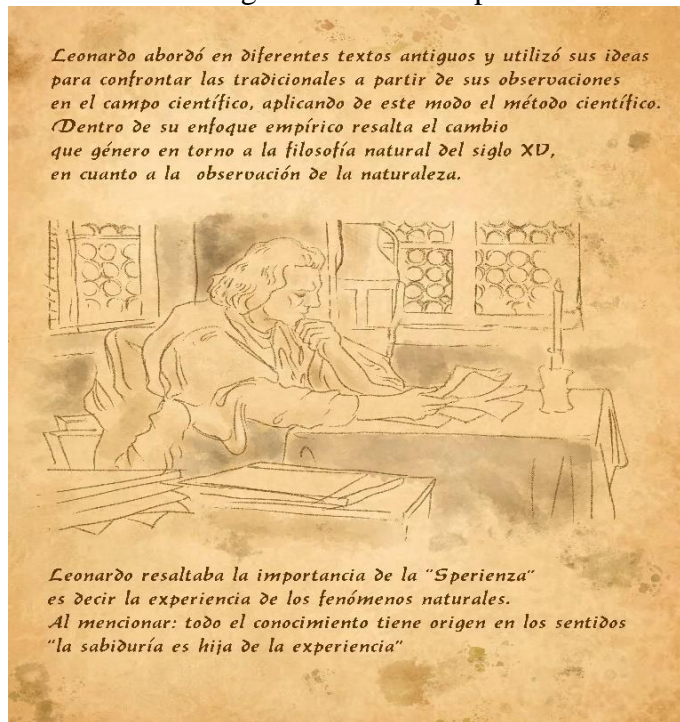
Antes de dar un paso más, realizare experimentos, porque mi propósito es exponer primero la experiencia y luego, mediante el razonamiento, mostrar porque esa experiencia está destinada a operar precisamente de esa manera. Es esta la verdadera regla que deben seguir quienes reflexionan sobre los fenómenos naturales.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Ms. E, folio 55r

Para Leonardo los distintos experimentos se debían realizar repetidamente para así evitar el mínimo de errores en sus resultados , por otro lado se destacaba también su habilidad como inventor y por supuesto diseñador como lo resalta Fritjof Capra (2007), “utilizo unas espigas secas las cuales arrojé a la corriente de agua le ayudaban a visualizar y dibujar las formas de las líneas de flujo”(Capra,F,2007) construyó también cámaras de vidrio cuya base estaba cubierta de arena y las paredes pintadas de negro para observar delicados detalles de los movimientos del agua.<sup>23</sup>

A todo ello sobresale la siguiente ilustración que se realizó inspirada en textos como el de Fritjof Capra que hace alarde a su metodología de carácter empírico.



Dentro del contexto de renacimiento las ramas que más destacaban en la matemática, eran la geometría y la aritmética , pero era la geometría la que adquiriría mayor relevancia entre los artistas, para poder desarrollar sus bases en cuanto a la perspectiva ; para Leonardo su pensamiento se destacaba por ser de índole visual y dada la importancia que guardaba hacia las matemáticas especialmente en la geometría ,utilizó sus ideas para confrontarlas en torno a sus intereses matemáticos y expresados mediante la verificación de sus experimentos.

De este modo no exaltaba las matemáticas, como lo haría un matemático, sino como lo haría alguien que guarde interés por la ciencia; de ahí que no encontró un modo para expresar lo que él quería a través de la ciencia, es decir a través de un lenguaje matemático apropiado “para poder apreciar las formas presentes dentro de la naturaleza, así como sus movimientos y transformaciones<sup>24</sup>.

---

<sup>23</sup> Ibid. p.141.

<sup>24</sup> Capra, F, 2007. La Ciencia de Leonardo: la naturaleza profunda del gran genio del Renacimiento, p.251.ed. anagrama

No solo el sino otros personajes como Galileo resaltaban a la geometría como “la esencia de las matemáticas”, de ahí que enfocara su interés a través del siguiente pasaje: es imposible entender sin antes no se entiende el lenguaje y las características en las que está escrito, el lenguaje es el de las matemáticas y los caracteres son triángulos círculos y otras figuras geométricas <sup>25</sup>.

Leonardo no solo se presentaba familiarizado con respecto a las figuras geométricas, para mostrar las relaciones algebraicas, un ejemplo de este interés es el uso que le daba a los triángulos y pirámides, para poder ilustrar las progresiones aritméticas. (Capra, F.2007).

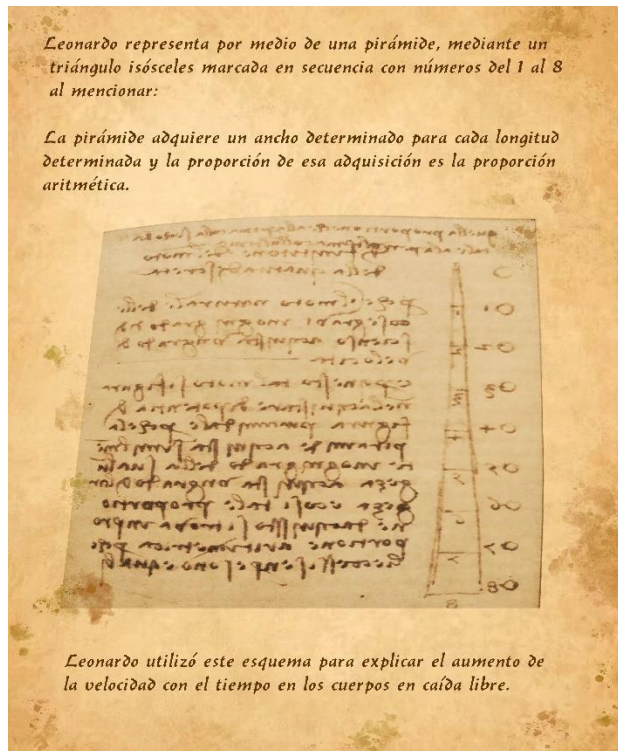
En torno a lo anterior se describe su interés de índole matemático a través de la siguiente ilustración:



Leonardo desarrolla su técnica de la progresión aritmética a través de la geometría que ya se venía manejando a través de Euclides, donde logra manifestar en torno a su manuscrito, la pirámide, de donde se observa la progresión de bases, enumeradas del 1-8, de ahí que pone como ejemplo la siguiente ilustración

---

<sup>25</sup> Capra, F, 2007. La Ciencia de Leonardo: la naturaleza profunda del gran genio del Renacimiento, p.p 251-254 ed. anagrama



de este modo Leonardo menciona a través de las siguientes líneas: “el movimiento natural de los cuerpos adquiere en cada grado de descenso un grado de velocidad, por esta razón ese movimiento, a medida que adquiere potencia se representa con la figura de una pirámide.”<sup>26</sup>

El marcado interés que guardaba en torno a las formas vivas de la naturaleza lo tomo de los estudios a través de Pitágoras, que posteriormente incorporo, para manejar su propio método para construir una ciencia basada en las *formas vivas*, de donde sobresalía la relación entre distintos fenómenos. Esta ciencia planteada por Leonardo era una ciencia de cualidades, de formas y proporciones, más que de cantidades absolutas <sup>27</sup>.

Es así como Leonardo enfoco su atención a las analogías que se presentaban en las formas orgánicas de distintas especies y las semejanzas de modelos en diversos fenómenos naturales. Un ejemplo de ello es a través sus cuadernos de notas donde muestra las semejanzas entre la pierna de un hombre y la pata de un caballo, entre los vórtices en espiral y follajes de ciertas plantas, entre la corriente de agua y la fluidez del movimiento del cabello.<sup>28</sup>

<sup>26</sup> Ibid

<sup>27</sup> Capra, F, 2007.p. 224

<sup>28</sup> Capra, F,2007. La ciencia de Leonardo p.226, Ed. Anagrama, Barcelona. España.

Leonardo guardo interés en la diversidad y variedad de formas vivas, es así como presto atención en las semejanzas de formas orgánicas en distintas especies y las semejanzas que se presentaban en cuanto a los distintos fenómenos naturales. Un ejemplo de ello fue entre la corriente de agua y la fluidez del movimiento del cabello.



Leonardo se destacaba por la fascinación que presentaba por el agua, en cualquier manifestación, observando la importancia que esta tenía como medio y fluido vital. (Capra, 7, 2007)  
Trabajó también en programas de canalización, irrigación y usos de la energía hidráulica. Observo entonces que existían dos fuerzas, presentes en el agua en movimiento, "La fuerza de gravedad y la fricción interna de los fluidos o viceversa." (Capra, 7, 2007, p. 230)

De ahí que es importante destacar como fue el primero en entender los movimientos de los vórtices de agua. Al mencionar: "los movimientos en espiral de todo líquido son más rápidos en cuanto más cerca estén del centro de su revolución" (Capra, 7, 2007)



Leonardo elaboró distintos dibujos de ejemplos de turbulencia. (De donde evidencia flujos turbulentos alrededor de una plancha rectangular inserta en dos ángulos distintos. (Capra, 7, 2007).

Exploro en un método científico basado en la observación, ofreciendo su enfoque principalmente visual, a través de la perspectiva es así como ahondo en las relaciones existentes entre la luz y la sombra, la geometría de los rayos lumínicos, además de sus estudios en la anatomía del ojo, la fisiología de la visión. Por otro lado, es importante dar cuenta como Leonardo no separo la epistemología de la ontología, ni la ciencia del arte, sus distintas ideas planteaban la relación entre la realidad física y los procesos de índole cognitivo.<sup>29</sup>

A continuación, se presenta las descripciones pertinentes en torno a lo descrito anteriormente en la ilustración artística.

<sup>29</sup> Gerge Lakoff y Mark Jhonson, Philosophy in the Flesh, Basic Books, Nueva York, 1999, p.94.

*El método científico que Leonardo maneja fue basado en el análisis y comprensión del proceso de observación. Explorando, a través de la ciencia de la pintura por medio de la perspectiva, es decir la forma en que la distancia, la luz y las condiciones atmosféricas, afectan la apariencia de los objetos. (Capra, F, 2007)*



*Exploró también en la geometría de los rayos de luz, su relación con la sombra, la naturaleza de la luz y la anatomía del ojo.*

*De este modo abordó también en la comprensión de la geometría en cuanto a la perspectiva lineal, la de la luz y la sombra, y la demostró en una de sus obras maestras "La adoración de los magos y la virgen de las Rocas", de ahí que se inclinara por su marcado interés en las matemáticas, más en específico la perspectiva y la óptica. Hacia 1490 al conversar con el matemático Fazio Cardano en la universidad de Pavia, mantuvo amplias discusiones de donde sobresalía los temas como la perspectiva lineal y la óptica geométrica, más conocida para la época como la ciencia de la perspectiva. Capra, F, 2007)*

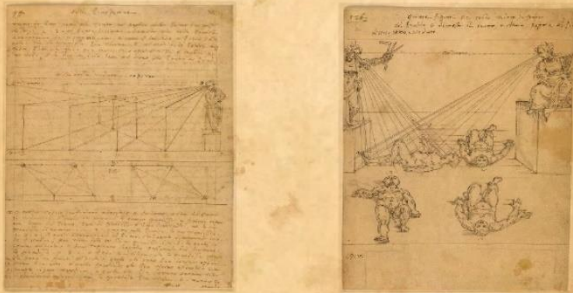


*Leonardo basó el concepto que tenía Alberti en cuanto a perspectiva lineal, de donde resalta "la perspectiva lineal no es más que la visión de un lugar a través de un cristal plano y transparente en cuya superficie han de representarse objetos que se hallan detrás de él. (Ms. A, Folio 1v.)*

Por otro lado, Leonardo enfocó sus estudios en la perspectiva lineal que fue iniciada por los arquitectos Brunelleschi y Alberti a principios del siglo XV y utilizada con técnica matemática para representar imágenes de carácter tridimensional en un plano de dos dimensiones, de ahí que Alberti planteara la reducción del tamaño de los objetos en la representación de la pintura a medida que se alejaban y hacer converger las líneas de visión en un punto único "punto de fuga".

En torno a ello, Leonardo abordó en la explicación de la geometría de la perspectiva lineal, a partir de los siguientes experimentos que se detallan en la ilustración que precede:

Para determinar la medida en que la imagen de un objeto en el cristal disminuye con respecto a la distancia de este con respecto al ojo. Leonardo dibujó, a través de un diagrama, en donde el objeto se mantiene inmóvil, mientras el ojo del observador y el cristal se ponen en distintas posiciones. Con ello demuestra que la altura de la imagen del objeto es inversamente proporcional a la distancia del objeto al ojo. (Capra, F.2007, p.279)

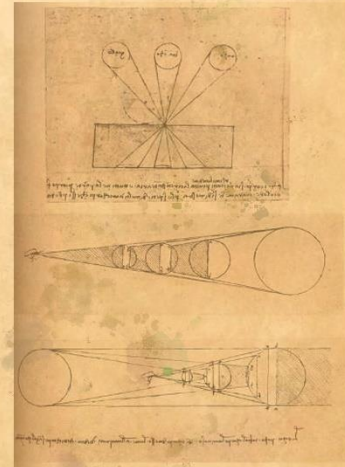


En cuanto a sus investigaciones en relación con la anatomía del ojo, Leonardo exploró en la teoría de la perspectiva de donde resalta que existen tres tipos de ella,

1. Se refiere al empequeñecimiento de las cosas a medida que se alejan del ojo.
2. Como los colores varían a medida que se alejan del ojo.
3. Los objetos se presentan menos definidos cuanto más alejados estén.

Al primero de ellos se le denomina perspectiva lineal, la segunda perspectiva del color, y al tercero perspectiva de la desaparición. (Capra, F.2007, p.283)

Leonardo hizo diversas investigaciones en cuanto a la geometría de la luz y la óptica geométrica, la relación entre luz y sombra, es por ello que dentro de los estudiosos de la óptica sobresalen los distintos conocimientos adquiridos en cuanto a la luz y como esta viaja por líneas rectas y como su trayectoria obedece a leyes de carácter geométrico cuando los rayos atraviesan lentes y se reflejan en espejos. (Capra, F.2007).

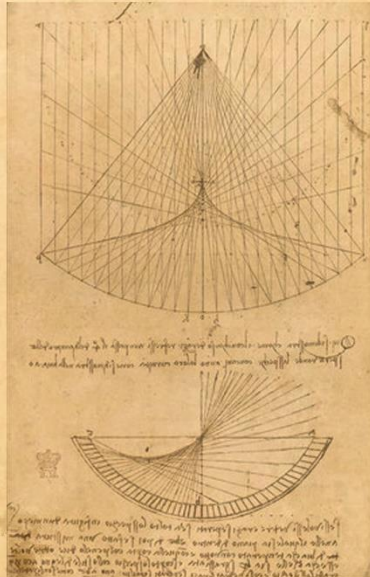


Dentro del medioevo, tanto la óptica como las leyes dentro de las matemáticas, mas en específico las de la geometría, son un vivo ejemplo del Origen divino del universo.

Realizo varios intentos a través de diversos experimentos para solucionar el problema propuesto por el matemático Alhazen que ,consistía en encontrar el punto de un espejo curvo en el que se reflejan un rayo de luz para pasar de una fuente dada a un observado, al demostrar que en los espejos esféricos los rayos inciden en una zona que se prolonga a lo largo de un eje central , mientras que en los espejos parabólicos actúan como espejos de fuego , pues concentran todos los rayos en un único punto<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Capra, F.2007, p.285 La ciencia de Leonardo. Ed. Anagrama

En el esquema Leonardo, reconstruye los rayos de luz reflejados, dibujando en cada punto el radio del espejo, y utilizando la ley de reflexión, él se percató de que esa ley no solo se aplica a la reflexión del a luz, sino también al rebote mecánico de una pelota arrojada contra una pared y en el eco del sonido. (Capra, 7,2007, p.286)



El personaje más destacado dentro de la óptica medieval fue Alhazen, de ahí que Leonardo realizara múltiples experimentos para tratar de resolver el problema de Alhazen al emplear espejos parabólicos.



En el esquema Leonardo, reconstruye los rayos de luz reflejados, dibujando en cada punto el radio del espejo, y utilizando la ley de reflexión, él se percató de que esa ley no solo se aplica a la reflexión del a luz, sino también al rebote mecánico de una pelota arrojada contra una pared y en el eco del sonido. (Capra, 7,2007, p.286)



## CONCLUSIONES

A partir del desarrollo de este trabajo de investigación, fue necesario plantear como la historia adquiere una vital importancia en la apropiación de distintos conocimientos para el caso de encontrar las relaciones existentes entre el arte y la ciencia y como método de construcción de conceptos presentes dentro de la física, para el caso de la óptica, en cuyo caso se tomó en cuenta desde una perspectiva clásica.

A todo ello sobresale los distintos aportes en torno a un análisis de corte histórico epistemológico , principalmente desde la visión de Leonardo Da Vinci y que sirven como herramienta para la enseñanza de la óptica en la física, de ahí que fuera necesario el análisis de sus distintas contribuciones relacionadas con las interconexiones existentes entre las distintas áreas del conocimiento, como lo mencionaba Leonardo: la idea de un uomo universale, es decir hombre universal , un sujeto capaz de integrar los distintos conocimientos pertenecientes a distintas áreas, para poder demostrar que la ciencia no se encuentra ajena a otras áreas del conocimiento si no que encuentra un mejor entendimiento al relacionarse con otros contextos del saber.

Es evidente como el arte al encontrarse en directa relación con respecto al entorno social, contribuye a generar espacios de reflexión y comprensión de estas problemáticas que se presentan dentro de la ciencia. De ahí la importancia de explorar en las aportaciones científicas de Leonardo Da Vinci en post de generar métodos de apropiación y comprensión de aspectos presentes dentro del campo de la óptica desde una visión clásica y para poder transformarlos en nuevas maneras de entender el conocimiento científico.

Es por ello que se hizo necesario resaltar su análisis en torno a su pensamiento unificador, de donde sobresalen su interés por la exploración en cómo se generan las imágenes a través del ojo el enfoque hacia la perspectiva así como los distintos fenómenos que se abordan dentro de la óptica así como la explicación de las formas dentro de la naturaleza , la trayectoria que sigue los rayos de luz y las analogías entre sistemas dinámicos y ciertos fenómenos naturales, de este modo muchas de sus investigaciones actualmente son áreas independientes , como la óptica , la anatomía craneal y la epistemología.

Es así como la visión que se tiene de la ciencia necesita de un cambio radical que evite las fragmentaciones en cuanto las distintas disciplinas académicas, dando cuenta que el mundo como una red de interconexiones, como un todo, un sistema unificado necesita de la creación de nuevos contextos a través de la apropiación y análisis de distintos aspectos dentro de la ciencia que contribuyan en la solución de problemáticas presentes dentro de la sociedad misma.

De ahí que se hizo necesario el planteamiento de una ilustración artística en torno a las distintas investigaciones y textos de autores como Fritjof Capra , para evidenciar las aportaciones científicas y las distintas relaciones que presenta el arte y la ciencia así como las analogías referentes a ciertos fenómenos presentes dentro de la naturaleza, como lo es el caso de la corriente del agua ,y la fluidez del movimiento del cabello , los diagramas como la ley piramidal para entender cómo se comportan los cuerpos en caída libre, estos a través de su estudio de perspectiva que no solo utilizo en sus pinturas sino en sus análisis de progresiones aritméticas mediante el uso de pirámides (triángulo isósceles),también en sus análisis entre la luz y la sombra y el interés en

solucionar aspectos dentro de la óptica como lo siguió Leonardo a través del uso de espejos esféricos cóncavos.

En cuanto a la metodología empleada para realizar las ilustraciones, se abordó tomando en cuenta aspectos como la creatividad , la imaginación, y el deseo de establecer las relaciones entre estas dos áreas del saber, para enfocar al estudiante en torno a la creación de nuevas formas de pensar y comprender la física de un modo distinto, no solo con el desarrollo mecánico de fórmulas matemáticas ya establecidas, sino generando aspectos de interés puestos hacia la reflexión del pensamiento en el sujeto y la adquisición de nuevos modos de ver el aprendizaje .

## BIBLIOGRAFIA

- Christian Wagner López. (2005) Luz, Arte Y Física. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.
- Dominico Laurenza y Martin Kemp. (2019). Leonardo Da Vinci Codice Leister. Oxford University Press.
- Mussa, J (2010). Cognición Cuántica y Aprendizaje Diamantino: Un enfoque holístico del proceso enseñanza aprendizaje. congreso iberoamericano de Educación (Buenos Aires, Argentina).
- Barbero, S (2016). La Óptica de Leonardo Da Vinci: la mirada artística como intuición del pensamiento científico. Instituto de Óptica, CSIC.
- Alexander Ortiz Ocaña. (2016). Leonardo Da vinci una visión global de su interés por la ciencia. Escuela de Filosofía – UIS.
- Marco Navonifranco Buzzi. (2008). Leonardo Da vinci y los secretos del codice Atlantico.
- Werner Heisenberg (1955). La imagen de la naturaleza en la física actual.
- Javier Sotres Díaz (2009). *La óptica en la enseñanza secundaria: Propuesta didáctica desde una perspectiva histórica*. Tesis Doctoral Universidad complutense de Madrid. Facultad de Educación centro de formación del profesorado, Departamento de Didáctica de las ciencias experimentales.
- Ayala, M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. Bogotá Colombia.
- Klimenko, O (2011). la física cuántica, el observador y la creatividad. Revista Pensando Psicología, vol. 7, núm. 12, pp. 165-181.
- Marco Navoni Franco Buzzi. (2005) Leonardo da Vinci y los secretos del código atlántico.
- Kemp, M (2000). La ciencia del arte, la óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat.
- Ovalle, W (2019) *La narración histórica ilustrada: hacia una contextualización histórica y biográfica del pensamiento newtoniano sobre el movimiento y gravitación*” Trabajo de grado. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Capra, F (2007) La ciencia de Leonardo: la naturaleza profunda de la mente del gran genio del Renacimiento. Ed Anagrama, Barcelona.

Massera, S (2008). Dialogo entre el arte y la ciencia, intervención en el museo de ciencias naturales de la plata. Universidad de la Plata.

. Palau, J; Taibo, A, & Gimeno, F (1992). Arte y filosofía. Bogotá Colombia, Ed. Planeta.

Tomasini, M (2015). El orden matemático en la arquitectura de la antigüedad grecorromana. VII Coloquio Internacional del Centro de Estudios Helénicos (La Plata, 23 al 26 de junio de 2015).

Montes de Oca, E (2011). Leonardo Da Vinci un gran artista del renacimiento”, Séptimo Coloquio internacional, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Reno, R (2011) “La verdad está aquí dentro: relaciones y tensiones entre arte y ciencia” Centro de Experimentación y Producción Artística y el Parque de Investigación Biomédica de Barcelona.

(Lotman (1981). La semiosfera: Semiótica de las artes y de la cultura. Madrid, Ed. Catedra, p. 28.

Vicente, S (2003). Arte y Ciencia: reflexiones en torno a sus relaciones, Mendoza. Argentina.

Feyerabend (1982). La ciencia en una sociedad libre. México: Siglo Veintiuno Editores, 1988.p.18.

Colomer, E (1997) Movimiento de Renovación: Humanismo y Renacimiento.Ed. Akal, Madrid España.

Paoletti, J (2002); Radke g, M (2002). El arte en la Italia del Renacimiento.

Goicovich, G; Schibotto, J; Maeso, R & Errazuriz, L (2002). Los proyectos de aprendizaje interdisciplinarios en la formación docente. Revista mexicana de investigación educativa. vol.17 no.54 Ciudad de México jul./sep. 2012

Molina, A (2009); Martínez, O (2009); Mosquera, C (2009) & Mojica (2009). La integración de los saberes bajo el enfoque dialéctico globalizador: La interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en educación. Investigación y Postgrado v.24 n.3 Caracas dic. 2009.

Daxton 1997.

D.Marini, An Analysis of Leonardo da Vinci "Last supper," Harvard University graduate school of design, 1982, vease M, Kemp, the marvellous Works of nature and man, londres y Cambridge, 1981, pp.194-199

Piero de la Francesca, de prospectiva p. ingendi, ed, G, N Fasola, Florencia, 1942, p.64.

H. Burton, "The optics of Euclid, Journal of the optical Society of America, xxxv,1945, p.358.

Gerge Lakoff y Mark Jhonson, Philosophy in the Flesh, Basic Books, Nueva York, 1999, p.94

## LISTA DE IMÁGENES

Fig.1. Obra sobre Lienzo del artista Dominikos Theotokopulos,

El greco hacia (1541-1614) Obra Martyrdom St. Maurice

Fig.2 Analogía de la geografía de la tierra con el cuerpo humano. Fuente: códice Windsor (14581528) folio 55.

Fig.4 obra san juan bautista, Leonardo Da vinci, Técnica: sfumato Fuente: <https://collections.louvre.fr/en/ark:/53355/cl010062374>

Fig.5 Da Vinci, L “Construcción de perspectiva, según la demostración de Leonardo Da Vinci, fuente: Kemp, M (2000) La ciencia del arte, p.54

Fig.6 Sistema óptico del ojo según Leonardo Da Vinci, fuente: (Kemp, M.2000) La ciencia del arte. p.54

Fig.7 La belle ferronière Ms. Ashburnham I folio 32v Fuente: (Barbero, S.2016)

Fig.8 Confirmación de la regla de San Francisco, adaptación Martin Kemp, la ciencia del arte, pg. 16

Fig.9 Análisis de la perspectiva de la confirmación de la regla de san francisco de Giotto, adaptación Martin Kemp, la ciencia del arte, pg. 16

Fig.10 (Pietro Lorenzetti, el nacimiento de la virgen, Siena, adaptación Kemp, M,2000, la ciencia del arte. p.19)

Fig.11 Donatello San Jorge y el Dragon, 1417, Florencia Muzeo Nazionale del Bargello, adaptación Kemp, M,2000, la ciencia del arte. p.23)

Fig.12 Análisis de la perspectiva de San Jorge y el Dragon de Donatello, adaptación Kemp, M,2000, la ciencia del arte. p.23)

Fig.13 Massacio Trinidad,1426, Florencia, Sta. Maria Novella, fuente: adaptación Kemp, M,2000, la ciencia del arte. p.25)

Fig.14 Diagrama de la perspectiva visual de Alberti, fuente: adaptación Kemp, M,2000, la ciencia del arte. p.31)

Fig.15 Lorenzo Ghiberti, Historia de Jacob Y Esaú ,1435, Florencia, fuente: adaptación Kemp, M,2000, la ciencia del arte. p.33)

Fig. 16 Análisis de perspectiva de la historia de Jacob y Esaú. fuente: adaptación Kemp, M,2000, la ciencia del arte. p.33)

Fig. 17 Demostración de la necesidad de restringir el ángulo de la visión a menos de 90 ° según Piero de la Francesca fuente: adaptación Kemp, M,2000, la ciencia del arte. p.35)

Fig. 18 Demostración de la disminución de objetos colocados a diferentes distancias. adaptación Kemp, M,2000, la ciencia del arte. p.35)

Fig. 19 Demostración de la fuente interna de iluminación en la flagelación de Piero de Ila Francesca adaptación Kemp, M,2000, la ciencia del arte. p.35)

P.45. el grafico Imagen 1. “Ley piramidal “, Ms., folio 59V de la ilustración fue tomado del texto la ciencia de Leonardo, Capra, F (2007) P.253

Pag. 46. las imágenes de las ilustraciones. Corriente de agua y fluidez de movimiento del pelo humano, c, 1513, Colección Windsor, Landscapes, Plants, and Water Studies, folio 48r. y Flujos turbulentos, c.1509-1511, colección Windsor, Landscapes, Plants and water Studies, folio 42r fueron tomadas y adaptadas del texto “la ciencia de Leonardo”, Capra, F (2007) P.253 y p226 respectivamente.

