

**UNA CULTURA CÍVICO-CIENTÍFICA PARA ESTUDIANTES
UNIVERSITARIOS DESDE LA PERSPECTIVA CTS: EL CASO DEL
ITM**



Institución Universitaria

GUSTAVO ADOLFO MUÑOZ GARCIA

DIRECTOR: ALVARO DAVID MONTERROZA RIOS

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
MEDELLÍN-COLOMBIA**

2015

**UNA CULTURA CÍVICO-CIENTÍFICA PARA ESTUDIANTES
UNIVERSITARIOS DESDE LA PERSPECTIVA CTS: EL CASO DEL
ITM**

GUSTAVO ADOLFO MUÑOZ GARCIA

**TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADA(O) COMO REQUISITO PARA OPTAR
AL TÍTULO DE: MAGISTER EN ESTUDIOS DE CIENCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDAD E
INNOVACION.**

DIRECTOR:

Alvaro David Monterroza Rios, PhD.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
ESTUDIOS EN CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD- CTS
GRUPO DE INVESTIGACIÓN:
CTS+I**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO- ITM
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
MEDELLÍN, COLOMBIA
2015**

AUTORIZACION DEL DIRECTOR DE TESIS PARA SU PRESENTACION

DR, Alvaro David Monterroza Rios como director de la tesis de maestria “UNA CULTURA CÍVICO-CIENTÍFICA PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DESDE LA PERSPECTIVA CTS: EL CASO DEL ITM” realizada en la facultad de Artes y Humanidades del Instituto Tecnológico Metropolitano por el maestrante Gustavo Adolfo Muñoz Garcia, autorizo la presentación de la citada tesis de maestria, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Dado en Medellin-Colombia a _____ de _____ 2015

EL DIRECTOR DE LA TESIS

Fdo _____

MAESTRÍA EN ESTUDIOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD E INNOVACIÓN

FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES

ACTA No. 4

SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA

FECHA: 4 de noviembre de 2015

HORA: 7:00 p.m.

LUGAR: Sala de Juntas, Bloque A - Piso 3

En el lugar, fecha y hora, el Señor Gustavo Adolfo Muñoz García identificado con cédula de ciudadanía 71.765.565, presentó el Trabajo de Grado de Maestría titulado "Una cultura cívico-científica para estudiantes universitarios desde la perspectiva CTS: El caso del Instituto Tecnológico Metropolitano", para optar al título de Magíster en Estudios de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, cuyo director es el Ph.D. Álvaro David Monterroza Ríos

RESULTADO DE LA EVALUACIÓN:

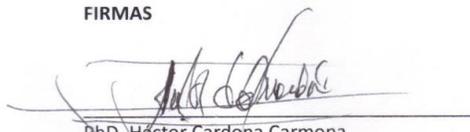
Con base en el artículo 34 del Acuerdo N°02 del 21 de enero del 2013, "Por el cual se expide el reglamento de posgrados en el ITM", el Trabajo de Grado de Maestría se califica como:

APROBADA (X)

REPROBADA ()

PENDIENTE DE APROBACIÓN ()

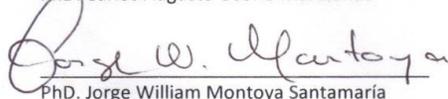
FIRMAS



PhD. Héctor Cardona Carmona



PhD. Carlos Augusto Osorio Marulanda



PhD. Jorge William Montoya Santamaría

DEDICATORIA

A Dios por su presencia en todo momento,

A mi madre, mi padre y hermanas, por su fortaleza y confianza,

A mi esposa Merly Maria Zuluaga por su ayuda incondicional, paciencia y apoyo moral,

A mi hija Ana Isabel Muñoz Zuluaga por su amor y ternura.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que me acompañaron en este recorrido académico, especialmente a mi director de tesis al Dr. Álvaro Monterroza por sus aportes, exigencias, enseñanzas, orientaciones, y por la confianza que tuvo en mi proceso para el cumplimiento de la investigación.

Agradezco a mis maestros y maestras, sus enseñanzas durante todo el proceso de mi formación en la Maestría.

A mis amigos en especial al Carlos Cañaveral y amigas, quienes me apoyaron y brindaron su apoyo con sus historias de vidas, sus saberes y consejos.

Gracias al Instituto Tecnológico Metropolitano, por permitirme participar en este proceso de hacer reflexiones en este bello discurso de los estudios CTS y desde allí me brindó la oportunidad de formarme en sus aulas para así lograr otro ciclo de mi vida personal y profesional.

RESUMEN

El presente trabajo propone contribuir en la formación de una cultura cívica científica para establecer una imagen social de la ciencia y mejores ciudadanos en las posibilidades de participación. Desde una perspectiva teórica centrada en los estudios de Ciencia, Tecnología y la Sociedad –CTS, marco de esta tesis, la propuesta epistemológica de Olivé a partir del pluralismo y la posición teórica de lo cívico, acerca de cómo la ciencia debe llegar a la sociedad, cómo la sociedad y en especial los universitarios deben entender la ciencia y en qué medida les corresponde vincularse desde el compromiso cívico y la participación ciudadana con ellos.

El principal aporte de este trabajo de investigación se centra en presentar orientaciones de una cultura cívica científica para el curso CTS del ITM. Así entonces, la tesis se estructura en cuatro partes que apuntan hacia cómo lo cívico podría ponerse en práctica desde los postulados que se defendieron en la tesis. En la primera parte, se presenta la importancia de la naturaleza de la ciencia en pro de una imagen socialmente ajustada en la educación científica. La segunda parte, esta centrada en la exploración conceptual de los estudios CTS y su contribución a una imagen ajustada y contextualizada de la ciencia. Posteriormente, desde lo teórico se intenta mostrar la vinculación de la perspectiva cívica sobre la ciencia en la cultura científica. Finalmente, se plantea el enfoque basado en la cultura cívica científica en pro de fortalecer el curso CTS en el ITM y enriquecer la educación CTS.

Palabras clave: enfoque CTS, educación CTS, cultura cívica científica, naturaleza de la ciencia, cultura científica, perspectiva cívica, participación ciudadana.

ABSTRACT

This paper aims to contribute to the formation of a scientific civic culture to establish a social image of science and better citizens on the possibilities of participation. From a theoretical perspective focusing on the studies of Science, Technology and Society (STS), framework of this thesis, Olivé epistemological proposal from pluralism and the theoretical position of the civic, about how science must come to society, how society and especially the university must understand science and to what extent their rightful linked from civic engagement and citizen participation with them.

The main contribution of this research is to present guidance of a scientific civic culture for the STS course of ITM. So then, the thesis is divided into four parts which point to how the civic could be implemented from the postulates that defended the thesis. In the first part, the importance of the science of nature is presented towards a socially adjusted image in science education. The second part is focused on the conceptual exploration of the STS studies and their contribution to a set of science and contextualized image. Subsequently, from the theoretical attempts to show the involvement of civic perspective on science in scientific culture. Finally, based on scientific civic culture in favor of strengthening the STS course at the ITM and enrich the educational approach it raises STS.

Keywords: focus STS, STS education, scientific civic culture, science of nature, scientific culture, civic perspective, citizen participation.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	VII
TABLAS Y FIGURAS	IX
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1 ACERCA DEL CONCEPTO NATURALEZA DE LA CIENCIA	7
1.1 Consideraciones sobre el concepto de la naturaleza de la ciencia	7
1.2 Vías para la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia	10
1.3 La naturaleza de la ciencia como un objetivo de la educación científica	31
CAPÍTULO 2 UNA REVISIÓN CONCEPTUAL AL ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD	33
2.1 La imagen tradicional de la ciencia y la tecnología	34
2.2 Los estudios en CTS: orígenes, tradiciones y enfoques	37
2.2.1 Antecedentes históricos del movimiento C-T-S	37
2.2.2 ¿Qué son los Estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)?	43
2.2.3 El Pensamiento Latinoamericano e Iberoamericano en CTS	54
2.3 Necesitamos una imagen de ciencia ajustada y contextualizada desde el enfoque CTS	56
CAPÍTULO 3 UNA APROXIMACIÓN A LA NOCIÓN DE LA PERSPECTIVA CÍVICA CIENTÍFICA	60
3.1. Algunos conceptos y principios en torno a la ciudadanía y el civismo	60
3.2 Una cultura científica y la ciudadanía	65
3.3 Algunas reflexiones sobre la perspectiva cívica en la educación científica	71
CAPÍTULO 4 ORIENTACIONES DE UNA CULTURA CÍVICA CIENTÍFICA DENTRO DEL CURSO CTS: CASO ITM	79
4.1 Educación en CTS	80
4.1.1 Prácticas en educación CTS	81
4.1.2 Estrategias pedagógicas en CTS	84
4.2 Presencia del enfoque CTS en el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM)	88

4.3 Estructura de la asignatura CTS en el Instituto Tecnológico Metropolitano-ITM	92
4.3.1 Finalidad de la asignatura CTS	92
4.3.2 Competencia	93
4.3.3 Bloques por conocimientos	93
4.4 Diagnóstico sobre la percepción del curso CTS en los estudiantes del ITM	96
4.4.1 Población Encuestada	97
4.4.2 Presentación y análisis de datos	97
4.4.3 Percepción del curso CTS	97
4.5 ¿Qué se entiende por Cultura Cívica Científica?	100
4.5.1 Componente Científico.	101
4.5.2 Componente Cultural	102
4.5.3 Componente Cívico.	102
4.5.4 Componente Participativo	103
4.6 La cultura cívica científica y la asignatura CTS del ITM	105
4.6.1 El componente científico y la asignatura CTS	106
4.6.2 Componente cultural y la asignatura CTS	107
4.6.3 Componentes cívico y participativo: el ejercicio de la ciudadanía	109
4.7 El Reto de la cultura cívica científica	114
CONCLUSIONES	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119

TABLAS

Tabla 1 Resumen de las diferencias entre las dos tradiciones CTS	47
Tabla 2 Currículo de unidades didácticas Grupo Argo	83
Tabla 3 Estructura de la Asignatura CTS – ITM por competencias.....	93
Tabla 4 Tabla de resultados del aprendizaje (Criterios para la evaluación – Indicadores de competencia)	95
Tabla 5 Los componentes de la cultura cívica científica.....	104
Tabla 6 Tabla de saberes curso CTS – Lo básico que el estudiante debe saber	110

FIGURAS

Figura 1 Componentes de la competencia cívica científica.....	101
---	-----

ANEXO

Anexo 1 Evaluación Final Curso CTS.....	133
---	-----

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la ciencia y la tecnología se han convertido en los motores de cambio en la sociedad transformando lo social, lo económico, lo político y otras. Estas transformaciones han resuelto muchos problemas, pero también han introducido nuevos riesgos en las comunidades dado que sus resultados (conocimientos y artefactos) pueden afectar profundamente la humanidad entera. Así pues, los ciudadanos se encuentran en la necesidad de conocer, comprender, opinar y participar sobre los procesos, resultados y orientaciones que da ciencia y la tecnología.

En los últimos años se han venido desarrollando acciones dirigidas en adquirir los niveles de cultura científica en la sociedad. Todo ello, destinado a la educación científica y tecnológica desde el principio de comprensión de la ciencia y la tecnología para todos los ciudadanos. En este sentido, el querer que la ciudadanía adquiriera unos niveles de percepción y comprensión de la ciencia implica que se persiga una enseñanza de las ciencias más cercana a los problemas del contexto.

Por lo anterior, la educación tecnocientífica no debe estar centrada solo en los contenidos (saber) o saber cómo hacer las cosas (procedimientos), sino también en cómo puede afectar al medio ambiente y la sociedad. Este vínculo con el contexto y su relación con los factores sociales, económicos, políticos, estéticos y éticos muestran que la ciencia y la tecnología no son aisladas del contexto, sino que forma parte de un sistema económico, político, educativo y cultural.

Asimismo, ante la diversidad de conceptualizaciones sobre la ciencia y la tecnología, no puede seguirse con el enfoque de una cultura científica dirigida solo desde los hechos científicos valorativamente neutrales y como única manera correcta de entender el mundo. Al mismo tiempo, ni caer a un relativismo extremo, donde no existen criterios que permitan hacer comparaciones entre posturas de saberes o entre diferentes conjuntos de valores y normas morales.

También, la mayoría de los ciudadanos contemplan como la ciencia y la tecnología se convierte en algo ajeno, alejados de sus posibilidades de comprensión. Estos modelos de política de ciencia y tecnología se han dirigido sólo para la solución específica de grandes problemas y al desarrollo económico. Sin tener en cuenta la importancia de la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico como una forma de conocer los procesos científicos y tecnológicos, su relación con la sociedad, los impactos que estos tienen en el ciudadano con su entorno social y cultural.

Con base a lo anterior, los estudiantes entran a la educación escolar superior caracterizados como científicos intuitivos. Aquí, muchos estudiantes ven y creen que la ciencia es un mundo de personas inteligentes e imprescindibles para el mundo. Además, estas imágenes son propagadas desde los medios de comunicación. Por lo que, muchos estudiantes piensan que la ciencia casi siempre inventa cosas o resuelve problemas prácticos, más que investigar y comprender el mundo, predominando la visión utilitarista (tecnológica) de la ciencia frente a la cultural (académica).

Ciertamente, se hace necesario la articulación de la formación ciudadana y cívica con la ciencia y la tecnología, pese a que se han dado intentos por orientar la formación de cualidades de los estudiantes desde las competencias ciudadanas se ha quedado corto frente a crear actitudes sobre la ciencia y la tecnología y solo se ha orientado a ver procesos de la ciencia y la tecnología desde lo informativo, sin articularlo hacia problemas sociales, ciudadanas y cívicas, una de estas dificultades radica en los problemas sociales, políticos, el contexto social y el sistema educativo con que se enfrentan ciertos países, como Colombia, en crear ciudadanos cívicos con actitudes críticas y propositivas sobre la ciencia y la tecnología.

Por ello, este trabajo coincide con la postura filosófica del pragmatismo desde la racionalidad pluralista de León Olivé (1999) que dice que en el pluralismo, existen (simultáneamente) y han existido (históricamente) distintos sistemas conceptuales y prácticas mediante los cuales diversos grupos de seres humanos obtienen conocimiento acerca del mundo y los aplican en sus

interacciones con él, y por medio de las cuales lo transforman. Aquí, se refiere a un acuerdo basado en razones de cada uno de los modelos explicativos involucrados para entender el mundo.

Este planteamiento de una actitud filosófica pluralista, defiende que los conocimientos deben ser evaluados en términos de sus razones epistémicas, pragmáticas y en relación con el contexto cultural. Asimismo, una cultura científica que sea plural, democrática y justa, que ofrezca las condiciones para un aprendizaje social del conocimiento para generar capacidades argumentativas y la participación formativa en el cual la línea Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) se articule a través de su propuesta científica, pedagógica y política. Todo esto en la promoción de la alfabetización científico-tecnológica para todas las personas desde la comprensión de la ciencia, de manera que los ciudadanos puedan participar en las tomas de decisiones en los procesos democráticos de los asuntos de ciencia y la tecnología (CyT).

Por lo anterior, la presente investigación propone el concepto de lo cívico en la cultura científica bajo un enfoque CTS, partiendo de los fundamentos de la perspectiva cívica, el concepto "naturaleza de la ciencia" y la actitud filosófica pluralista de Olivé, con el propósito de integrar el componente cívico al enfoque CTS como estrategia formativa dentro de la educación científica.

Así pues, la pregunta que subyace a este trabajo investigativo es: ¿por qué la cultura cívica científica sobre ciencia y la tecnología (CyT) desde el enfoque CTS forma una imagen social de la ciencia y mejores ciudadanos en las posibilidades de participación? Desde esta perspectiva, la tesis tiene como objetivo general plantear la cultura cívica científica sobre CyT desde el enfoque CTS para formar una imagen social de la ciencia y mejores ciudadanos en las posibilidades de participación.

Para lograr lo anterior el documento se organiza en cuatro capítulos, de la siguiente manera. En el primero se enfocará sobre el concepto de la "naturaleza de la ciencia" desde la didáctica de las ciencias y desde cómo las concepciones sobre las imágenes científicas han influido en las formas de representación del mundo en el ciudadano. Para esto se revisará dicho concepto para la

educación científica, y luego, se analiza las vías para la comprensión del concepto de la naturaleza de la ciencia a través del uso de la historia de la ciencia, la interpretación filosófica y la sociología de la ciencia. Finalmente, se abordará la importancia de orientar la naturaleza de la ciencia como un objetivo de la educación científica donde la pregunta que guió este primer asunto fue: ¿Qué importancia tiene el concepto de la “naturaleza de la ciencia” para una imagen socialmente ajustada acerca de la ciencia en la educación científica?, así pues, el objetivo de este capítulo es indagar la importancia que tiene el concepto de la “naturaleza de la ciencia” para una imagen socialmente ajustada acerca de la ciencia en la educación científica.

En la segunda parte, se revisará de manera específica los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en lo relativo a los componentes principales: orígenes, enfoques y tradiciones. En este apartado se asume el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) como el ámbito del trabajo académico y político, cuyo objeto de estudio integra los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, es decir, las relaciones epistemológicas, axiológicas, éticas, políticas, económicas, educativas y sociales encaminadas a comprender la relación de la ciencia y la tecnológica en nuestra sociedad. Es importante este marco conceptual porque supone la necesidad de una imagen de la ciencia y la tecnología ajustada y contextualizada. Para ella se usó la siguiente pregunta: ¿Cómo los estudios CTS contribuyen a una imagen ajustada y contextualizada del desarrollo tecnocientífico?, de ahí, que el objetivo de este capítulo es elaborar una revisión conceptual sobre como los estudios CTS contribuyen a una imagen ajustada y contextualizada de la ciencia.

En la tercera parte, se hace una aproximación a la noción de la perspectiva cívica científica en pro de una participación democrática de los ciudadanos, para ello se partirá de una revisión de la literatura del concepto de ciudadanía y civismo. En principio se iniciará con un breve repaso sobre la evolución del concepto de cultura científica y su relación con la ciudadanía. También, se analizará la noción de ciencia ciudadana entorno a la perspectiva cívica. En este punto, se dedica un espacio a considerar dos modelos de formación cívica: el modelo de educación para la ciudadanía democrática y el modelo de formación para una ciudadanía intercultural, responsable, activa y crítica

para el desarrollo de la participación ciudadana activa. Para finalizar esta parte, se describirá la dimensión de la competencia cívica, la participación cívica y el compromiso cívico, en correspondencia con la participación formativa. Por tanto, la pregunta guía de esta tercera parte será: ¿Cómo vincular la perspectiva cívica sobre la ciencia en la cultura científica?, por tanto, el objetivo de este capítulo es considerar la vinculación de la perspectiva cívica sobre la ciencia en la cultura científica.

Por último, se darán orientaciones para una cultura cívica científica dentro del curso CTS en el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) de Medellín - Colombia. Aquí, se propone definir el concepto de cultura cívica científica y sus elementos para la educación CTS. Inicialmente, se describe la educación CTS, sus prácticas y estrategias pedagógicas. Posteriormente, se hará una caracterización de la presencia del enfoque CTS en el Instituto Tecnológico Metropolitano- ITM. Luego, se explicará el ejercicio analítico sobre la asignatura CTS del Instituto Tecnológico Metropolitano. Consecuentemente, se mostrará la percepción que tienen los estudiantes del ITM del curso CTS. Con base en el desarrollo de los apartados anteriores, se plantea el concepto de la cultura cívica científica y la propuesta que integre la cultura cívica científica en el plan de estudios del curso de CTS del ITM. Por lo anterior, se considera que la cultura cívica científica en la asignatura CTS constituye un elemento clave en la educación CTS desde el componente cívico para que resulte significativa a los estudiantes y al grupo CTS de la institución universitaria. Así pues, la pregunta que guiará este cuarto capítulo se enuncia de la siguiente manera: ¿Por qué una cultura cívica científica puede fortalecer el enfoque de educación en CTS?, de ahí, el objetivo de este capítulo es proponer un enfoque basado en la cultura cívica científica para el fortalecimiento de la educación en CTS.

Se puede partir de la hipótesis de que la cultura cívica científica en la enseñanza universitaria articula situaciones para la reflexión que pueden impactar a la sociedad desde la ciencia y son de interés público. Desde este punto, se considera a la educación CTS como un campo del conocimiento de vital importancia en la formación tecnológica, ya que vincula la perspectiva interdisciplinaria y enriquece el currículo con estrategias pedagógicas en la adquisición de habilidades y capacidades

para tomar decisiones. El discurso CTS tiene un papel significativo en los currículos para reflexionar el funcionamiento de la ciencia en el contexto social. Esto nos debe invitar a que los currículos no deben seguir el énfasis de un aprendizaje en: conceptos y teorías científicas, métodos y las aplicaciones de las ciencias. Una enseñanza científica que vincule aspectos como: el conocimiento social, el local, el cultural y cotidiano, ni tampoco ser ajena a los factores políticos, ideológicos y económicos según su contexto y situación. Veamos a continuación el desarrollo de este trabajo.

1. ACERCA DEL CONCEPTO NATURALEZA DE LA CIENCIA

El presente capítulo está dedicado al tema sobre el concepto de la naturaleza de la ciencia y cómo las concepciones sobre las imágenes científicas han influido en las formas de representación del mundo en el ciudadano. Este constará de tres bloques principales: el primero, estará centrado en revisar el concepto de naturaleza de la ciencia en la educación científica, y el segundo, sobre las vías para la comprensión del concepto de la naturaleza de la ciencia. Finalmente, se abordará la importancia de orientar la naturaleza de la ciencia como un objetivo de la educación científica. Así pues, la pregunta que guiará este primer capítulo es la siguiente: ¿Qué importancia tiene el concepto de la naturaleza de la ciencia desde una imagen socialmente ajustada acerca de la ciencia en la educación científica?

1.1 Consideraciones sobre el concepto de la naturaleza de la ciencia

El concepto sobre la naturaleza de la ciencia es de corte interdisciplinario y metacognitivo el cual se vincula con la sociología, la filosofía y la historia de la ciencia para su concepción. Esta idea, ha sido apoyada en conjunto por especialistas en didáctica de las ciencias, y científicos quienes orientan acciones para vincular los aspectos sociales, políticos, económicos, estéticos, etc., en la imagen de la ciencia dentro de la educación científica. Algunos autores asumen que el concepto de naturaleza de la ciencia (NdC) abarca una amplia variedad de aspectos a partir de diferentes áreas del conocimiento que desde un segundo orden, explicitan elementos aplicables para la comprensión de este concepto para la alfabetización científica. En palabras de Vázquez, A.; Manassero Mas, A.; Acevedo Díaz, J. & Acevedo Romero, P. (2001)

[...]la historia, la sociología y la filosofía de la ciencia sobre qué es la ciencia, en su funcionamiento interno y externo, cómo construye y desarrolla el conocimiento que produce, los métodos que usa para validar este conocimiento, los valores implicados en las actividades científicas, la naturaleza de la comunidad científica, los vínculos con la tecnología, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y, viceversa, son aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad (p.2).

Lo anterior, indica la importancia de incluir los factores no epistémicos en la educación científica para poder entender la dinámica que ha tenido la ciencia en la sociedad. Guíasola & Morentin (2007), plantean que la naturaleza de la ciencia aporta elementos importantes a la didáctica de las ciencias mejorando las concepciones, creencias y actitudes de los docentes. Además, a su conocimiento didáctico del contenido de las ciencias como elemento importante para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Igualmente, Adúriz-Bravo (2005), valora el aporte de las metaciencias en los contenidos de la práctica profesional del docente, el para qué y sobre qué se enseña la naturaleza de la ciencia. Aduriz Bravo (2005), sostiene que la expresión “naturaleza de la ciencia” (en inglés, o NOS -*Nature of Science*-McComas, 1998) se ha utilizado, dentro de la didáctica de las ciencias, para referirse a tres objetos específicos:

1. La naturaleza de la ciencia designa, primeramente, aquello que la ciencia es, o más propiamente las diversas conceptualizaciones que, desde las llamadas metaciencias (epistemología, historia de la ciencia, sociología de la ciencia, psicología de la ciencia, lingüística de la ciencia...), se han hecho a lo largo de la historia de la humanidad sobre la cuestión de “qué es esa cosa llamada ciencia”, según la afortunada frase de Alan Chalmers (2000).

2. La naturaleza de la ciencia se refiere a un componente emergente dentro del currículo de ciencias naturales, aquél que se ocupa de reflexionar sobre el carácter de la empresa científica.

3. Por último, la naturaleza de la ciencia evoca un área de investigación, innovación, docencia y extensión dentro de la didáctica de las ciencias naturales que ataca los problemas surgidos de la necesidad de enseñar el conocimiento metacientífico, prescrito curricularmente, dentro del contexto de las clases de ciencias.

En este sentido, los elementos mencionados arriba son importantes para la educación científica implementándose en los currículos escolares de ciencia como objetivo básico desde la década del 1990 (Jenkins, 1996; Rudolph, 2003) y la alfabetización científica (Bybee, 1997; DeBoer, 2000; Millar,

2006). De este modo, la Naturaleza de la Ciencia-NdC, no es estática, ni universal (Lederman, 1992), donde vincula puntos axiológicos, culturales y didácticos que deben tenerse presente para la integración de la NdC.

Ahora bien, la propia expresión: “naturaleza de la ciencia” no ha quedado adecuadamente definida en la literatura, si bien la ubican como la justificación de lo que es la ciencia a partir del aspecto epistemológico (Chalmers,2000). La designación epistemológica es válida e importante dentro de las características metodológicas propias de las ciencias, pero han tratado de llevarla a interpretaciones reduccionistas y se hace necesario integrar a la NdC los aspectos sociales y políticos de la ciencia. Ciertamente, varios autores como Osborne, 2003, Bell et al. 2001, Hodson 1992a, Matthews 1994a, Bennáassar, A, et al, 2010, llegan a expresar que la definición del termino *naturaleza de la ciencia* va a presentar desacuerdos, sin embargo estos autores indican que existe un nivel consensuado relevante para la educación científica.

Este nivel de concreción presenta los siguientes aspectos concretos:

- a) reconocer que la ciencia es tentativa (sujeta a cambios); b) basada en la experiencia empírica; c) subjetiva (sujeta al consenso de los pares); d) producto de la imaginación, la creatividad y la actividad humana; e) integrada en la actividad social y cultural (Bennáassar, A, et al, 2010, p.17).

Por su parte, Acevedo, J. y sus colegas (2007) han trabajado el concepto de la naturaleza de la ciencia orientada a la participación ciudadana. Estos autores señalan que debemos ubicar la alfabetización científica como una actividad humana y social. Dicha alfabetización científica debe promover una conciencia sobre los problemas del entorno, tiempo, la responsabilidad ciudadana de cada sujeto y que conecte dentro de su participación con la sociedad logrando ejercer control sobre las consecuencias de sus decisiones y actos. Asimismo, fomenta el desarrollo de unas competencias sociales y actitudinales indicando al ciudadano la importancia de una sociedad cambiante y la necesidad de unas capacidades que son requisitos para poder asumir los retos de la sociedad y no se quede como un mero actor pasivo del reconocimiento de unos derechos y deberes.

Por todo lo dicho, el concepto de NdC por ser un término complejo de carácter evolutivo y cambiante trata de llevar de la mano los tópicos de carácter epistemológico con los relacionados con los metacognitivos en la sociedad. De modo que no existe una única reflexión sobre la ciencia, sino varias que coexisten simultáneamente (Rudolph, 2003). De ahí, la importancia de un pluralismo epistemológico como lo señala Olivé (2007) que reconozca la complejidad de los diferentes modelos explicativos que hoy conviven para comprender la ciencia.

1.2 Vías para la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia

Se puede identificar al menos, tres vías en la comprensión de la naturaleza de la ciencia: la historia de la ciencia, la interpretación filosófica y la sociología constructivista. Su complementación nos indica la forma de actuar de la ciencia.

1.2.1 La primera vía corresponde a la historia de las ciencias, es una herramienta básica que nos muestra algo evidente que olvidamos: las ciencias tienen historia, esto es, que es un producto contingente de logros individuales y colectivos del pasado que pudieron ser de cualquier otra forma. Nos dice además que las ciencias poseen sus propios métodos y criterios de evaluación validados por las comunidades (Kuhn, 1972) y que las concepciones paradigmáticas de las imágenes que hemos podido tener de las ciencias han influido de algún modo en la forma como percibimos el mundo, la naturaleza y la realidad.

La historia de la ciencias no es el “juzgar el pasado para legitimar el presente, sino hacer un esfuerzo por investigar y hacer comprender en qué medida las nociones, las actitudes o los métodos superados fueron, en su época, una superación” (Canguilhem, 2009, p.14). Es decir, el conocer la dinámica del hecho científico (internalismo) no como un asunto cronológico y lineal, sino desde unos condicionamientos culturales, sociales y políticos. Así pues, el objeto de la historia de las ciencias es la historicidad del discurso científico, es la “aceptación de la ciencia como un objeto histórico”

(Canguilhem, 2009, p.18). Como forma de entender las ciencias en el pasado a partir de los propios términos, los procesos normativos, sociales y políticos.

La historiografía de las ciencias ha mostrado un cambio significativo en centrar la explicación histórica desde el enfoque contextualista en la relaciones ciencias y sociedad y en la vinculación de otros elementos que intervienen en la actividad científica como: el económico, sociológico, ideológico y cultural. Para ello, pueden usarse estrategias pedagógicas como la simulación educativa, los estudios de casos, entre otras para trabajar la historicidad de los diferentes discursos científicos y saberes que se han construido en la comprensión de mundo.

1.2.2 la segunda vía es la interpretación filosófica (filosofía de la ciencia) de la imagen científica del mundo. El concepto de interpretación aproxima a un estudio crítico y reflexivo de las normas paradigmáticas que se han dado en los contenidos de la ciencia, a la naturaleza y características del conocimiento científico. El primero de estos modelos, en el que podemos ubicar las posturas sobre la imagen de la ciencia toman la tradición iniciada en el siglo XVI y XVIII en donde se inician las teorías de una visión del mundo de la ciencia con mayor fuerza con un enfoque de ciencia descriptiva, objetiva de los hechos, empírica, determinista, mecánica y simplista hasta llegar a los modelos de concepciones históricas, sociológicas y pluralistas que se presentan en la filosofía de la ciencia de la segunda mitad del siglo XX.

A continuación se presentará las diversas posturas sobre la imagen de la ciencia y como han enriquecido este panorama interpretativo de la imagen científica del mundo, dentro de ellas está:

i) La imagen de la ciencia desde el positivismo lógico, ha sido fruto de un conjunto de ideas, postulados, grupos científicos que han estructurado una visión inductivista y empírica sobre la ciencia. Supone la idea general de que lo que ha hecho de la ciencia una actividad para obtener conocimiento confiable es porque este conocimiento “científico” está basado en los hechos de la experiencia (Chalmers, 2000). El positivismo lógico tuvo una buena parte de su inspiración en el

positivismo y empirismo clásico de autores como Condorcet, Saint Simon, Durkheim, Weber, Hume, Mach y Comte. El neopositivismo (como también se le conoce al positivismo lógico) es una concepción heredada por la Escuela de Berlín y el Círculo de Viena y su proyecto de una *ciencia unificada*, según el neopositivismo, el conocimiento es un reflejo fiel y neutral de los hechos empíricos en el que el lenguaje tiene un papel para la descripción de la realidad. Así, su punto de partida es la reconstrucción lógica de las teorías científicas mediante los métodos lógico-matemáticos. Debido a su carácter empírico y tradicional, en muchos casos propio de los mismos científicos y matemáticos, a este positivismo lo hacen parte de la llamada “Concepción heredada de la ciencia” en los estudios CTS (Fuller, 1993).

La concepción neopositivista se desarrolla en dos etapas: El positivismo lógico del *Círculo de Viena* (sus fundadores como ortodoxia representan la mayoría M. Schlick, R. Carnap, K. Gödel, O. Neurath, Ernest Nagel, P. Frank, G. Bergman, H. Mahn, V. Kraft, C. Morris) y El empirismo lógico como versión moderada del primero. Sus iniciadores más representativos fueron Rudolf Carnap y Carl G. Hempel. Estos últimos establecían

[...] una distinción tajante entre los llamados contextos de descubrimiento y de justificación. El contexto de descubrimiento está constituido por el conjunto de procesos y factores que llevan al descubrimiento o invención de una teoría. El de justificación se limita a los procesos lógicos de articulación deductiva, sistematización, contrastación y consiguiente aceptación o rechazo. La separación entre ambos viene dada por la formulación verbal explícita de la teoría (Perdomo, 2001, p.17).

Lo que se pretendía era justificar lógicamente la validez, aceptabilidad y pertinencia de dichos productos finales, justificación que es independiente y neutral respecto al contexto de descubrimiento. Todo esto se justificaba suponiendo que la ciencia no sólo es la forma más segura de conocimiento, sino la única legítima. Ahora bien, la imagen científica del mundo es el conocimiento de un conjunto de proposiciones verdaderas que existen en la realidad y solo podremos alcanzarlo mediante la aplicación de los métodos científicos (Carnap, 1961). Según Hahn, Neurath, y Carnap (1929/2002), las características de la concepción científica del mundo es:

- La objetividad independiente de los supuestos y creencias de los sujetos.

- El sistema lógico sobre el criterio de verdad o falsedad.
- La relación intersubjetiva
- La racionalidad en cumplir las leyes de la lógica desde de la evidencia y elemento justificable y justificado .

Las anteriores propiedades del conocimiento garantizaban y justificaban la validez del conocimiento señalando que esta es segura y universal del método científico. Lo anterior, ponía limitación y aislaba a los demás tipos de conocimiento. Bajo esta concepción solo conocemos lo que se demuestra que es verdadero y porque estamos en condiciones de justificarlo desde los hechos. De ahí, que el conocimiento es aquella verdad que ha sido justificada bajo el reflejo directo de un hecho concreto de la realidad. Según Schlick (1965a)

Todo conocimiento es una expresión, una representación. Es decir, expresa la situación de hecho que es conocida en ella. Esto puede ocurrir en cualquier número de modos, en cualquier idioma, por medio de cualquier sistema arbitrario de signos. Todos esos modos posibles de representación —si de otra manera expresan realmente el mismo conocimiento— deben tener algo en común, y lo que es común es su forma lógica (p. 61).

Desde el positivismo lógico conocer el significado de un concepto consistiría en relacionar un hecho con la forma lógica de la proposición como justificación de una verdad empírica. Así pues, la teoría verdadera es la mejor contrastada, esto es, la que se ajusta mejor a todos los datos observacionales (Chalmers, 2000, p.25). En este sentido, “algo es ‘real’ en la medida en que se incorpora a la estructura total de la experiencia” (Hahn, 2002, p. 114).

Esa estimación por el análisis lógico del lenguaje llevó a construir un lenguaje artificial empirista cuya estructura estuviera basada en las leyes lógicas de la semántica. Para ello, todos los enunciados debían satisfacer el principio de verificabilidad desde el significado del enunciado, esto se convirtió en el método de verificación¹ y adecuación empírica de los significados de las teorías. Precisamente,

¹ En el proceso de verificación se utiliza la inducción y se infiere desde la teoría, llevando al grado de confirmación y se determina la probabilidad inductiva (Hempel, 1996).

la teoría se considera completamente verificada si todas sus consecuencias observacionales se confrontan directamente o se comparan con los enunciados (Chalmers, 2000).

Como se expresó arriba, que la relación directa entre las proposiciones correctamente formuladas y los hechos del mundo aseguraba la veracidad de los juicios emitidos; con esto se lograba un sistema lingüístico común reducido al sistema de lógica formal que representara el mundo tal y como era en realidad. Solo ante los hechos podemos vincular el significado, el sentido y la veracidad de las proposiciones y mostrar justificaciones de sus afirmaciones.

Para el positivismo lógico, el análisis lógico de las proposiciones científicas en su contrastación empírica se da mediante los métodos experimentales de las ciencias naturales. Esta sustitución de una teoría científica por otra deben tener el criterio de conmensurabilidad², descripción correcta de los fenómenos y corregir los errores de la anterior teoría (Nagel, 1961). Al mismo tiempo, el cambio y el progreso científico se alcanzan aplicando las reglas codificadas y formales de la lógica.

Esta idea de conmensurabilidad en la “concepción heredada” concebía el desarrollo científico como un progreso acumulativo entre la secuencia de las correcciones entre cada teoría que suceda a la anterior. Así pues, el desarrollo científico se conserva a lo largo de la historia si está bien estructurado sea por sus adecuados enunciados o ya sea en la observación. Esta postura lleva a una ciencia unificada de toda explicación empírica de la realidad. Por lo tanto, esta postura concluye que la ciencia es el único camino para el conocimiento válido, único válido, objetivo y verdadero.

² Esto se basaba en el supuesto de que las teorías: a. Como el lenguaje observacional es neutral y compartido por las distintas teorías, es posible compararlas, al menos a este nivel. Ciertamente algunas tendrán una base empírica más amplia que otras, pero basta que tengan alguna parte común para que la comparación sea posible. Incluso si sus bases empíricas son completamente diferentes, siempre será posible establecer conexiones entre ellas al observar que se refieren a aspectos distintos de la misma experiencia.

b. Para la Concepción Heredada las unidades mínimas de significado son los términos y, en un segundo nivel, los enunciados aislados. De este modo el significado de un término se considera dado o, al menos, determinable con independencia de la teoría en que aparece (Perdomo, 2001, p.24).

Sin embargo, esta concepción presenta varios problemas. El primero es que el conocimiento queda en mano de los expertos y son los científicos los que podrían aprobar o no las proposiciones desde la corroboración o refutación de cualquier afirmación. En este sentido, los conocimientos tradicionales son excluidos dentro de la valoración científica. Asimismo, la imagen de ciencia, buscó una culturización homogénea de las otras disciplinas bajo el énfasis de la objetividad, neutralidad y en el rechazo de los contextos como elemento de construcción del conocimiento. Por último, el positivismo lógico centró su proyecto en la adquisición de un conocimiento mediante el análisis lógico y la confianza del método científico para la esfera social y en mundo intelectual en general.

ii) *La imagen de la ciencia desde el realismo*, plantea una correspondencia entre las creencias sobre el mundo y este mismo a través del apoyo de los modelos teóricos. Estos defensores del realismo, ven que “el objetivo de la ciencia es darnos en sus teorías, una concepción de como es el mundo; y la aceptación científica implica la creencia de que es verdadera” (Van Fraassen, 1980^a, p.8). Esta creencia se justifica desde la consecución del objetivo desde la aplicación del método científico como el método para llegar a la verdad o al menos a las que nos ofrece información confiable. De igual forma, los realistas mantienen que la ciencia permite acercarnos a la realidad, afirmando su aproximación y la forma de conocerla. De modo que existe una gran variedad de líneas del realismo, en general presentan consensos en considerar que si una “teoría es, de hecho, verdadera, entonces en el mundo se debe describir con base exactamente esas entidades que la teoría dice que hay y tienen exactamente esas características de los términos que la teoría describe” (Hooker, 1987, p.7). Por ello, el contenido de sus teorías o afirmaciones deben interpretarse y se convierten en referentes aceptados como aproximaciones verdaderas para conocer el mundo e independiente de la posición subjetiva.

Ciertamente, el realismo no ve a la ciencia como verdades necesarias, pero si como la explicación científica de la ciencia que desde las teorías científicas aproximen la descripción de la realidad (Van Fraassen, 1980^a). Quizás dentro de los tipos de realismo, una de los más conocidos es el realismo crítico defendido por Karl Popper (1982) con su concepto de falsación, quien explica que la ciencia

debe buscar teorías verdaderas desde un criterio de racionalidad a través del proceso de falsabilidad, la demostración crítica de la falla de la teoría y su correspondencia con el mundo natural. Popper, considera que el apoyo empírico a una teoría no es suficiente para falsar un enunciado, puesto que dichas pruebas empíricas tienen un contenido teórico. La idea sobre que las teorías científicas son falsables,

[...] la ciencia es un conjunto de hipótesis que se proponen a modo de ensayo con el propósito de describir o explicar de un modo preciso el comportamiento de algún aspecto del mundo o universo. Sin embargo, no todas las hipótesis lo consiguen. Hay una condición fundamental que cualquier hipótesis o sistemas de hipótesis debe cumplir si se le ha de dar el estatus de teoría o ley científica (Chalmers, 2000, p.71).

Popper (1982) rechaza la existencia de una lógica inductiva basada en generalizaciones de datos particulares u observaciones como explicación de la realidad. Por tanto, expresa que será lógicamente inadmisibles la inferencia de teorías a partir de enunciados singulares que estén verificados por la experiencia. Así pues, las teorías no son nunca verificables empíricamente, pero si contrastables, los hechos empíricos no pueden estar por encima de las teorías científicas para explicar la ciencia, dado que la observación está impregnada de teoría.

Asimismo, insta como característica de los enunciados universales fácticos (leyes), el hecho que son refutables. Por lo tanto, la ciencia progresa gracias a las conjeturas y refutaciones. Solo sobreviven las teorías más aptas, con las cuales nunca se puede decir que una teoría es verdadera, sino la más adecuada (Chalmers, 2000). El proceder de la ciencia consiste en intentar falsar las teorías críticamente (encontrar una observación que las contradiga) y proponer otras que resistan mejor todos los intentos de ser falsadas. “las teorías que no superan las pruebas observacionales y experimentales deben ser eliminadas y reemplazadas por otras conjeturas especulativas” (Chalmers, 2000, p.70). Pero, para que todo esto tenga sentido, ha de ser posible encontrar un enunciado singular que sea capaz de falsar la teoría.

Las hipótesis no sólo deben confirmarse sino que deben formularse de forma y manera que puedan ser falseadas: cualquier hipótesis debe estar preparada para ser refutada, es decir para que se pueda demostrar su falsedad. La supervivencia de las hipótesis expresa un estado transitorio. Las teorías

fuertes que resisten la falsación, tienen mayor grado de corroboración. Por tanto “una hipótesis es falsable si existe un enunciado observacional o un conjunto de enunciados observacionales lógicamente posibles que sean incompatibles con ella, esto es, que en caso de ser establecidos verdaderos, falsarían la hipótesis” (Chalmers, 2000, p.4). En este sentido, las teorías que no son susceptibles en demostrar su falsedad, ni pone a prueba su refutación, no es científica. Como expresa Popper (1982)

Por ello puedo admitir con satisfacción que los falsacionistas como yo preferimos con mucho un intento de resolver un problema interesante mediante una conjetura audaz, aunque pronto resulte ser falsa (y especialmente en ese caso), a cualquier recital de una serie de truisms imprecidentes. Lo preferimos porque creemos que ésta es la manera en que podemos aprender de nuestros errores; y que al descubrir que nuestra conjetura era falsa habremos aprendido mucho sobre la verdad y habremos llegado más cerca de la verdad (p.231).

La ciencia progresa a partir de los enunciados observables de las teorías y de la deducción de su falsedad. Así, las hipótesis bajo el criterio de demarcación científico de falsabilidad o refutación de una teoría, permiten demostrar su falsedad. En cuanto al término de verdad, Popper (1982), explica que se debe hablar de verosimilitud y no de verdad, ya que solo el conocimiento científico encuentra teorías que estén más cercanas a la verdad o a las que se asemeje, puesto que el objetivo de la ciencia es construir teorías con el contenido de verdad que expliquen la realidad. En este sentido, la crítica racional de los enunciados de las teorías desarrolla el conocimiento científico.

Con base a la postura del realismo crítico de Popper (1982) han surgido otras líneas realistas como el *realismo evolucionista* de Hooker (1987) y el *realismo constructivo cognitivo o prospectivo* de Giere (1988), desde el realismo evolucionista sostienen que el mundo como tal no puede ser inspeccionado independientemente de la percepción sensorial humana conceptualmente interpretada (Perdomo, 2001, p.127). Aquí, se presenta al conocimiento como un proceso natural y complejo. Por lo tanto, la imagen de la ciencia desde esta línea está en aquella concepción que confirme el mundo externo, por lo que dicha imagen puede ser parcial y falible pero aproximadamente cierta y de acuerdo con

ella la teoría (discurso) se ajustará a esas construcciones situacionales (mundo)³ y experiencias como correspondencia causal en el sustento de verdad. Además, la teoría no lo determina lo empírico, pero si su adecuación hacia la actitud racional hacia la teoría y ellas al ser captadas se convierten en el referente de comprensión acerca de la realidad. Sin embargo, el realismo constructivo de Giere (1988) no intenta dar verdades de juicios científicos, sino que intenta crear una teoría unificada de la ciencia desde el naturalismo de las representaciones científicas humanas, acerca de la naturaleza de los modelos científicos e hipótesis, esto es, solamente acerca de las representaciones científicas. Desde ¿que son las teorías? ¿Cómo funcionan? ¿Su aplicación en las diferentes actividades científicas? Es decir, “cómo los científicos juzgan los modelos de representación del mundo. El realismo constructivo es compatible con esos juicios que están hechos de acuerdo con reglas a priori de elección racional o por medio de puras negociaciones sociales” (Perdomo, 2001, p.140). Asimismo, Giere involucra el discurso dentro el funcionamiento de las teorías en la ciencia. De la misma manera, la comprensión de las teorías en la ciencia y la visión de ellas desde la interpretación y la identificación involucra el uso del lenguaje en relación con los objetos del mundo real donde la teoría es un elemento más del lenguaje y la cognición, pero no desde lo esquemas lógicos y matemáticos (Perdomo, 2001), puesto que las teorías son socialmente construidas. Ciertamente, una teoría de la ciencia debe usar los conceptos que permitan la comunicación con las prácticas de los científicos. De ahí, que las teorías y los modelos funcionan como representaciones del mundo y los científicos las usan para la comprensión de ésta.

Ciertamente, la afirmación de Giere (1988) es que los juicios científicos forman parte de un proceso cognitivo natural. La visión resultante es un realismo constructivo, naturalista, acorde con la biología post-darwiniana:

Obviamente, la adquisición de conocimiento científico, igual que todas las actividades humanas tiene lugar en un medio social. Esto no es discutido. Pero los seres humanos son también criaturas biológicas con capacidades cognitivas evolucionadas complejas para interaccionar con su medio. El problema central de una teoría de la ciencia es descubrir empíricamente cómo todos esos elementos encajan. Respecto a este problema central los argumentos sociológicos acerca de que el conocimiento científico es completamente relativo a los acuerdos sociales no ayudan más que los argumentos filosóficos

³ Nos referimos a Hooker (1987)

acerca de que el conocimiento científico necesariamente requiere la aplicación de algunas reglas de racionalidad a priori (Giere, 1988, p.152).

Por todo lo dicho, la imagen de la ciencia del realismo es acumulativa entre teorías que superan las otras, presentan el concepto de la conmensurabilidad o equivalencia empírica de las teorías. Esto indica que la observación es necesaria para la prueba del enunciado y esto demarca y separa entre lo que es ciencia y no ciencia. De esta idea se desprende la crítica de los relativistas por considerar que las teorías científicas presentan inconmensurabilidad entre los contenidos de significado para su comparación, puesto que el realismo no incluye aquellos aspectos subjetivos y sociales que no estén dentro del marco de la objetividad.

iii) *La imagen de la ciencia desde el relativismo*, sostiene que la ciencia no es estática sino dinámica y heterogénea. Reconoció la importancia de articular la ciencia y el conocimiento cotidiano, criticó la postura de la observación como algo neutral reclamando el estudio de la historia de la ciencia para estudiar la metodología científica teniendo en cuenta el contexto de descubrimiento no desde la posición positivista sino a partir de la heurística que debía tener la ciencia en la práctica real. Por otro lado, esta postura da rechazo a la concepción unitaria y abrió diferentes enfoques entre ellos se incluyen los grupos de Feyerabend (1975), Kuhn (1972), Lakatos (1989), Laudan (1986) y otros. Estos tuvieron en común ver la ciencia desde lo descriptivo, prestando especial atención al cambio teórico y sus aspectos dinámicos de los factores internos y externos de la actividad científica. Esta imagen considera a la ciencia como una actividad social y humana en vínculo con las creencias y el contexto como elementos de construcción de conocimiento.

El relativismo hace crítica

...al falibilismo extremo de la ciencia (y, en general, de cualquier forma de conocimiento humano): las pruebas, especialmente las empíricas, no son decisivas para conformar las verdades científicas; es decir, las afirmaciones sobre el mundo no provienen exclusivamente de los datos observacionales (Acevedo, et al, 2001, p.6).

Por esto, no puede llevarse a cabo una reconstrucción estrictamente lógica de la teoría, sino se vincula el contexto. Dicha separación entre el contexto de descubrimiento y contexto de justificación (teoría y contexto) puede llevar a dar una imagen distorsionada del desarrollo de la ciencia. Ciertamente, esta postura de la imagen de la ciencia señala que el método de la observación no se valida desde lo inductivo, ni puede ser neutral y tampoco la experiencia sea un reflejo de la realidad ajena de la teoría.

Por su parte, Kuhn (1972) explica la ciencia a partir de los ciclos históricos donde van apareciendo nuevos paradigmas como realizaciones científicas universales durante cierto tiempo y proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica; Feyerabend (1975) se opone a unos principios universales de racionalidad científica y junta el concepto de pluralismo epistemológico como el crecimiento del conocimiento desde sus nociones conceptuales diferentes. Igualmente, defiende el valor de la inconsistencia y la anarquía de la ciencia, y Hodson (1992a) sostiene que los aspectos externos de la ciencia aportan elementos para su comprensión de la ciencia. Desde lo anterior, estos autores ven a la ciencia como un cambio completo dado desde las revoluciones científicas (paradigmas) mediante la valoración de los aspectos externos de la ciencia. Así, la teoría es aceptada desde los factores epistémicos y pragmáticos, donde intervienen factores no científicos en el cambio científico.

El grupo de Lakatos, Laudan, Toulmin y Shapere la ciencia se desarrolla desde el cambio ajustado, adaptado y evolutivo de las teorías. Este grupo señala que pueden influir los factores internos y epistémicos (Perdomo, 2001) en la construcción del conocimiento científico en conexión con los marcos conceptuales y situacionales de cada comunidad.

El concepto de paradigma⁴ Kuhn (1972) proporciona una imagen de la ciencia en la cual las creencias epistemológicas de los científicos (internas o externas) determinan la dinámica entre el

⁴ Un paradigma es una teoría que parece mejor que sus competidoras al intentar explicar los hechos a los que se enfrenta, aunque de hecho no explica la totalidad de los hechos, sólo una mayor parte que los que explicaba el paradigma anterior (Kuhn, 1972).

uso metodológico y la teoría para estudiar la realidad. Según ésta, un paradigma está compuesto por un grupo de personas que sostiene una serie de compromisos hacia ciertas formulaciones lingüísticas, reglas metodológicas y entidades ontológicas que conforman el universo. Sin embargo, no debe considerarse este el marco de progreso, puesto que los acontecimientos históricos producen cambios dentro de la ciencia contrastando y refutando las explicaciones del marco teórico vigente e identificando las anomalías provocando desconfianza en el paradigma, puesto que cada paradigma resuelve de forma diferente desde lo ontológico, epistemológico, conceptual (teórica) y metodológico los problemas.

Kuhn (1972), lo abarca desde “las diferencias entre paradigmas rivales tanto en los aspectos cognitivos (supuestos ontológicos de existencia, percepción del mundo, sistemas conceptuales, postulados teóricos, etc.) como metodológicos (estrategias procedimentales, técnicas experimentales, criterios de evaluación, etc.) (Vázquez, A.; Acevedo, J.A. y Manassero, M., 2004, p.9). Asimismo, la ciencia no tiene un lenguaje universal, puesto se presenta dificultad en traducir el significado de las teorías científicas de los paradigmas rivales, porque “los diferentes paradigmas modifican el lenguaje científico profundamente al tener una generalización simbólica distinta cada uno de ellos” (Echeverría, 1999). Aquí, el relativismo niega la existencia de un pensamiento único y universal y se hace necesario la presencia de una teoría rival para evaluar el conocimiento científico y varía con base a la postura del científico y su comunidad “lo cual supone una buena dosis de subjetividad e, incluso, admitir la posibilidad de la intervención de elementos no racionales al tomar su decisión. De la misma forma, la selección de una teoría por parte de una comunidad de científicos dependerá también de lo que éstos valoran” (Acevedo, et al, 2001, p.11). Esta actitud subjetiva cuya intención sea constructivista puede tender a radicalismo.

Por otra parte, Feyerabend (1975) al igual que Kuhn (1972) introducen el término de inconmensurabilidad. Kuhn (1972), sostiene que la inconmensurabilidad entre dos teorías diferentes es difícil de comparar cuando no hay términos de compatibilidad entre cada una dándole un carácter subjetivo desde los criterios de selección y análisis de las teorías rivales. En realidad, afecta a

conceptos cuyos significados no presentan el mismo modelo aclarativo y lingüístico, y perturbará a aquellos lugares donde la traducción se muestre imposible.

Los partidarios de teorías diferentes son como los que tienen lenguas maternas diferentes. La comunicación entre ellos se da mediante traducciones, y origina los consabidos problemas de traducción. [...] Puede ser idéntico el vocabulario de las dos teorías [...] pero algunas de las palabras de los vocabularios básicos, así como teóricos, de las dos teorías [...] sí funcionan de manera diferente. Tales diferencias son inesperadas y serán descubiertas y localizadas sólo mediante la experiencia repetida de fracasos de comunicación (Kuhn, 1972, p. 363).

En este sentido, la inconmensurabilidad es el corolario de aceptar que el mundo en el que trabajan los científicos es uno determinado conjuntamente por la naturaleza y por los paradigmas y reconoce que “cuando cambian los paradigmas el mismo mundo cambia con ellos” (Kuhn, 1972, p. 253).

En suma, en el relativismo la ciencia no puede entenderse solamente desde el punto de vista interno, sino que requiere el desarrollo de la sociedad y dicha evolución no es netamente racional, sino que intervienen factores propios de los contextos y los intereses personales y profesionales (subjetivismo) de aquellos que intervienen en el progreso científico. Este punto es compartido con el constructivismo sociológico que reconoce que la idea progreso en el conocimiento científico articula otros tipos de conocimientos para comprender que el desarrollo científico no es lineal y acumulativo, sino de carácter holístico y en esta se incluyen los sistema de creencias. No obstante esta imagen de la ciencia tiene su debilidad cuando lleva una postura radical que aleja alternativas conceptuales y comparación para la comprensión de la ciencia.

iv) *La imagen de la ciencia desde el pragmatismo*, esta corriente representa una actitud contra las abstracciones, principios cerrados y absolutos. Este en cambio se enfoca a lo concreto y adecuado, hacia los hechos y la acción. Esto indica que tiene base empírica, pero su pretensión es la funcionalidad en como las teorías llegan a ser instrumentos y no respuestas del mundo. Entre sus representantes se haya Peirce, Dewey, Rorty, Laudan, Toulmin, y otros.

La imagen de la ciencia del pragmatismo asume que la idea de progreso depende del grado de confianza de las teorías y la cercanía a la práctica empírica en donde dicha imagen va más allá de

falsear teorías o contrastarlas en donde las teorías son solo instrumentos útiles de relaciones con otras para la comprensión de la realidad. Esto no quiere decir que si una teoría falla se elimine o se descarte. Esta actitud toma posiciones funcionalistas o instrumentalistas, donde la imagen de la ciencia habla sobre el mundo de la naturaleza en forma funcional y no desde la descripción de los fenómenos. Ciertamente, la ciencia nos muestra un cuadro del mundo como una red de eventos interconectados. Así, la ciencia es

[...] un instrumento cuyo objetivo es producir teorías capaces de superar contrastes empíricos más exigentes, lo que las hace más fiables. Las mejores teorías son las que han superado pruebas más fuertes y son útiles como guías fiables para conseguir los objetivos de la ciencia (Acevedo, et al, 2001, p.17).

Por lo anterior, una teoría significa que ha superado contrastaciones mejores respecto al problema de su hipótesis en un momento histórico reconociendo su proceso cambiante, relativo y rescatando la dependencia del contexto (Toulmin, 1972). En otras palabras, cada lenguaje esta históricamente condicionado y está en un proceso del cambio.

Esta postura coincide con los relativistas en señalar que la ciencia no es el único camino valido para el conocimiento y es importante que la ciencia interactúe con el contexto. Sin embargo, el pragmatismo “coincide en que las teorías pueden ser equivalentes empíricamente, negando el principio relativista de indeterminación, admitiendo la posibilidad de contrastar hipótesis aisladas” (Acevedo, et al, 2001, p.18). Además, los cambios se da en forma evolutiva y continua y no revolucionaria (Toulmin, 1972). Esta crítica al relativismo, indica que los paradigmas se modifican gradualmente desde su núcleo y no desde cambios radicales (Lakatos, 1989). Esta idea instrumental está asociada no desde la idea de verdad o falsedad sino desde las relaciones de utilidad en el momento empírico y según los contextos históricos y culturales. Por ello, las teorías se aceptan cuando funcionan y ahí su fiabilidad, racionalidad, valores de aplicabilidad y predicción en el mundo natural y su intervención con él.

De igual manera, Toulmin (1972) utiliza el *cambio conceptual* como un proceso evolutivo y da la razón a John Dewey “al sugerir que el pragmatismo no es sólo una teoría al mismo nivel que todas

las demás. Representa más bien un cambio de perspectiva, que equipara el teorizar con todas las demás actividades prácticas” (p.78).

Así pues, la imagen de la ciencia desde el pragmatismo mantiene esa actitud por lo inductivo entre lo teórico y lo empírico como fuente de fiabilidad. Apunta Acevedo, et al (2001) “en el momento en que los enunciados observables dependan de las teorías son falibles, son cambiantes e igual la forma de observar” (p.18). En efecto, las teorías científicas no especulan ni todas presentan relación con el mundo natural.

iv) La imagen de la ciencia desde el pluralismo, esta postura filosófica apunta a que “las sociedades reales se componen de comunidades y de culturas diversas, cada una con diferentes estrategias y formas de obtener conocimientos acerca del mundo, estándares de evaluación cognoscitiva, moral y estética” (cf. Rescher, 1993, citado por Olive, 2013, p.144). Por esta razón, el pluralismo acepta que no existen criterios homogéneos de validez para el proceso constructivo del conocimiento. Según Olivé (1999), en la ciencia no es posible un consenso general dado que existe una diversidad de recursos, los cuales son variables, puesto que no hay conceptos con significados absolutos y los conceptos y sus significados no son ajenos a sus culturas. En este sentido, cada comunidad epistémica supone unas representaciones de la realidad desde sus marcos conceptuales para su legitimidad. Aquí, el progreso de la ciencia está en relación a los fines racionales teóricos de cada marco conceptual con el conjunto específico de fines, valores y reglas referente a cada contexto dentro del proceso del desarrollo científico. La tesis pluralista es que:

[...] los conjuntos de prácticas y de esquemas conceptuales de los que disponen las comunidades epistémicas y culturas son, por lo general, diferentes. Muchos de ellos conducen a un conocimiento legítimo de la realidad, y no hay razones para creer que converjan hacia una única, verdadera y completa descripción de la realidad -y más bien hay razones para pensar que eso es imposible. Con base en lo anterior concluiremos que existen diferentes mundos de hechos. Con esto daremos sentido a la tesis de que los miembros de comunidades lingüísticas diferentes, o de diversas comunidades científicas, viven en mundos diferentes (Olivé, 2013, p.146).

Para el pluralista, cada comunidad científica o social presenta unos marcos conceptuales que les permite interactuar con ellos y tener una idea de los hechos según la representación conceptual. Pero, sin caer en la tentación relativista desde un único punto de vista, sino que los hechos pueden

ser reconocidos desde diferentes puntos de vistas (Olivé, 2013) para deliberar los distintos marcos conceptuales y poder llegar a procesos comunicativos en la búsqueda de acuerdos aceptables desde lo normativo con cada esquema conceptual y prácticas sociales de cada contexto en su interacción con la realidad.

Bajo esta perspectiva, Olivé (2013) sostiene que la evaluación de creencias o de acciones depende sólo del grupo humano cuyas creencias o acciones han de ser evaluadas, es decir, obedece sólo del propio sistema de creencias, valores y fines de ese grupo. Así, los criterios de validez se conciben como formas corregibles de representación en el acercamiento con el mundo. Por su parte, Olivé (1999) desde lo epistemológico, explica que la noción de inconmensurabilidad se refiere a “la no intertraducibilidad completa” (p.111) de teorías distintas que se refieren al mismo dominio empírico. Este autor, responde que “la diversidad conceptual, la diversidad de concepciones del mundo, implica una diversidad de mundos” (Olivé, 1999, p.113). Lo anterior, involucra una conexión entre la realidad y los marcos conceptuales⁵ para adquirir conocimiento científico. Cada comunidad epistémica maneja un mismo marco conceptual para el desarrollo del conocimiento. Así, un saber presenta objetividad si existen evidencias racionales desde el marco conceptual de la comunidad científica para ser aceptada. Por lo tanto, el concepto de verdad se entiende en correspondencia entre los juicios y la realidad. Ciertamente, Olivé (2007) le apuesta a unas condiciones epistémicas ideales de interacción racional entre miembros, los marcos conceptuales distintos y la diversidad de reglas metodológicas⁶ legítimas que se pueden aplicar en la ciencia con la finalidad de evitar el relativismo epistémico extremista. Según Olivé (2007), la postura pluralista posee una concepción ontológica, sostiene que las visiones del mundo están en conexión con los lenguajes y los contextos. Los hechos dependen del marco conceptual y en relación al sistema de valores de cada comunidad científica. Por lo dicho, desde la perspectiva pluralista la ciencia no es éticamente neutral, ni lo es desde un punto de vista político, ni social, ni cultural (Olivé, 1999). Por lo tanto, la realidad es plural,

⁵ El “marco conceptual” está representado por las creencias previas, reglas de inferencias, normas y valores epistémicos, metodológicos e incluso éticos y estéticos, así como presupuestos metafísicos (Olivé, 2007, p.161).

⁶ Para el pluralismo la metodología es asumida como: el conjunto de reglas tácticas y estratégicas diseñadas para promover ciertos fines. Estas buscan alcanzar las acciones de los agentes que las utilizarán (Olivé, 2007).

sin implicar aceptar el relativismo epistemológico, es decir, que solo existe diversidad de representaciones del mundo en la ciencia y su desarrollo. Asimismo, permite un pluralismo metodológico donde distintos métodos son adecuados para lograr los fines de la ciencia y bajo los valores contextuales que persiga una comunidad epistémica en la investigación científica.

1.2.3 La tercera vía es la sociología de la ciencia, que pone un contrapunto empírico a los análisis filosófico-metodológicos, resaltando la insuficiencia de éstos para dar cuenta con precisión de todos los aspectos implicados en el progreso científico como un resultado social. La sociología de la ciencia centra su interés en analizar el conocimiento científico desde los factores sociales que intervienen en la ciencia y cómo la ciencia influye en la sociedad. Sin embargo, no se debe tomar la imagen de la ciencia desde una sociología de la ciencia bajo una mirada radical del relativismo, puesto que aísla conceptos internos propios de la ciencia. Por lo tanto, la sociología de la ciencia debe tomar una posición intermedia entre las explicaciones internas de la ciencia, por “internista” se conoce como “la doctrina según la cual la historia de la ciencia se explica a partir de factores intelectuales, es decir ideas. El desarrollo de conceptos, de las teorías, modelos, etc. Que dan fundamentación a la ciencia” (Hesse, 1980, p.9). Según esta tercera vía desde la sociología de la ciencia, es importante tomar en cuenta los factores que no son estrictamente intelectuales, sino de carácter extrínseco al conocimiento como aquellos de carácter político, económico, ideológico, etc., para explicar y comprender el desarrollo del contenido de la ciencia.

Hesse (1980), defiende que la sociología de la ciencia es una disciplina que habla desde el “exterior de la ciencia, desde un enfoque social del interior de la misma, es decir, del contenido del conocimiento” (p.10). De este modo, hay que saber diferenciar entre factores socio-históricos y los intelectuales en la forma de actuar de la ciencia y la tecnología en una determinada sociedad y el contexto histórico en particular. Así, la ciencia no debe tomarse como una imagen exclusiva desde la perspectiva racional y aislada de lo social ni tampoco ver la ciencia únicamente marcada por unos valores e intereses socio-culturales y políticos que alejarían la explicación interna de la ciencia. Sin embargo, “cada sociedad puede tener sus propios criterios epistemológicos y sus maneras estándar

de usar la terminología cognitiva” (Hesse, 1980, p.10). Lo anterior, resiste a la imagen de la ciencia bajo unas categorías lógicas y cognitivas, estrictamente intelectuales y que se bastan a sí mismas para proporcionar una visión amplia y ajustada de la ciencia.

Por lo otro lado, Merton (1985) sostiene que la ciencia debe situarse en el contexto en el que surgen y se desarrolla la ciencia; pero se aleja del análisis de la validez de la ciencia (el contenido) y lo enfoca en la institucionalización de la ciencia. Esto presenta una imagen de la ciencia donde los factores sociales influyen los criterios de validez científica, esta postura de enfoque relativista no sería integral y aparta consideraciones epistemológicas que son importantes para las comunidades científicas. Merton (1985) anota, que la ciencia surge de la sociedad y todo proceso social del conocimiento involucra el manejo de creencias, costumbres y la estructura organizativa de los científicos en un contexto histórico, social, ideológico y todo tipo de factor humano que indica las formas de relación entre sí y con otros grupos. Con lo anterior, la ciencia es una empresa humana o una comunidad científica (social).

Éste concepto de comunidad científica como un conjunto de personas que se reconocen entre sí como miembros del grupo y que busca reconocimiento fuera de él y en donde la ciencia se desenvuelve como lo hace cualquier otra institución social, siendo una institución social en donde se producen unas dinámicas de intereses, posiciones y expectativas en forma de estratificación social. Bajo esta perspectiva, la ciencia tiene sus propios intereses y trata de validar el contenido de la actividad científica frente las otras comunidades científicas y el conjunto social. De tal modo, la sociología de la ciencia no está interesada en la imagen de la ciencia como una actividad cognoscitiva y racional, ni de enunciados teóricos, sino a partir de la caracterización de la ciencia desde los aspectos institucionales. Así, la ciencia está condicionada por unos “recursos intelectuales, materiales, económicos y por los condicionantes sociales y políticos del contexto en el que se desarrolla la actividad científica” (Knorr, 1995, p.87). Además, la ciencia no es solo actividad de solo conocimiento, sino elementos de poder que se entremezclan en la sociedad y determinan las intervenciones en la realidad y en la transformación de la misma.

En cambio, con la aparición del constructivismo se hace una articulación del contenido de la ciencia con los referentes epistemológicos en oposición al estudio del contexto científico bajo el enfoque institucional. Esta postura se ocupa no solo de los aspectos institucionales de la actividad científica, sino de los factores sociales y culturales que intervienen en las creencias científicas. El constructivismo social en la ciencia y la tecnología abre una imagen de la ciencia como una expresión colectiva que ha tratado de articular flexibilidad interpretativa y evidencia tecnocientífica. Igualmente, el constructivismo realiza un análisis sociológico de la racionalidad científica y aborda la influencia de los factores sociales en los procesos de la racionalización científica (Bloor, 1998).

Según Bourdieu (1999), el constructivismo en los estudios sociales sobre la ciencia involucra los factores sociales con el contenido de la ciencia, sin olvidarse del compromiso epistémico cuestionando la autoridad epistemológica asumida en el discurso científico y el modo en que los factores influyen en el contenido de la ciencia. Por lo tanto, los factores sociales influyen en los contenidos científicos, dado que la realidad se construye en lo social.

Es indudable que Merton (1985), marcó las directrices del estudio de la ciencia como institución, los aspectos específicos del desempeño de los científicos y las características de éstos. Sin embargo, el Programa Fuerte toma una postura crítica a la sociología institucional mertoniana. El grupo de la universidad de Edimburgo representado por David Bloor, Barry Barnes y Dolby. Caracterizan a la ciencia como un estudio empírico y en la explicación de las singularidades de la actividad científica. Este enfoque macro aplica una perspectiva histórica en el análisis la ciencia. Anota Barnes (1997), Shapin (1979) y Mackenzie (1990) que esta corriente considera que los intereses causan la acción social y el conocimiento científico. Para ello, revisan las controversias científicas analizando el papel que los intereses han desempeñado en ellas (citado por Zubieta, 2009). Los principios del Programa Fuerte, de acuerdo con Bloor (1976/1998), citado por la OEI, (2001, p. 21), son los siguientes:

- 1 Causalidad: una explicación satisfactoria de un episodio científico ha de ser causal, esto es, ha de centrarse en las condiciones efectivas que producen creencia o estados de conocimiento.
- 2 Imparcialidad: ha de ser imparcial respecto de la verdad y la falsedad, la racionalidad y la irracionalidad, el éxito o el fracaso. Ambos lados de estas dicotomías requieren explicación.
3. Simetría: ha de ser simétrica en su estilo de explicación. Los mismos tipos de causa han de explicar las creencias falsas y las verdaderas.
4. Reflexividad: sus pautas explicativas han de poder aplicarse a la sociología misma.

Por su parte, el Programa Empírico del Relativismo (EPOR) representado por Harry Collins en la Universidad de Bath, junto con Pinch, Pickering, Travis, Bijker y Hughes, quienes retoman la discusión de las controversias científicas. La controversia en ciencia de los problemas científicos dentro de la flexibilidad interpretativa, es decir que los resultados experimentales son susceptibles de varias interpretaciones y reconoce el papel de la interacción social como mecanismos de cierre de las controversias científicas con el medio sociocultural y político de dichas controversias. Estos mecanismos de cierre no tienen tanto que ver con las evidencias científicas como los propios procesos que involucran a científicos y estructuras sociopolíticas (Collins, 1981a). La controversia triunfante toma carácter legítimo, evidente y científico. Esta posición limita la dinámica interna de la ciencia y se centra en una visión relativista que puede pesar el concepto de grupo social o comunidad científica. Aquí, no es el contenido de la ciencia lo que determina la aceptación en la sociedad, sino un conjunto de factores externos (sociales, económicos, ideológicos, políticos, etc.).

Otros enfoques como los Estudios de laboratorio han prestado atención a la cuestión micro con métodos etnográficos o análisis de discurso, cuyos precursores de esta perspectiva son *Laboratory Life* de Bruno Latour y Steve Woolgar (1979) y *The Manufacture of Knowledge* de Karin Knorr-Cetina (1987). Esta postura trata de presentar una imagen de la ciencia en forma natural de la práctica científica y no lo que reporta el resultado de su actividad. Esta perspectiva describe la generación del conocimiento desde unas prácticas cotidianas sociales y locales diferentes a la que transmiten

los epistemólogos. De este modo, la ciencia funciona con base a unas prácticas y lenguajes propios de comunicación y argumentación de la actividad científica y en las formas de divulgación, criticando los criterios estándar de las prácticas científicas. Para este enfoque, la realidad no es la causa sino la consecuencia de los procesos de construcción del conocimiento. Asimismo, el análisis discursivo científico detalla las pautas discursivas de trabajo científico.

Por su parte, la Teoría del actor-red centra la idea de la ciencia desde las unidades sociales e intenta contrarrestar la tendencia micro en los estudios sociales de la ciencia. Esta teoría identifica las interacciones entre los científicos, factores científicos y la sociedad, formando una red de relaciones entre los actores, dilucidando relaciones de poder en la ciencia. Para esta perspectiva es necesario estudiar la ciencia en acción (Latour, 1987); donde las interacciones de los actores en la red se convierte en un paso obligatorio para aquellos públicos que están interesados en conocer la divulgación del trabajo de los científicos. Para alcanzar esta acción a distancia se requieren medios que permitan la comunicación, la movilidad y que mantengan la estabilidad y la recombinabilidad del producto (Latour, 1987).

De acuerdo con lo dicho, en los párrafos anteriores sobre el papel de la sociología de la ciencia y el constructivismo, el trabajo científico está compuesto por la evidencia empírica y la lógica científica como las relaciones sociales, creencias y valores que los científicos usan en la actividad científica. Dentro de los valores propios de la ciencia (discurso empirista) no deben estar aislados de los valores contextuales, tales como los valores éticos, ideológicos, económicos, políticos, religiosos y culturales (Acevedo, 1997,2009a; Echeverría, 2001). Así pues, los valores contextuales provienen del contexto social y humano en que se desarrolla la investigación y el entorno cotidiano de los científicos.

En suma, el factor político incide en las dinámicas del manejo de las prácticas científicas en la sociedad, puesto que dentro de la actividad científica inciden los sistemas de recompensas, el prestigio social, el bienestar económico y los presupuestos en la investigación científica.

1.3 La naturaleza de la ciencia como un objetivo de la educación científica

Derivado de lo anterior, se puede decir que el progreso científico no es acumulativo, objetivo, neutral y acabado. Como se observa en la revisión hecha, cada corriente establece sus características sobre la imagen de la ciencia, algunas se complementan, otras se rechazan y constituyen comunes elementos de la ciencia que van desde el manejo de experimentos, observaciones, hipótesis, enunciados lógicos, hechos, metodologías específicas, hasta la participación de las comunidades científicas en el desarrollo de la ciencia y su vinculación con la historia en la sociedad.

Asimismo, el concepto de naturaleza de la ciencia (NdC) engloba los aspectos *sobre la ciencia*: su funcionamiento interno y externo, como se construye el conocimiento científico y los valores implicados en la actividad científica como los: sistemas sociales, culturales, económicos, etc. Aquí, la naturaleza de la ciencia, incorpora en la educación científica contenidos en forma interdisciplinaria en asuntos epistemológicos, filosóficos, históricos, éticos, políticos, económicos, y sociológicos de la ciencia. Esta integración de saberes metacognitivos (acerca de que es y cómo funciona la ciencia) permite comprender la funcionalidad del conocimiento científico desde su instrumentalización (cuestiones epistemológicas que fundamentan la validación del conocimiento), así como el funcionamiento práctico sobre como los conocimientos científicos y tecnológicos operan e influyen en la sociedad.

Ahora bien, la comprensión de la naturaleza se convierte es un elemento valioso para la enseñanza de las ciencias. Dicha importancia potencia la formación de ciudadanos críticos, autónomos y cívicos para que comprendan los problemas socio-científicos y tecnocientíficos para la toma de decisiones. Por lo tanto, este enfoque interdisciplinario constituye el desarrollo para una educación en CTS y requiere la interacción de la naturaleza de la ciencia para entender la compleja realidad social y las consecuencias de la actividad científica en la sociedad. Bajo este aspecto, se valora el desarrollo de la ciencia en su justa medida, sin caer en un relativismo epistemológico radical, y empleando

posturas críticas respecto a la ciencia, sin renunciar a su dimensión normativa y que también dé cuenta sobre su dimensión social e histórica.

Este trabajo investigativo coincide con la actitud del pragmatismo en que la ciencia es una actividad humana. De la misma manera, su acción debe llevar a tomar decisiones razonables para explicar al mundo a partir de estos y buscar su transformación. Bajo esta concepción del ser humano como ser activo y práctico, no se limita a la contemplación del mundo, sino que enfrente al mundo activamente conforme a las dinámicas sociales, históricas y culturales de cada contexto. Asimismo, adopta la perspectiva de los estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) que vincula a la ciencia y sus consecuencias con las relaciones sociales, creencias, valores y otros. Además, se circunscribe a la propuesta filosófica del pluralismo expuesta por Olivé (2008^a), la cual indica que el pluralismo utiliza una racionalidad plural (que incluye la racionalidad instrumental y el cambio científico) y no se limita a la teoría, sino ante todo es una actitud práctica con el contexto cultural y social. Desde esta perspectiva, cada comunidad científica maneja sus paradigmas y marcos conceptuales y valores. Se trata de llevar a la discusión racional las diferentes propuestas de las comunidades científicas para el alcance de unos acuerdos mínimos racionales en la ciencia.

En definitiva, la educación CTS debe desarrollar en los estudiantes una comprensión sobre la naturaleza de la ciencia, es decir, unos procesos sobre la investigación científica, y en particular, sobre el proceso histórico, los modelos sobre la imagen del mundo y los factores externos condicionantes del cambio científico y tecnológico. En el próximo capítulo se abordará, los estudios CTS desde sus orígenes y discusiones, tomando valoración por un enfoque interdisciplinario hacia una imagen ajustada y contextualizada de la ciencia.

2. UNA REVISIÓN CONCEPTUAL AL ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

El presente capítulo se dedica de manera específica a los estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en lo relativo a los componentes principales: orígenes, enfoques y tradiciones. En este apartado se asume al enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) como el ámbito del trabajo académico y político, cuyo objeto de estudio integra los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, es decir, las relaciones epistemológicas, axiológicas, éticas, políticas, económicas, educativas y sociales encaminadas a comprender la relación de la ciencia y la tecnológica en nuestra sociedad. Los estudios CTS constituyen un campo para la comprensión del fenómeno científico-tecnológico en contexto, tanto en sus relaciones sociales y culturales como en sus impactos sociales y ambientales. Este enfoque posee un carácter interdisciplinario desde la filosofía, la historia de la ciencia, la sociología del conocimiento y entre otras quienes dan el carácter crítico respecto a las posturas homogéneas de la ciencia y la tecnología.

A continuación, en una primera parte, se hará una revisión conceptual de la llamada "imagen tradicional" que ha supuesto el modo de entender la ciencia y la tecnología. En una segunda parte, se toman algunas discusiones existentes de los antecedentes históricos del movimiento CTS para dar caracterización de los estudios CTS. Luego, se explica los enfoques y tradiciones del pensamiento en CTS donde confluyen una gran diversidad de programas pertenecientes a los campos filosóficos, sociológicos, históricos y económicos que convergen en los análisis de las dimensiones sociales de la ciencia y la tecnología, entendidas éstas como los condicionantes sociales del cambio científico-tecnológico, o bien, como las consecuencias sociales de dicho cambio (González García, López Cerezo, & Luján López, 1997). Hasta llegar finalmente, a la búsqueda de una imagen de la ciencia ajustada y contextualizada desde el enfoque CTS. Así pues, la pregunta que guiará este segundo capítulo es la siguiente: ¿Cómo los estudios CTS contribuyen a una imagen ajustada y contextualizada de la ciencia?

2.1 La imagen tradicional de la ciencia y la tecnología

Desde la llamada “Revolución Científica”⁷ que hace parte central del periodo de la Modernidad en Europa, se ha dado una alta valoración a la ciencia como sistema de conocimiento del mundo, llegando a confiar en que sus verdades y su método legitimen y validen de forma objetiva la realidad. Dicho método *el científico* se basa en dos elementos según los empiristas: la *observación empírica* de datos sobre los fenómenos naturales a través de los sentidos (fundamentada en la tradición del empirismo clásico) y la aplicación del *razonamiento inductivo* sobre estos datos. Dicha postura clásica considera que tanto la observación como el razonamiento lógico son de aplicación universal para todas las acciones humanas. Así pues, esta actitud tradicional y desde el legado de la “concepción heredada” del racionalismo positivista⁸ de la ciencia como un conocimiento *fáctico*, *objetivo* y *aplicativo*, considerando a la ciencia como una actividad *autónoma* y *pura*, que no obstante, olvida otras esferas de la vida social como la política, la economía, la cultura, etc. En esta concepción la ciencia es

...considerada como un conjunto de teorías que representan la "verdad" del mundo natural, teorías que tienen una estructura axiomática, esto es, componen un sistema de enunciados que van desde los más generales a los más específicos (en las versiones más generalistas, las diferentes disciplinas científicas se consideran parte de un gran sistema teórico cuya base es la física matemática) (Chalmers, 2000).

Además, según la Organización de Estados Iberoamericanos, OEI (2001), la concepción clásica de las relaciones entre la ciencia y la tecnología con la sociedad, está basada en un modelo lineal con una concepción esencialista y triunfalista, promoviendo una percepción de un conocimiento acumulativo y objetivo sobre el mundo. Este progreso lineal, es visto como el paradigma del progreso, lo que se conoce como el *modelo déficit simple*⁹, aquí, la tecnología es vista como *ciencia*

⁷ Se ha dicho que *La Revolución Científica* es una época asociada principalmente con los siglos XVI y XVII en el que nuevas ideas y conocimientos en física, astronomía, biología, medicina y química transformaron las visiones antiguas y medievales sobre la naturaleza y sentaron las bases de la ciencia moderna. De acuerdo a la mayoría de versiones, la revolución científica se inició en Europa hacia el final de la época del Renacimiento y continuó a través del siglo XVIII (la Ilustración). Según Koyré, realmente hubo una revolución científica en la modernidad; más precisamente, una revolución “teórica”, esta revolución fueron de “mutaciones intelectuales” en el pensamiento (holismo intelectual) (Véase Koyré, A. (1984).

⁸ Para un resumen breve pero muy útil de las concepciones positivistas sobre la ciencia véase García Palacios et.al. (2001: Capítulo 1) y el libro de Chalmers (2000).

⁹ Véase para ampliar los modelos de la ciencia a Lozano (2005: capítulo 1).

aplicada que va del progreso científico a lo social. Por otra parte, presenta una confianza por las comunidades científicas y tecnológicas dentro de la actividad científica e industrial. También, esta imagen clásica posee una racionalidad instrumental, técnica, y práctica cuya finalidad es descubrir verdades sobre la naturaleza ajena a valores sociales que afecten dicha práctica científica y tecnológica. Esta visión clásica considera que la ciencia y la tecnología producen riqueza, desarrollo y bienestar, apunta a una visión del conocimiento científico aislado del mundo social, en una esfera autónoma, lo cual ha permitido caer en el error de suponer que la comunidad científica es inmune y ajena a las demandas de la sociedad en general.

Esta actitud es criticada por Popper (1982) quien sostiene que es imposible hallar una verdad absoluta y segura, y rechaza la posibilidad de obtener alguna proposición universal verdadera. Además, considera a la verdad como algo inalcanzable, ya que la ciencia “no es un cuerpo de conocimientos, sino más bien un sistema de hipótesis; es decir como un sistema de anticipaciones” (Popper, 1982, p.261). La ciencia opera con hipótesis teóricas objetivas, que se puedan refutar y correspondan con los hechos. Por lo tanto, ninguna teoría científica posee la verdad teórica de forma cierta, aunque contenga contenidos objetivos para detallar las razones de aproximación a la verdad. Otros autores como Ortega y Gasset (1995) rechaza la idea de certidumbre de la ciencia, reconoce que la ciencia falla y nada es cierto, por más fiable que den sobre el mundo. Dado que dicho progresos científicos han afectado al medio ambiente, las dinámicas sociales y las formas de poder.

De otro lado, el proyecto de la modernidad con la ciencia y la tecnología supone que la ciencia es (racionalidad teórica) dirigida a descubrir verdades para comprender el mundo y la tecnología (racionalidad práctica, aplicada e instrumental) en la creación y manipulación de artefactos para mejorar las condiciones de vida. De este modo, se considera a la tecnología como la parte práctica y material de la ciencia. Así, las diferentes definiciones entre ciencia y tecnología están asociadas a la *concepción heredada*, que desde lo cognitivo la ciencia debe estar orientada a la aplicación y la tecnología como un conjunto de herramientas instrumentales, según esta postura, el cambio social está dado por la determinación tecnológica. Ciertamente, existe hoy poco consenso sobre la

definición única de tecnología y menos sobre su funcionalidad. Solo existen miradas sobre la comprensión de este fenómeno, centrándose en aspectos que pueden estar relacionados en la acción, la intencionalidad, la utilidad, la aplicabilidad, etc., lo que depende de los autores y del enfoque de las disciplinas en las que se ubique. Así, en lo que respecta a la tecnología, podemos clasificar de la siguiente manera las ideas más comunes de la "concepción heredada":

- a) Autonomía de la tecnología: Esta considera que la tecnología está ajena de los aspectos sociales y sigue su propia lógica interna sin que otros factores externos interfieran en su dinámica natural. Siguiendo el método de la observación empírica y la lógica deductiva. Además, utiliza una racionalidad instrumental desde los términos de "eficacia" "eficiencia" e innovación (Sanz Merino, 2012).
- b) Neutralidad valorativa de la tecnología: la aplicación de la tecnología debe ser objetiva y neutral dentro de los procesos internos de los factores propios de la eficacia y la innovación, independientes de factores externos o ajenos a estos, sin mirar desde los aspectos valorativos los efectos de su aplicación o manipulación. Es decir, esta postura defiende que toda acción tecnológica es positiva.
- c) El determinismo tecnológico: todo cambio social es el resultado en se haya determinado por el cambio tecnológico y esto influye al sistema social.
- d) Carácter asimétrico de los análisis sobre tecnología: El desarrollo de un artefacto implica una cadena de acciones cuyas funciones presentan el cambio o el mejoramiento en la sociedad o en un proceso.

En este sentido, la concepción heredada establece que el progreso social depende del avance tecnológico, estableciendo una relación lineal entre la investigación básica y la investigación aplicada para el progreso económico y social. Entonces, la ciencia interactúa con la tecnología, con una

actitud autónoma, neutral, ausente de lo social y libre de valores con una confianza generalizada a las posibilidades del bienestar social. Por lo tanto, la tecnología dependería del desarrollo de la ciencia básica.

2.2 Los estudios en CTS: orígenes, tradiciones y enfoques

2.2.1. Antecedentes históricos del movimiento C-T-S

Desde la década de 1960 hemos asistido a una renovación de la imagen de la ciencia y la tecnología y del impacto de estas en la sociedad. Con la aparición de la gran ciencia (*Big Science*) o macro-ciencia cuyos orígenes se remontan desde finales del siglo XIX y comienzos del XX transformó la forma de la actividad científica, que estuvo impulsada por los intereses políticos y las agencias militares en el desarrollo de proyectos científicos con orientación militar. Desde este punto, se empezó a desarrollarse un sistema nacional de ciencia y tecnología, que estableció las políticas para los proyectos y la actividad científica. Así, el laboratorio se convirtió en una industria científica según las directrices industriales y militares donde el científico se convirtió en un actor más del proceso y aparecieron nuevos actores: los ingenieros, los técnicos, los inversionistas y el Estado (Lozano, 2005). Esta nueva dinámica fortaleció las relaciones entre ciencia y tecnología. No obstante, las decisiones tuvieron en cuenta al par científico, pero las decisiones últimas sobre cómo operaba la investigación y sus resultados fueron de carácter político.

Tras la segunda guerra mundial se estableció el modelo de desarrollo científico propuesto por el informe Vannevar Bush como el *modelo lineal* de desarrollo científico y tecnológico. El informe plantearía también el nacimiento de un contrato sobre la ciencia: el sistema científico recibe apoyo de la sociedad por medio del Estado, especialmente para la investigación básica, cuyos resultados difícilmente tienen un valor en el mercado, se mantienen autónomos y relativamente aislados, es decir, fija sus propias reglas y metas y, a la larga, la sociedad se beneficia por medio de la ciencia aplicada y la innovación tecnológica (Olivé, 2007). Esta actitud de la política científica mostró una

visión lineal de los procesos de investigación científica y desarrollo tecnológico, aquí los países occidentales asumieron que la ciencia y la tecnología durante la mayor parte de la segunda mitad del siglo XX lograrían satisfacer las necesidades de seguridad y bienestar socioeconómico. Dicha imagen de la ciencia y la tecnología estuvo influenciada por los lineamientos de la *filosofía positivista* y la *sociología funcionalista* de la ciencia predominante en buena parte del siglo XX orientadas por los valores epistémicos de la búsqueda de la verdad y del conocimiento por el conocimiento. Este tipo de ciencia estuvo marcada por un “individualismo metodológico y el trabajo investigativo giró en torno a la figura del investigador que tuvo su laboratorio, y es bajo su nombre que aparecieron los descubrimientos. Estos son difundidos y se discutían en las comunidades de pares, y existió una autonomía de los científicos en determinar qué se publica o no” (Lozano, 2005, p.12). Sin embargo, las formas de divulgación de la ciencia estuvieron controladas por las comunidades científicas o las instituciones públicas y privadas quienes desde sus intereses difundían los resultados de las investigaciones.

Según López Cerezo (1998), *el proyecto Manhattan* fue el fiel reflejo de la manifestación de autonomía con respecto a la sociedad. Este autor señala que

El mismo mes de la explosión de prueba en Nuevo México, julio de 1945, Bush entrega al presidente Truman el informe que Roosevelt le encargara un año antes: *Science - The Endless Frontier* (“Ciencia: la frontera inalcanzable”). Este informe, que traza las líneas maestras de la futura política científico-tecnológica norteamericana, subraya el modelo lineal de desarrollo (el bienestar nacional depende de la financiación de la ciencia básica y el desarrollo sin interferencias de la tecnología) y la necesidad de mantener la autonomía de la ciencia para que el modelo funcione. El desarrollo tecnológico y el progreso social vendrían por añadidura. La ciencia y la tecnología, que estaban ayudando decisivamente a ganar la guerra mundial, ayudarían también a ganar la guerra fría. Los Estados industrializados occidentales, siguiendo el ejemplo de EEUU, se implicarían activamente en la financiación de la ciencia básica (p.24).

Un modelo progresista que se apoyará en la idea de que el avance en ciencia y tecnología repercutirá necesariamente en un bienestar para la sociedad. La extrema racionalidad aplicada en proyectos de tal envergadura llevó a muchos de sus protagonistas a pensar que estaban haciendo lo correcto y que dejaban un legado benéfico para la humanidad. Como lo señala Sennett (2009) en su libro *El artesano* acerca de las conferencias Reith para la BBC de Londres en 1953: “Hoppenheimer sostuvo

que si se consideraba la tecnología como un enemigo, sólo se conseguiría dejar más indefensa a la humanidad” (p. 14).

Por su parte, en el primer tercio del siglo XX, se presentaron planteamientos sociológicos desarrollados por Marx, Scheler y Manneheim quienes integraron a las ciencias sociales los aspectos históricos en la ciencia. Estos estudios como los de Fleck, Hessen y Zilsen aportaron al *giro sociológico* que se manifestó en el Congreso Internacional de Historia de la Ciencia en Londres, en 1931. Dichos planteamientos entendían que la ciencia, son resultados de acciones y procesos sociales y ella tenía un componente sociológico y económico (López Cerezo, J.A. y Sánchez Ron, J.M., 2001).

A partir de la década del 1960, se empezaron a darse manifestaciones de indignación sobre las dificultades de la política (guerra de Vietnam) y las crisis ecológicas, esto indicó un cambio frente a la valoración de la ciencia y la tecnología. Desde este giro valorativo se hizo crítica a los rasgos de la filosofía y la sociología en relación a la rígida delimitación entre “hechos y valores que le atribuían a la ciencia, tales como la supuesta excelencia racional de los conocimientos científicos y de los procedimientos tecnológicos o la neutralidad valorativa (respecto a posicionamientos ético- políticos) de la investigación y de sus resultados” (López Cerezo, J.A. y Sánchez Ron, J.M., 2001, p.72). A su vez, dichos movimientos sociales de la década del 60 y principios del 70, centraron su atención por el interés público: los derechos civiles, ambientales, sobre el consumo y manipulación de las empresas multinacionales, etc.

Esta actitud presentó, el crecimiento de grupos sociales, organizaciones, movimientos y asociaciones cuya crítica estuvieron relacionados en principio con los desastres ambientales propios del desarrollo científico-tecnológico contemporáneo como: derrames de petróleo o catástrofes nucleares y otros riesgos e impactos provocados por envenenamientos farmacéuticos y otros en la sociedad. “Fue un sentimiento social y político de alerta, de corrección del optimismo de la posguerra, que culminó en el simbólico año de 1968 con el cenit del movimiento contracultural y de revueltas

contra la guerra de Vietnam” (Lopez Cerezo, 1998, p.25). Estas protestas sirvieron de base para iniciar procesos de sensibilización, concientización y tratar los temas de la ciencia y la tecnología como un análisis político y de lucha contra los Estados tecnocráticos. Por lo tanto, las políticas científico-tecnológicas comenzaron a revisarse por algunos gobiernos occidentales. Este modelo político comenzó a incluir el concepto de regulación pública y la rendición de cuentas frente al modelo unidireccional y homogéneo de la política científico-tecnológica. Ciertamente, el papel jugado por las ciencias humanas y sociales tuvo una posición importante y crítica frente a la imagen tradicional de la ciencia y la tecnología, empezando a reconocer que estas tienen un contenido cultural. En este sentido, la investigación en ciencia básica, fue cuestionada como elemento de crecimiento económico y bienestar social. Todo ello, como consecuencia de una manipulación incontrolada de ciertos grupos científicos e industrias. Además, se reclamó una tecnología que tuviera en cuenta los aspectos sociales de las comunidades.

A finales de la década de los sesenta e inicios de los setenta, empieza la aparición del *giro social y epistemológico* frente a las líneas de la idea de desarrollo, progreso y el papel de los expertos en las tomas de decisiones, como resultado del *modelo lineal de desarrollo* creado en los Estados Unidos frente a la competencia espacial y armamentista presentada con la Unión Soviética. También, por la dinámica interna de la ciencia y la tecnología con su idea de *autonomía* y las formas de *neutralidad* como actividades aisladas del contexto social, político y económico. De igual forma,

[...] son también los años de la creación de la *Environmental Protection Agency* (Agencia de Protección Ambiental — 1969) y de la *Office of Technology Assessment* (Oficina de Evaluación de Tecnologías — 1972), ambas en EEUU, unas iniciativas pioneras del nuevo modelo político de gestión. La convulsión sociopolítica, como era de esperar, se ve reflejada en el ámbito del estudio académico y de la educación (Medina y Sanmartín, 1990, citado por Lopez Cerezo, 1998, p.25).

Aparecen una serie de estudios que desde el ámbito académico revisan y discuten la imagen tradicional sobre la ciencia y la tecnología, trabajos desde la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia esbozan nuevos caminos de reflexión para la comprensión de la ciencia y de sus relaciones con la sociedad. Aquí, se discutieron, el estatuto epistémico para la ciencia, el manejo ciencia y tecnología, el papel de los grupos sociales, las responsabilidades éticas, los mecanismos de control

social, los elementos de la política científica, sus formas de divulgación a la sociedad y el papel ciudadano de los científicos.

Dentro de esta discusión académica y cultural, la sociología de la ciencia de Merton, integró las ideas del marxismo, pero se limitó a estudiar el *ethos* normativo de la ciencia y los sistemas de remuneración, roles (López Cerezo, J.A. y sus colaboradores, 2001). Asimismo, la estructura social de las comunidades de los científicos, dejó de lado, a la filosofía y el origen de la producción de los conocimientos propiamente científicos. Luego más adelante,

La investigación sociológica de la ciencia rechazó la delimitación mertoniana, para tomar como objeto de estudio empírico no ya la estructura social de las comunidades científicas, sino el mismo conocimiento científico y su producción específica y se empezó por buscar la explicación causal del origen, el cambio de los hechos y teorías científicas según interés, fines, factores y negociaciones sociales, como resultado de procesos de construcción social. (López Cerezo, J.A. y Sánchez Ron, J.M., 2001, p.74).

Desde Kuhn (1972), “la ciencia no consistía en la totalidad de proposiciones verdaderas, ni estaba regida por principios lógicos y metodológicos inmutables, sino que representaba una empresa social basada en un consenso organizado” (p.6). Este giro supuso un cambio en el contenido filosófico, así, la ciencia pasa a ser concebida como una ciencia de los contextos de descubrimiento y amplía la mirada desde el ámbito de la justificación (problemas relativos desde la lógica de las teorías) hacia una acción colectiva, que se desarrolla en los contextos sociales con sus valores culturales de cada comunidad sean científicos o sociales respecto a los procesos de producción científica y tecnológica. En este sentido, los enfoques en la historia de la ciencia y de la tecnología, la filosofía de la ciencia y la sociología de la ciencia y de la tecnología, manifestaron un desplazamiento de la orientación internalista hacia posiciones externalistas de la ciencia y la tecnología.

Así pues, la historia de CTS es también una reacción crítica a la situación educativa del momento contra la clásica imagen esencialista de la ciencia y la tecnología. Uno de los hechos históricos de este siglo pasado, fue el lanzamiento del Sputnik por parte de los rusos en 1957, este presentó un golpe para la supremacía militar y espacial de los norteamericanos quienes pretendían una mejor educación científica y se enfocaron en formar científicos y desde ahí se esperaba tener un nivel

superior en la educación secundaria y universitaria. Por el contrario, el resultado mostró que el interés por formar especialistas no impactó en la formación científica de los estudiantes.

Es así que el *modelo empírico- positivista* que se aplicó en la didáctica defendió el “papel de la observación y de la experimentación, olvidando el papel esencial de las hipótesis como focalizadoras de la investigación y de los cuerpos coherentes de conocimientos (teorías) disponibles, que orientan todo el proceso.” (Gil, D., et al. 2005, p. 34). Igualmente, asevera que el conocimiento se deriva de los hechos por lo que un observador pueda formular y hacer un enunciado observacional en relación a un enunciado conceptual y saberlo aplicar adecuadamente (Chalmers, 2000). Asimismo, se integra con el *modelo de explicación condicionado desde la reproducción de conocimientos*, esta tiene que ver con la postura de la lógica deductiva enmarcada dentro del enfoque del descubrimiento, pero aislada de los contextos. En lo didáctico, la enseñanza es *libresca* de simple transmisión de conocimientos, sin un trabajo experimental real. Su consecuencia es la visión simple de la realidad y el conocimiento científico. Dichos modelos además creen que el modelo de explicación desde el “*método científico*”, permite comprender un hecho de la naturaleza, este sigue una serie de pasos definidos, donde las observaciones y los experimentos son rigurosos permitiendo acercarse al objeto.

Sin embargo, existe una noción equivocada en pensar que “este método general de la ciencia, es solo una secuencia ordenada de pasos que siguen las investigaciones en una forma de llegar a descubrimientos científicos” (Lorenzano, 1994, p.2). Aquí, el deseo por descubrir no señala el camino de los hallazgos científicos, pero sí el camino para la indagación de estos. Lo meritorio del método científico es que justifica los hallazgos de la ciencia y no solo en descubrir nuevos hechos (Lorenzano, 1994). No obstante, esta concepción presenta a los conocimientos como algo acabado y con limitación de ver que la ciencia se generaliza.

Finalmente, comenzaron a expresarse dudas acerca de lo positivo de la ciencia y la tecnología, cuestionando si la ciencia y la tecnología producían realmente beneficio a la sociedad. Se dio inicio

en que los estudios de la ciencia y la tecnología se integraran con lo social formando ciudadanos en la toma de decisiones y en actitudes críticas desde la reflexión frente al contenido de la ciencia y la tecnología.

2.2.2 ¿Qué son los Estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)?

Dentro de la literatura existente sobre CTS, tanto en el contexto norteamericano, como el europeo e iberoamericano muestran una abundante cantidad de siglas frecuentemente asociadas con CTS, tales como: S.T.S (*Science, Technology and Society*); H.S.S. (*The History of Science Society*); S.H.O.T (*Society for the History of Technology*); S.P.T. (*Society for Philosophy and Technology*); T.P.S. (*Technology, Politics/Policy and Society*); S.S.S (*Social Students of Science*); H.T.A. (*Humanities and Technology Association*); S.L.S (*Society for Literature and Science*) (Mitcham, 1989). Esto refleja la variedad de definiciones sobre cómo se ha concebido CTS. Además, las diferentes siglas sobre CTS surgieron como respuesta por parte de la comunidad académica en la insatisfacción con la concepción tradicional de la ciencia y la tecnología.

Actualmente es conocido por la sigla CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad; *Science, Technology & Society*, STS en inglés) recoge el estudio de las dimensiones sociales de la ciencia y la tecnología, que se las conoce como “*estudios sociales de ciencia y tecnología*” o, también, como “*estudios de ciencia, tecnología y sociedad*”. En ambos casos hay un enfoque hacia el estudio del fenómeno tecnocientífico en relación con el contexto social; sin embargo, en la primera acepción se enfatizan las condiciones sociales del surgimiento y desarrollo de la ciencia y la tecnología misma, mientras que la segunda se encarga, más bien, de los aspectos concernientes a las consecuencias e impactos sociales y ambientales de la tecnociencia (López Cerezo & Verdadero, 2003, p. 153). Ahora bien, la ciencia y la tecnología se relacionan con el fenómeno tecnocientífico, de manera que no hay avances científicos sin progresos tecnológicos, y viceversa, esto conlleva a cambiar las prácticas de la actividad de los científicos y los tecnólogos¹⁰.

¹⁰ Véase esta tesis en Echeverría, J. (1998b)

Así pues, Hacking (1983) sostiene que “la tecnociencia no se limita a describir, explicar o predecir lo que sucede del mundo, sino que interviene y tiende a transformar el mundo, sea físico, social, simbólico, valores o de otro tipo de microcosmos, mesocosmos, macrocosmos” (citado por Echeverría, 2001, p.137); no como un conjunto de artefactos ni de acciones dispersas que pueden ser analizadas aisladamente¹¹. Desde lo anterior, el movimiento CTS considera que el estudio de la tecnociencia involucra el complejo sistema de valores que interactúan entre sí como los: epistémicos, económicos, ecológicos, sociales, tecnológicos, religiosos, políticos, jurídicos, etc. Por tanto, como señala Echeverría (2001), “La práctica tecnocientífica no solo valora los resultados (teorías, experimentos, demostraciones, hipótesis, etc.), sino también los individuos, los grupos, las instituciones” (p.146), diseños, artefactos y su impacto en la sociedad.

Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, tienen un carácter crítico, político e interdisciplinario, autores como González García, López Cerezo, Lujan, Martín, Osorio et al. (1996) señalan que la expresión Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) suele definirse como un ámbito de trabajo académico cuyo objeto de estudio está constituido por los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que concierne a los factores sociales que influyen sobre el cambio científico-tecnológico, como en lo que atañe a las consecuencias sociales y ambientales, no como un proceso de actividad autónoma (lógica interna), sino como un proceso o producto inherentemente social donde los elementos no epistémicos o técnicos (valores culturales, ideológicos, políticos, económicos, etc.) determinan el origen y consolidación de las ideas científicas y artefactos tecnológicos (Ibarra & Cerezo, 2001). Asimismo, la ciencia es subjetiva y en permanente construcción compleja reconociendo la dinámica de la lógica interna de la ciencia, pero en conexión con el contexto cultural donde se desarrolla la ciencia (lógica externa) y la tecnología (mundo de las necesidades sociales).

¹¹ Véase para ampliar esta idea de Quintanilla (1989)

De este modo, los estudios CTS, según López (1998), tienen su origen en el Reino Unido y en Estados Unidos a finales de los 60 y principios de los 70, vinculados a instituciones como la Universidad pública de Pensilvania, Universidad de Cornell y la Universidad de Edimburgo y otras, quienes orientaron el análisis y aproximación a las problemáticas de la ciencia-tecnología con la sociedad y la cultura. En el movimiento CTS llegaron a integrarse una gran variedad de grupos o tendencias procedentes de corrientes filosóficas o humanísticas, portadoras de las viejas separaciones interpretativas y valorativas entre el mundo humano de la cultura y el no humano de la tecnología (López Cerezo, J.A. y Sánchez Ron, J.M. (eds.), 2001, p.73).

Por su parte, desde sus orígenes los estudios en CTS han estimulado e incrementado los asuntos concernientes al análisis del impacto social y ambiental de la ciencia y la tecnología. Según López Cerezo (1998), a finales de la década de 1970 las subculturas de los estudios en CTS se expandieron a la Europa continental, en países como Francia, Alemania, Países Bajos y los países escandinavos, así como en Canadá y Australia. En estos países los estudios en CTS alcanzaron una importante consolidación académica y educativa, que se transformó, en la siguiente década, en programas, materiales y estudios sobre las dimensiones sociales de la ciencia y la tecnología (López Cerezo & Verdadero, 2003). Al mismo tiempo, el movimiento C-T-S, además, de perseguir la alfabetización científica de los ciudadanos, pretende formar a estos en la toma de decisiones en lo relacionado con la ciencia y la tecnología en la sociedad y no sean sólo buenos espectadores o buenos usuarios de los conocimientos y productos de la ciencia y la tecnología (Martin Gordillo, 2005).

Por lo dicho arriba los estudios CTS, muestran posturas academicistas (comprensión de la relación entre ciencia, tecnología y sociedad) y otras presentan interés por los efectos de la dinamización de la ciencia y la tecnología en las comunidades y en los sistemas ambientales. Según López Cerezo (1998), la diversidad de enfoques que presenta los estudios CTS, se ha desarrollado en tres grandes direcciones:

- a) Campo *investigativo*, los estudios CTS se han planteado como alternativa a la reflexión en filosofía y sociología de la ciencia, promoviendo una visión heterogénea y contextualizada de la actividad científica.
- b) Campo de la *política pública*, los estudios CTS han defendido la regulación social de la ciencia y la tecnología, promoviendo la creación de diversos mecanismos democráticos que faciliten la participación de los ciudadanos en las tomas de decisiones en cuestiones de las políticas de ciencia y tecnología.
- c) Campo *educativo*: los estudios CTS han permitido integrar en la enseñanza de las ciencias con programas y materiales a partir de la componente contextual y ciudadano en la educación secundaria y universitaria.

Ahora bien, es posible identificar dos formas distintas de entender el enfoque contextual y social de la ciencia y la tecnología: una de origen *europeo* y otra *norteamericana* .

Según Fuller (1993), en los estudios CTS se identifican como *Science and Technology Studies* o como *Science, Technology and Society* y son conocidas como la “Alta iglesia” y “Baja Iglesia”. Siguiendo a éste y otros autores, la *alta iglesia* dicen que los estudios en CTS deben seguir los enfoques y la rigurosidad propia de las disciplinas en las ciencias sociales y humanas; los teóricos de la baja iglesia consideran que deben hacer parte de estos estudios disciplinas distintas a las humanidades y las ciencias sociales. Las corrientes de la alta iglesia tienen más acogida en Europa, mientras que las corrientes de la baja iglesia nacen y tienen más recibimiento en Estados Unidos. Esto se nota en las diferentes organizaciones profesionales: en la primera corriente está la *Society for the Social Studies of Science* y la *European Association for the Study of Science and Technology* (EASST); y en la segunda, la U. S. *National Association for Science, Technology, and Society* (NASTS) (López Cerezo & Verdadero, 2003, p. 154). Además, González García, et al. (1996), expresan, desde el anacronismo de la sigla en inglés «STS», se presenta “las diferencias entre estas dos tradiciones en la nueva visión de la ciencia. La tradición europea de *Science and Technology*

Studies (estudios sobre ciencia y tecnología) y la tradición norteamericana de *Science, Technology and Society* (ciencia, tecnología y sociedad)” (p.66).

Tabla 1 Resumen de las diferencias entre las dos tradiciones CTS

TRADICIÓN EUROPEA	TRADICIÓN AMERICANA
Institucionalización académica en Europa (en sus orígenes)	Institucionalización administrativa y académica en Estados Unidos (en sus orígenes).
Énfasis en los factores sociales antecedentes	Énfasis en las consecuencias sociales.
Atención a la ciencia y, secundaria, a la tecnología.	Atención a la tecnología y, secundaria, a la ciencia.
Carácter teórico y descriptivo.	Carácter práctico y valorativo.
Marco explicativo: ciencias sociales (sociología, psicología, antropología, etc.)	Marco evaluativo: ética, teoría de la educación, la teoría política etc.

(Fuente: González García, López Cerezo y Luján, 1996, p.69).

Esta diferencia en el enfoque y objetivos se da en la concepción de dimensión social de la ciencia y la tecnología:

1. La tradición europea coloca énfasis en los factores sociales y antecedentes que contribuyen en el desarrollo científico y tecnológico. Es decir, a la descripción de la génesis y aceptación de las teorías científicas en conexión con los factores económicos, políticos, culturales, etc.
2. La tradición norteamericana, enfatiza las consecuencias sociales de las innovaciones tecnológicas, su impacto en la sociedad. La tecnología es entendida como un producto, sin atender a su proceso de creación que influye en la dinámica social. Este enfoque utiliza el escenario universitario, por su alcance valorativo y práctico, lo amplía a la reflexión educativa y ética, así como en la democratización de los procesos en la toma de decisiones en políticas tecnológicas y ambientales.

(González García, et al., 1996)

a) Tradición Europea

Esta tradición de estudios sociales de la ciencia tiene como interés la renovación de los contenidos de la sociología de la ciencia clásica que habían rechazado la posibilidad de aplicar la sociología al conocimiento científico y su contexto de justificación. Este giro *sociológico-constructivista* se origina en el llamado «*programa fuerte*» de la sociología del conocimiento científico, llevado a cabo en la década de los 70 por autores de la Universidad de Edimburgo como Barry Barnes, David Bloor o Steven Shapin. Esta tradición, que tiene como fuentes principales los estudios de Wittgenstein de las investigaciones filosóficas, la antropología cognitiva de Mary Douglas y en el trabajo en historia y filosofía de la ciencia de M. Hesse y T. Kuhn. Este último, en el estudio de los antecedentes o condicionantes sociales de la ciencia, y lo ha realizado sobre todo desde el marco de las ciencias sociales. “Estas referencias apuntaban a la relativización, contextualización y el énfasis convencional de todas las afirmaciones de conocimiento que constituyen las teorías científicas aceptadas”. (González García, López Cerezo y Luján, 1997, p.75)

Existen diversos enfoques que están inmersos en el Programa Fuerte, por ejemplo, el constructivismo social de H. Collins (con su Programa Empírico del Relativismo, EPOR), el SCOT o construcción social de la tecnología, la teoría de la red de actores de B. Latour, los estudios de reflexividad de S. Woolgar, etc. Por tanto, es una tradición concentrada a la investigación académica que educativa o divulgativa. (González García, López Cerezo y Luján, 1996).

El *programa Fuerte* defendía desde la explicación sociológica el cambio del conocimiento científico como algo causal (factores sociales determinantes: intereses y valores), imparcial (los supuestos de verdad o falsedad de las investigaciones), simetría (creencias verdaderas como falsas) y flexibilidad (la aplicación de la sociología). La ciencia, deja de verse como la única visión de acercamiento a la verdad y pasa a ser concebida como un producto de factores no epistémicos (políticos, económicos, históricos, sociales, etc.). Posteriormente, el programa teórico en sociología del conocimiento

científico SCC enunciado por Bloor y desarrollado por Collins en la universidad de Bath (Reino Unido) a principios de los ochenta con el (*Empirical Programme of Relativism -Programa Empírico de Relativismo, EPOR*) centra el estudio empírico de los desarrollos científicos contemporáneos desde el enfoque de las controversias científicas. Esta perspectiva refleja la flexibilidad interpretativa de los resultados de la ciencia y su interacción social.

El EPOR constituye el enfoque en el estudio de la ciencia denominado "constructivismo social". Mientras el enfoque de la escuela de Edimburgo, era "*macrosocial*", explorando las conexiones causales entre contenidos del conocimiento y los factores sociales, el EPOR desarrolla sus investigaciones desde una perspectiva "*micro social*" desde la relación entre las controversias particulares y en los contextos sociales con los resultados sobre la comprensión de la realidad (González García, et al, 1996).

El EPOR tiene lugar tres etapas: En la primera se muestra la *flexibilidad interpretativa* de los resultados experimentales, es decir, cómo los descubrimientos científicos son susceptibles de más de una interpretación. En la segunda etapa se evidencian los mecanismos sociales, retóricos, institucionales, etc., que limitan la flexibilidad interpretativa y favorecen el cierre de las controversias científicas al promover el consenso acerca de lo que es "la verdad" en cada caso particular. En la tercera, y última etapa, tales "mecanismos de cierre" de las controversias científicas se relacionan con el medio sociocultural y político más amplio (González García, López Cerezo y Luján, 1996, p.76).

Por otra parte, se han desarrollado diferentes enfoques para analizar la tecnología, como por ejemplo el SCOT (*Social Construction of Technology: construcción social de la tecnología*), derivado del programa EPOR (Programa Empírico del Relativismo) desarrollado en los años 80 por Wiebe Bijker y colaboradores. El SCOT parte de la premisa de que el desarrollo tecnológico puede ser adecuadamente descrito como un proceso de variación y selección. Es un programa de investigación inspirado claramente en una epistemología evolutiva y trata de explicar la supervivencia y evolución

de las configuraciones tecnológicas. Asimismo, El SCOT elabora modelos que determinan para que grupos sociales se plantean los problemas teniendo en cuenta los procesos contextuales históricos y culturales.

Este enfoque investiga cómo se construyen los artefactos tecnológicos por medio de procesos sociales. Un artefacto técnico, por ejemplo la bicicleta, no se "inventa" sino que se desarrolla a través de un proceso social en el cual, grupos sociales de usuarios influyen sobre el posterior desarrollo de los prototipos. Cada artefacto plantea ciertos problemas a sus usuarios, y la solución a esos problemas crea un nuevo artefacto más adaptado a sus necesidades. Uno de los principales méritos del enfoque SCOT es su crítica al determinismo tecnológico implícito en la concepción tradicional del desarrollo tecnológico.

Desde esta perspectiva, el desarrollo tecnológico es un proceso multidireccional y cuasi -evolutivo de variación y bajo un contexto histórico y cultural con distintos actores, intereses y valores permitiendo una flexibilidad interpretativa según los casos. (OEI, 2001, p. 130). Asimismo, "las tecnologías dejan de ser concebidas como procesos autónomos y lineales que solo responden a una lógica interna de la funcionalidad y pasan a considerarse procesos multidireccionales de variación dependientes de una variedad de agentes sociales" (López Cerezo, 1998, p.134).

En consecuencia, el Programa Fuerte y el EPOR se interesaron por buscar la explicación del contenido de la ciencia y su credibilidad en su contexto social (factores políticos, ideológicos, culturales, económicos) y de sus significados (criterios idiosincrásicos de una comunidad en un momento dado) en términos de instituciones sociales para dar cuenta de la del origen y legitimación de las teorías científicas. En este sentido, las escuelas anteriores investigaron la construcción social del conocimiento científico y el papel que juegan las *creencias científicas* en el contexto social.

Sin embargo, desde otra perspectiva de la sociología del conocimiento científico a finales de los años setenta y durante los años 80 y 90 se estableció la escuela de los llamados estudios culturales

de la ciencia y se presentó un *giro antropológico* donde “los antropólogos e historiadores acercaron el estudio cultural a la ciencia mediante etnografías, biografías de científicos, análisis retóricos del discurso científico, comparaciones culturales cruzadas e investigaciones de las imágenes y representaciones de la ciencia” (Nelking,1998,p.50, citado por López Cerezo y Sánchez Ron, 2001, p.74). De esta forma, el contexto social deja de ser el elemento explicativo de causalidad en la construcción social de un hecho científico. Así, la forma del estudio social de la ciencia y desde el enfoque propuesto por Latour (1979) y Wolgan (1982) con la guía de la *etnometodología* trataron de acercarse empíricamente a la actividad de la ciencia mediante la *práctica científica y tecnológica* que se desarrollaba en los laboratorios. El contexto social es remplazado por el contexto social del laboratorio. “Los denominados estudios de laboratorio no tiene ninguna pretensión explicativa, sino tan solo describir, del modo más puro y desnudo posible, la actividad que los científicos y tecnólogos desarrollan en su laboratorios y de la que surge nuestra concepción del mundo real, natural y social” (González García, López Cerezo y Luján, 1996, p.79). El interés de los trabajos etnográficos de laboratorio radicó en representar los comportamientos por las que traviesa producción del conocimiento y su producto orientada a la *reflexividad y simetría*.

Además, los estudios de laboratorio desde la perspectiva de la *teoría del actor-red*, criticó la escuela de Bloor, en la forma de tratar asimétricamente a los actores humanos y no humanos del escenario científico tecnológico, puesto que solo consideró el contexto humano y desde esta línea de la teoría de la red, los *hechos científicos* “se definen como una red cuyos nodos están formados tanto por actores humanos como actores no humanos (instrumentos, baterías, chips, cualquier componente tecnológico) (González García, López Cerezo y Luján, 1996, p.82). Por último, este enfoque ofrece solo una breve explicación de la construcción del conocimiento científico a través de las múltiples interacciones del comportamiento del mundo humano y el mundo no humano desde las relaciones con los medios técnicos, económicos y sociales y su relación de las agencias materiales y humanas hacia la creación de discursos científicos y representaciones científicas.

b) Tradición Americana

La tradición norteamericana es mucho más activista y muy implicada en los movimientos de protesta social como la contracultura y movimientos por tecnologías alternativas, ecologistas y pacifistas originados durante los años 60 y 70. El marco de estudio está básicamente constituido por las humanidades (filosofía, historia, teoría política, etc.), y la consolidación institucional de esta tradición se ha producido a través de la enseñanza y se “recurre a la reflexión ética, al análisis político y, en general, a un marco comprensivo de carácter humanístico” (OEI, 2001, p. 132).

Se trata de una tradición que se ha ocupado de los aspectos prácticos de los impactos sociales de la ciencia y la tecnología (CyT), en las consecuencias sociales (y ambientales) de los productos tecnológicos y su relación en los cambios en la sociedad. Además, en la adopción de una perspectiva socialmente contextualizada en la educación en CyT y el énfasis está puesto en la democratización de la CyT.

Varios autores relacionados con esta tradición norteamericana tuvieron influencias de las corrientes pragmatistas, fenomenológicas y existencialistas. Algunos de ellos como Paul Durbin (1979), Ivan Illich (1970), Carl Mitcham (1989), Kristin Shrader-Frechette (1985), Langdon Winner (1996), D. Nelkin (1984), L. Winner (1996), K. Shrader-Frechette (1985), D. Collingridge (1980) o S. Carpenter (1997). El movimiento pragmatista norteamericano y la obra de activistas ambientales y sociales como R. Carson o E. Schumacher son el punto de partida de este movimiento en los EEUU. Sin embargo, la reflexión teórica de la tradición norteamericana remite, no a la filosofía anglosajona (exceptuando a la filosofía pragmatista de Dewey, sino al pensamiento europeo continental de autores como Ortega, Marcuse, Heidegger, Ellul, Habermas, etc. La ética, la historia de la tecnología, la teoría de la educación, las ciencias políticas y la filosofía social son disciplinas que son importantes en su marco comprensivo (González García et al, 1996).

Este enfoque agrega un interés especial en la ciencia aplicada y a los problemas de la gestión de riesgos y políticas en CyT. Esto en respuesta a los problemas relacionados con las políticas de

innovación tecnológica que inicialmente empezó al servicio de la industria de militar y en la intervención ambiental, llevando a crear mecanismos democráticos de participación pública y en las agendas políticas en la evaluación y gestión de la CyT. Aquí, se integra el elemento de la opinión pública dentro del control y decisión en la gestión del cambio científico-tecnológico.

Según González García et al (1996), las principales líneas de acción de esta tradición son: a) la historia de la cultura tecnológica y exploración de las discusiones del cambio tecnológico y su relación con la sociedad; b) filosofía de la tecnología y su relación con la ciencia; c) la ética de la CyT y el análisis de los límites del crecimiento tecnológico en función de valores socio-ambientales; d) temáticas relacionadas a la autonomía de la tecnología y críticas a su determinismo; y e) análisis de las implicaciones políticas de la tecnología, evaluación y control social, análisis de modelos de gestión de forma de legitimización a la CyT.

Además, Mitcham (1996), destaca las acciones del papel de la participación en el control de la CyT y definiendo que desde:

- a) *Lo instrumental* la participación es la mejor garantía para evitar la resistencia social y la desconfianza hacia las instituciones. La participación pública en la gestión de las decisiones sobre riesgo hace que éstas sean más legítimas y lleven a mejores resultados.
- b) *Lo normativo* la orientación tecnocrática es incompatible con los ideales democráticos. Los ciudadanos son los mejores jueces y defensores de sus propios intereses. argumento normativo se basa en el presupuesto de que uno de los pilares de la democracia supone que ser ciudadano significa ser capaz de participar en las decisiones que le afectan a uno mismo o a su propia comunidad.
- c) *substantivo*, los juicios de los no expertos son tan válidos como los de los expertos. Los no expertos, especialmente aquellos que poseen un conocimiento familiar del entorno, objeto de intervención, ven problemas, cuestiones y soluciones que los expertos olvidan. Estudios sobre

los juicios de los legos con relación a los riesgos tecnológicos revelan una sensibilidad a los valores sociales y políticos que los modelos teóricos de los expertos no reconocen.

Lo anterior, muestra la valoración de la opinión popular y ciudadana en pro de una ciencia para la ciudadanía y una la democratización en las decisiones y negociaciones sobre la regulación pública de la CyT reconociendo las particularidades y practicas nacionales para la optimización de la participación y se estime los valores contextuales. En consecuencia, el ámbito formativo y la formación pública son piezas importantes de articulación para una opinión pública crítica e informada de las políticas tecnológicas (López Cerezo, 1998) a partir de una alfabetización científica y una educación de la ciencia para la ciudadanía “transmitiendo una imagen más realista de la naturaleza social de la ciencia y la tecnología” (López Cerezo, 1998, p.142) como productos sociales.

2.2.3 El Pensamiento Latinoamericano e Iberoamericano en CTS

Con los movimientos sociales y las experiencias políticas progresistas de los años 60 y 70 se registraron ideas de intersección entre las prácticas de CyT con la realidad Latinoamérica. El pensamiento latinoamericano se ha ocupado de algunos temas principalmente: la autenticidad de la filosofía latinoamericana, el análisis histórico de la situación de dependencia cultural, la liberación en todo orden y el reconocimiento de las tradiciones culturales. Si algo ha caracterizado al pensamiento latinoamericano es su preocupación por encontrar la esencia de lo americano, tanto en su expresión histórica y cultural, como ontológica.

Estos enfoques tienen una preocupación desde lo político, lo económico y lo social en pro del mejoramiento de la región. Por lo dicho sus orígenes corresponden en la búsqueda de encontrar caminos para superar el subdesarrollo y con la insatisfacción de la forma de aplicar la idea desarrollo en la CyT. Las primeras contribuciones tenían la preocupación desde lo político al desarrollo del conocimiento de la CyT y que fuera apropiado a las necesidades locales (Dagnino et al, 1996). Por ejemplo con las políticas de CyT (Herrera, 1971), sobre la tecnología y autonomía (Sábato y

Mackenzie, 1982) y el rol de la ciencia en los países periféricos en torno al concepto de estilos de desarrollo científico-tecnológico (Varsavsky, 1969).

El estudio del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad en América Latina es abordado a partir de las teorías desarrolladas por Vacarezza (1998) y Arocena (2001). Estos autores trabajan los vínculos del pensamiento latinoamericano con las problemáticas del desarrollo y la innovación desde el campo interdisciplinario en el análisis de la

Política científica y tecnológica en América Latina, gestión de tecnología, los procesos de innovación y el cambio técnico en la empresa, el progreso de las disciplinas y comunidades científicas, los problemas de la vinculación en ciencia-producción, el comercio internacional de la tecnología, la articulación en el análisis de la perspectiva de la ciencia jurídica y de la economía y por último la prospectiva tecnológica (Quintero, 2010, p.8).

El programa de estudios sociales de la ciencia y la tecnología se tradujo al español como el Programa de Estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Fue durante los años ochenta cuando se introdujo esta perspectiva a Iberoamérica, con temas como la discusión frente al acceso a la tecnología, el constructivismo social y las nuevas tendencias en educación en ciencia y tecnología – especialmente en los casos de España, Colombia y Cuba. Pero no fue sino a partir de 1990 cuando se introdujo formalmente en los currículos de la educación formal en España y Cuba (López Cerezo & Verdadero, 2003, p.156). En esta década recibe el apoyo de entidades intergubernamentales como la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), la Unesco y algunos ministerios de educación como los de Cuba, Uruguay y España, lo que implicó que se tuvieran en cuenta en los currículos escolares de algunos de estos países.

Otra iniciativa importante fueron las cátedras impartidas con el apoyo de estas organizaciones fue la creación de la sigla CTS + i, cuyo aporte consistió en adicionar el componente “i”, correspondiente a la “innovación”. Este impulso se sugirió en países como El Salvador, Colombia, Argentina, Uruguay, Cuba y Costa Rica. La idea básica fue dar un soporte institucional, a partir de la OEI y agencias nacionales, a los estudios en ciencia, tecnología e innovación (López Cerezo & Verdadero, 2003, p. 157). Según Leonardo Silvio Vaccarezza, una característica fundamental de la tradición de los

estudios de innovación en la región es su limitación al nivel micro de la empresa. Esto, según el autor, “lleva a cierta restricción para sugerir políticas tecnológicas que no se expresan de otra manera que en la acumulación de experiencias individuales” (Vaccarezza, 1998, p. 24).

Ciertamente, las políticas de ciencia y tecnología se constituyen como algo autónomo y original de la región. No obstante, existen prácticas endógenas de CyT en los países periféricos que aumentan el subdesarrollo y la dependencia (Arocena & Sutz, 2001), a través de la adaptación lineal de los estándares internacionales en ajuste a la realidad social de la ciencia y tecnología de los países latinoamericanos.

Finalmente, la investigación, la ciencia académica ha sufrido brechas de crecimiento por la inestabilidad política, la ideología y la tecnocracia que no invierten en materia de I+D en sus PIB y falta de adecuadas prácticas estratégicas entre el estado, las universidades y el sector privado. También, la falta de políticas y mecanismos en CyT dirigida a formar ciudadanos críticos como alternativas formativas de públicos frente a la regulación y procesos en la toma de decisiones en temas de CyT.

2. 3 Necesitamos una imagen de ciencia ajustada y contextualizada desde el enfoque CTS

Hemos visto que los estudios en Ciencia, Tecnología y sociedad consideran que el desarrollo científico es un proceso social, codificado, históricamente situado y contextualizado con sus condicionantes sociales y culturales. No se puede entender la ciencia sin una vinculación con la teoría social; lo social ayuda a entender la *ciencia en contexto* en relación a las circunstancias económicas, políticas y culturales, por lo que sus resultados, saberes y artefactos, no gozan de neutralidad valorativa. Hoy más que nunca no se puede desvincular a la ciencia del debate ético, político, cultural y cívico. Aquí, se piensa que la perspectiva CTS debe seguir en la promoción de las reflexiones críticas en relación al desarrollo instrumental de la ciencia con los contextos

sociopolíticos. Igualmente, al papel e impacto de la ciencia en las sociedades y las culturas en las distintas épocas.

De ahí que la visión tradicional de la ciencia en Europa ha privilegiado a ésta (la ciencia) como la única forma válida de conocimiento. Sin embargo, se ha presentado argumentos a favor de las diferentes formas de conocimiento, reconociendo “la existencia de sistemas de saberes plurales, alternativos a la ciencia moderna” (Santos, Meneses & Arricado, 2006, p.18). Es decir, la diversidad de las ciencias que se articulan con lo histórico-cultural. Esta posición reavivó la idea de una ecología de saberes (Santos, 2010) y pluralidad epistemológica del mundo desde la intersubjetividad y el interconocimiento. Una pluralidad interna de las ciencias centradas a la diversidad de los modos de hacer ciencia y una pluralidad externa de las ciencias enfocada en los modos en que los científicos se relacionan con los contextos sociales, culturales, institucionales, heterogeneidad de las prácticas y narrativas científicas (Santos, 1995).

Los estudios CTS han demostrado que el condicionamiento del desarrollo de la ciencia tiene orientación en valores, fines e intereses de los actores (clases, grupos, empresarios) quienes toman decisiones sobre la sociedad. Aquí se hace importante la participación ciudadana para abordar el debate valorativo, ético y cívico, puesto que existe un grado de responsabilidad intelectual y ética de los actores encargados de la política pública científica y las instituciones en sus prácticas con el medio ambiente.

Esta idea es respaldada por la diversas corrientes que han estudiado la ciencia como: el Programa Fuerte (Barnes y Bloor), el programa Empírico del Relativismo (Collins y Pinch), los estudios de Laboratorio (Latour y Woolgar), y la teoría de la Red de actores (Latour y Callon) quienes criticaron el intento de presentar la ciencia como un proceso condicionado por fines epistémicos. Estos enfoques expresan que la ciencia es el resultado de intereses individuales y colectivos que adoptan decisiones con arreglo a valores.

Bajo esta perspectiva, CTS en su proceso interdisciplinario posee tres vertientes que se mencionaron arriba: la investigación, la política y la educación. Con respecto, en el campo de la investigación de acuerdo en el contexto colombiano, los estudios sociales en ciencia y tecnología han estado muy enfocados hacia la investigación socio-histórica, a la divulgación de estudios histórico-filosóficos y al análisis de procesos de gestión y seguimiento de los actores. De ahí que pocos resultados se vean reflejados en el campo de la investigación, dado que todavía existe una dependencia externa conceptual y metodológica. Con relación al campo político, los estudios CTS han defendido la formación de la participación pública que potencie la democracia en la toma de decisiones sobre los temas de ciencia y la tecnología. Sin embargo, este planteamiento se ha concentrado en llevar una imagen de activismo político relativista, que en una postura de racionalidad cívica científica contextualizada dentro del marco de la democracia. Todo esto sumado, a la inestabilidad política y a la línea ideológica que viven nuestros países en materia de ciencia y tecnología sean cortos los resultados en el campo de la investigación y las políticas públicas.

En contraste con esta situación, en el campo educativo varios países han creado políticas educativas tratando de vincular la enseñanza de CTS en la educación secundaria y universitaria. En este sentido, los currículos tienen contenidos que tienen en cuenta la relevancia social en ciencia y tecnología. Se han sugerido propuestas en torno a la importancia de vincular la perspectiva CTS que contemple diferentes puntos, a saber: a) un enfoque constructivista del aprendizaje; b) abordar problemas socio-técnicos relevantes para los estudiantes; c) situar estos problemas en contextos específicos; d) introducir el análisis socio-filosófico, ético, político, económico, en estos problemas; e) promover el desarrollo de capacidades necesarias para argumentar en torno a la toma de decisiones sobre la actividad tecnocientífico en el medio social. No obstante, se sigue presentando unos modelos de enseñanza tradicional, y grupos de docentes con el uso discursivo y en los textos con una visión lineal de la CyT que impide la formación científica y cívica, y en el desarrollo de las capacidades para la participación pública. En este sentido, se piensa que a la propuesta de CTS es

necesario integrar verdaderamente el ámbito de la interdisciplinariedad, dado que su existencia requiere el llamado de los diversos saberes científicos y sociales tanto epistémicos como valorativos.

Por último, América latina le conviene bien adoptar nuevas reflexiones desde el campo de CTS proporcionando pasos para lograr un posible marco de referencia para el desarrollo científico y el debate ético en los contextos. Por lo tanto, debemos comprender que la ciencia es un sistema conceptual intencional que contribuye a una imagen renovada de las relaciones entre ciencia-tecnología-sociedad reconociendo la complejidad sociocultural de las comunidades y rechace la imagen reduccionista y unidimensional.

En el siguiente capítulo, se entabla la discusión entre la cultura científica y su articulación a la perspectiva cívica, haciendo acotaciones por una participación ciudadana activa e intercultural en el campo de la educación científica.

3. UNA APROXIMACIÓN A LA NOCIÓN DE LA PERSPECTIVA CÍVICA CIENTÍFICA

En este capítulo se establece la importancia de la perspectiva cívica en la ciencia en pro de una participación democrática de los ciudadanos, para ello se parte de una revisión de la literatura del concepto de ciudadanía y civismo. Luego, se inicia con un breve repaso sobre la evolución del concepto de cultura científica y su relación con la ciudadanía. También, se analiza la noción de ciencia ciudadana entorno a la perspectiva cívica. A este punto, se dedica un espacio a considerar dos modelos de formación cívica: el *modelo de educación para la ciudadanía democrática de Reimes y Villegas* y el *modelo de formación para una ciudadanía intercultural, responsable, activa y crítica de Bartolomé y Cabrera* para el desarrollo de la participación ciudadana activa. Por último, se indaga por el concepto de la perspectiva cívica en la educación científica. Aquí, se describe la dimensión de la competencia cívica, la participación cívica y el compromiso cívico, en correspondencia con la participación formativa. Por tanto, la pregunta que guiara este tercer capítulo se enuncia de la siguiente manera: ¿Cómo vincular la perspectiva cívica sobre la ciencia en la cultura científica?

3.1. Algunos conceptos y principios en torno a la ciudadanía y el civismo.

El tema de la ciudadanía ha ido cambiando, igualmente los ideales políticos y el tipo de persona que se quiere habitar. Los significados de ciudadanía apuntan a un “ser habitante de la colectividad de que se trate (ciudad, Estado o país), en tanto que el sentido restringido de ciudadanía proviene de la enunciación de las características que deben tener los habitantes de una colectividad para poder ser considerados como ciudadanos” (Lizcano, 2012, p.272). En el sentido inicial de termino ciudadanía se inscriben dos acepciones de ciudadano de la RAE (2012b): “natural o vecino de una ciudad” y “perteneciente o relativo a la ciudad o a los ciudadanos”.

Bajo esta perspectiva, las nociones de ciudadanía y ciudadano se remontan varios siglos atrás y se vinculan estrechamente con el desarrollo del pensamiento y cultura moderna de occidente. Desde

su origen en la Grecia Antigua la noción de ciudadanía, remite al ideal clásico de participación en la polis y al ideal moderno del hombre cuyas virtudes morales lo convierten en el buen ciudadano que constituye el pilar del Estado y de la propia humanidad. Esta idea presenta una ciudadanía participativa (aunque exclusiva y excluyente) con una asamblea soberana en donde aquel que es ciudadano tiene derecho y libertades de presentar propuestas y de participar en la votación.

Ciertamente, el concepto actual de la ciudadanía tiene sus raíces indudables en la ideología liberal-democrática y en el concepto de “Estado de Derecho” del siglo XIX. Aquí ya no están unidas solo la concepción griega y jurídicas latinas, sino que ingresan elementos importantes en lo público y lo privado. Este concepto de ciudadanía moderna se definió en torno a estas ideas de la Revolución francesa y la transición del estado absolutista liberal, creando una concepción de ciudadanía basada en los derechos individuales y respeto a la ley. La democracia Liberal, como la conocemos en el mundo occidental tiene bases económicas y filosóficas de los siglos XVII y XVIII cuyas ideas de la Ilustración y las teorías del contrato social fueron sustento al reclamo por el derecho a la *dignidad de la persona y la libertad* (Derechos de primera generación). Dicha postura exigió una ciudadanía política de los ciudadanos frente a cualquier abuso del Estado. Este tipo de ciudadanía destaca el *estatus* como reconocimiento de los *derechos políticos* y la legitimidad por parte del Estado.

Asimismo, la noción de ciudadanía presenta ciertas tradiciones: la liberal, la republicana y la democrática: la tradición ciudadanía liberal hace un énfasis en el individuo, su libertad con características por lo privado como status y un control al Estado; la tradición republicana prioriza la vida pública, la virtud ciudadana y el bien público, es decir pone énfasis en los derechos inherentes al individuo, pero la actividad política es una opción individual. Por último, la tradición democrática se fundamenta en una ciudadanía como participación y justicia.

En el siglo XIX y principio del XX se evidenció una concepción de *ciudadanía social* en base a la *igualdad* de los derechos sociales, económicos y culturales por parte del estado (denominada Derechos de la segunda generación). De hecho, se presentaron una serie de derechos para los

ciudadanos, así como un mayor grado de libertad y de autonomía de los individuos desde un marco legal que permitió igualdad entre las personas. Sin embargo, las instituciones políticas características de las democracias representativas han alejado el gobierno de aquellos para los que se gobierna creando Oligarquía. En este sentido, las instituciones han estado formadas por un conjunto de expertos tecnocráticos que se han caracterizado por un conocimiento especializado donde las decisiones públicas han tenido un carácter partidista-elista que referidas estrictamente a fines colectivos de ciudadanía. Posteriormente, en la segunda mitad del siglo XX surge el tipo de *ciudadanía solidaria*, que pone énfasis por el reconocimiento de la diversidad, los contextos y la particularidad de cada comunidad creándose los llamados *derechos sectoriales* donde no basta con que se reconozcan en las leyes, los derechos y las obligaciones, sino que puedan ser reconocidos en cualquier territorio.

Del mismo modo, a inicio del siglo XXI el perfil de ciudadanía presenta variación como respuesta a los contextos políticos, económicos y sociales y aparecen los denominados *derechos complejos* que se destacan por los valores de participación y responsabilidad. Dentro de este perfil ciudadano están la *ciudadanía global y cosmopolita* que enfoca su orientación hacia una globalización más humana dentro de los marcos de la comunidad política nacional e internacional; la *ciudadanía ambiental y planetaria* que tiende a desarrollar acciones para un mundo habitable y sostenible; la *ciudadanía multicultural e intercultural* donde este tipo de ciudadanía supone el desarrollo por la diversidad y una identidad cívica, a partir de aprender a convivir y a dialogar con otros grupos culturales, desarrollar valores y normas de convivencia donde las diferentes miradas culturales se vean reconocidas (Cortina, 1996); la *ciudadanía responsable y activa* se enfoca por mejorar la comunidad desde la corresponsabilidad con la sociedad; la *ciudadanía crítica* donde el compromiso es construir una ciudadanía más justa, con elementos de oposición y estrategias de construcción y reconstrucción social donde se promueva la participación social (Giroux, 1993, Inglehart, 1996, Mayordomo, 1998); por último, la *ciudadanía democrática* que se enfatiza por la justicia social y los derechos sociales para todos y todas las personas (Carneiro, 1999) con la finalidad de una convivencia de igualdad y equidad.

Lo anterior, involucra al individuo en la actuación como ciudadano activo y responsable, en un dialogo intercultural e interreligioso, que promueva el principio de igualdad entre las personas y respeto de los derechos de los demás. Por esto, se piensa en la importancia de una ciudadanía democrática activa y crítica donde el ciudadano sea un agente político en los asuntos públicos y en los procesos de toma de decisiones. Caracterizado por la necesidad de conciliar las exigencias de la participación cívica, política y social con las de la gobernabilidad.

Este tipo de ciudadanía vincula los modos de habitar con la dinámica socio-espacial y en base a las experiencias subjetivas y colectivas de los sujetos con la finalidad de disminuir esos márgenes de habitar, desarrollando adecuados mecanismos de ejercicio de los derechos y los deberes civiles para el progreso de la “*habitancia*” entre las comunidades que integran un territorio. Evidentemente, la ciudadanía es el ejercicio efectivo de los derechos civiles como oportunidad para que los ciudadanos tomen parte activa en los procesos deliberativos sobre derechos políticos y sociales. Por consiguiente, la ciudadanía en la actualidad es definida en términos de responsabilidad, en sentido de corresponsabilidad en sociedad.

Por otro lado, a lo que se refiere al tema de la participación y la ciudadanía están dadas por la petición de los sujetos entorno a la igualdad y la equidad, tanto político como económico fundamentados en la idea de una democratización social (procesos sociales solidos de ciudadanía que exige respeto por las demandas políticas, sociales, etc.). Sin embargo, el tema de la ciudadanía se ha visto obstaculizado cuando los procesos democráticos están representados por la corrupción, el individualismo, la desinformación, la falta de justicia, de derechos y los problemas socioculturales¹². Además, la participación ciudadana está vinculada con el concepto de ciudadanía que tiene la sociedad civil¹³ de un país y en los procesos de democratización política y social para superar los choques existentes en tema de la diversidad cultural.

¹² Ver Nuria Cunill Grau (2002): Ciudadanía y Participación.

¹³ Ver A. Touraine (1998): Igualdad y Diversidad. Las Nuevas Tareas de la Democracia.

En relación con lo anterior, la actual *educación para la Ciudadanía* exige unos valores cívicos y conductas democráticas que desarrollen unas habilidades para una participación activa y crítica en la vida pública con el propósito de potenciar actitudes y valores para formar ciudadanos responsables en el mundo multicultural e intercultural. En tal sentido, la vinculación de la ciudadanía y lo cívico está insertado en el perfil de habitante en la ciudad. Puesto que comparten procedencia etimológica con la palabra latina: *civitas* de donde, a su vez procede el vocablo español ciudad. Las acepciones del vocablo civismo alude a actitudes “celo por las instituciones e intereses de la patria” y “preocupación y cuidado por las instituciones e intereses de una nación” (Vox, 2012), es decir respeto a la ciudad. Además, a “comportamientos respetuosos del ciudadano con las normas de convivencia pública” (RAE, 2012b). En este sentido, el civismo (dimensión política) es visto como sinónimo de civilidad (dimensión social) como aquella cultura de relaciones de urbanidad y conducta política en el actuar correcto de la sociedad según las leyes y el bienestar de la comunidad. Igualmente, la articulación de ciudadanía y civilidad desde los valores cívicos contribuye al afianzamiento de la vida democrática.

Este concepto de lo cívico como se dijo arriba ha variado por el mismo valor sociopolítico que han demostrado las sociedades en el desarrollo hacia una democracia heterogénea socialmente dentro de un país. Lo cívico está asociado por el interés del respeto a otras personas. Su elemento esencial es la inclusión de los otros dentro del tratamiento de libertad e igualdad y en el reconocimiento de posturas de oposición en el convivir cotidiano. Entonces, el civismo refleja valores sociales y actitudinales que moldean las actuaciones en el ámbito público y privado desde la interacción democrática (libertad, igualdad jurídica, pluralidad, tolerancia, respeto, diálogo, negociación, pluralidad y participación) (Lizcano, 2012) en pro de una corresponsabilidad con la sociedad y en la promoción de sujetos autónomos, críticos, respetuosos de la diversidad y en defensa del medio ambiente.

La cultura cívica es el reflejo de la historia sociopolítica de un país y la dinámica que han tenido con los valores de la democracia para el actuar del individuo con los demás y su responsabilidad política con el entorno. Por esto, el problema que enfrenta actualmente la democracia es la heterogeneidad social, puesto que las formas homogéneas de identidades nacionales y su expresión institucional ha excluido grupos étnicos y sociales, de tal modo lo que se puede aspirar con la homogeneidad política es la ejecución de unos valores que respeten y reconozcan la pluralidad social como resultado de una educación cívica y el aprendizaje de la ciudadanía activa.

Por su parte, los autores Westheimer y Kahen (2004) hacen una diferencia entre tipos de ciudadanía en su orientación cívica desde *el ciudadano responsable*, que participa en la sociedad mediante acciones de tipo individual y en pro de la comunidad; *el ciudadano participativo*, que implica el proceso como sujeto político activo en asuntos que afectan la sociedad, y *el ciudadano orientado a la justicia*, que asume, el rol de liderazgo para luchar contra aspectos relacionados con la injusticia social.

Desde los autores mencionados, se piensa que las personas deben actuar responsablemente con la comunidad según sus deberes. Por lo tanto, los programas educativos conviene estar diseñados para el desarrollo de ciudadanos participativos activos a nivel local y nacional con fin de alcanzar los ideales democráticos y saber orientar al ciudadano al logro de la visión de la justicia social.

3.2 Una cultura científica y la ciudadanía

El concepto “cultura científica” está determinado sobre el concepto de cultura, puesto que ésta presenta diversas definiciones. El término «cultura»,

[...]proveniente de las voces latinas colo, colis, colere, que aluden semánticamente tanto al cultivo como al cuidado, primero se aplicó a la acción humana relacionada con las distintas formas de cultivar la tierra, la agricultura, extendiéndose luego a otro tipo de prácticas de índole material. Un salto semántico significativo se produjo cuando, con un uso metafórico, se traslada al cuidado del alma o el espíritu, cultura animi, dando lugar al sentido religioso (culto) como también al de formación y desarrollo de la persona en las facetas estética e intelectual que predomina actualmente (Gomez Ferri, 2012, p.20).

Según este término de «cultura» presenta varios significados. Por ejemplo, para designar el concepto de cultura se han incorporado aspectos relacionados con: conocimientos y normas (sentido humanístico), gastronomía, hábitos, valores (sentido antropológico) y prácticas sociales, creencias, tecnología, ideología y formas simbólicas (sentido sociológico) (Ariño, 1997). Por tanto, el concepto de cultura varía según el país, los grupos y los individuos y los parámetros geográficos (Godin y Gringas, 2000). Lo anterior, permite indicar que cultura es uno de los conceptos que presenta diversas discusiones desde lo antropológico (producto estructural) y sociológico (producto social) y entre otras disciplinas.

El concepto de cultura está articulada a lo social y situada ambientalmente por su entorno material de artefactos y técnicos, reguladas por un sin número de representaciones simbólicas y espacios de organización económica, jurídicas, políticas, económicas y comunitarias (Medina, 2001). Se piensa que esta noción lleva una complejidad que incluye valores, creencias, costumbres, y todas las demás capacidades y hábitos que el ser humano alcanza en una sociedad. Por eso es difícil establecer un cierto origen de la expresión de la *cultura científica*, aun así, la unión entre ciencia y cultura están asociadas desde los tiempos de la cultura griega, pero con mayor conceptualización en la Ilustración en la idea del progreso. Esta idea no debe ser hoy neutral dado que la ciencia refleja intereses y valores más allá de centrarse solamente a la racionalidad epistémica como benefactora. Por lo dicho, una cultura científica debe tener unos componentes referidos al menos a las actitudes, representaciones sociales y valoraciones acerca de la ciencia y la tecnología. Según Cámara Hurtado y López Cerezo (2008) propone, la siguiente concepción de la cultura científica:

la adquisición de cultura científica por parte del individuo no solo consiste en su enriquecimiento cognitivo sino también en el reajuste de su sistema de creencias y actitudes, y, especialmente, en la generación de disposiciones al comportamiento basadas en información científica tanto en situaciones ordinarias de la vida como en situaciones extraordinarias (p.64).

En consecuencia, la cultura científica es bastante variable según los países y hay aportes que pueden tener mayor o menor presencia en él. Entre ellos se debe mencionar de manera especial tanto la enseñanza y didáctica de las ciencias como también el movimiento de estudio social de la

ciencia conocido como STS, entendido bien como *Science and Technology Studies*, o bien como *Science, Technology and Society* (Gómez Ferri e Ilerbaig, 1990). Bajo esta perspectiva, existe poco consenso sobre el contenido del concepto “cultura científica”, puesto que para Europa lo utilizan como comprensión pública de la ciencia y en la tradición Anglosajona se hace referencia como alfabetización científica.

Ahora bien, una cultura científica no puede tener una posición de supremacía sobre una cultura ciudadana de por sí no garantiza que los ciudadanos estén en condiciones de proteger libremente sus derechos y sus deberes con relación a la ciencia y a la tecnología (Albornoz, 2014). Esto demuestra, que la alfabetización científica debe contener la dimensión valorativa, entendida ésta como la formación de una conciencia de ciudadanía activa en los temas de CyT.

Asimismo, los contenidos extrínsecos de la ciencia a partir de los valores sociales y culturales, influyen en la imagen pública o popular de la ciencia y la tecnología. Por ello, el significado de cultura científica ha demostrado construcciones ideales de modelos de ciencia y actividad científica determinados por unos principios de las clases dominantes que definen la valoración y lo normativo en el quehacer científico en la ciudadanía. El primer modelo en acercar la ciencia a la sociedad fue el de las conferencias populares de los científicos en la revolución científica del siglo XVII. También, se intentó implementar la presencia pública de la ciencia a la sociedad con la fundación de la *Royal Society of Science* con demostraciones de actividad científica, pero es la revolución industrial del siglo XIX y desde el enfoque positivista fue donde se sistematizó el ideal de hacer ciencia. De acuerdo con la imagen positivista, los individuos se limitaron a la fórmula canonizada por Miller (1998): a) el conocimiento de los hechos básicos de la ciencia, b) la comprensión de los métodos científicos tales como el razonamiento de probabilidad y el diseño experimental, c) una estimación positiva de los resultados de la ciencia y la tecnología para la sociedad, y d) el rechazo de las creencias supersticiosas como la astrología o la numerología (Bauer et al., 2007). Por su parte, a principios del siglo XX se presentó un modelo de concepto de ciencia fomentada por el Círculo de Viena y llevada al público a través de conferencias oficiales y en universidades con *la concepción*

científica del mundo desde los valores de objetividad y verdad acercando a la sociedad a los conceptos científicos con la vida cotidiana y remplazando la imagen metafísica (Mormann et al. 2005) del mundo existente.

Los intentos de alfabetización de la ciencia se dio mediante la trasmisión y posesión de la información de lo que se conoció como *ciencia manual* (Gómez Ferri, 2012), esta era identificada por un conocimiento y comprensión “sobre un vocabulario científico básico impartido en ciertos niveles escolares sobre el método prototípico de la investigación científica, y sobre el impacto especialmente, el positivo– de la ciencia y la tecnología sobre los individuos y la sociedad en general “ (Miller, 1983, citado por Sanz Merino y López Cerezo, 2012 p.38). Dicho aprendizaje tuvo una estructura unidimensional y lineal cuyo conocimiento estuvo soportada en un experto donde la acción de la ciudadanía se reducía en concentrarse en lo cognitivo.

Como se mencionó en el capítulo dos, esta idea tradicional dio lugar a la promoción de la desmitificación del conocimiento, que surgió en la década del 60 con los estudios CTS y propició un fuerte revulsivo al concepto de ciencia. Dicha valoración tradicional de la ciencia no tuvo en cuenta las valoraciones y las cosmovisiones culturales y sociales” (Medina, 2001). Al mismo tiempo, esta nueva visión comenzó a integrar elementos de carácter sociocultural y político hacia la comprensión de la actividad científica. Como explica Haraway (1995) la ciencia, debe ser sensible a los cambios y abierta a los discursos socioculturales. Este nuevo enfoque considera que el “contexto y los valores” son relevantes en el proceso del conocimiento, donde cada cultura y sociedad posee un contexto que determina las orientaciones del qué y cómo se conoce dentro de cada una de ellas. Aquí, la ciencia no debía reducirse solo a una teoría sobre el conocimiento científico, sino que ahora es necesario tener en cuenta los valores que establecen la actividad científica en su propuesta teórica. Sobre todo, los sistemas de valores contextuales, ellos son importantes para evaluar si está bien hecha la teoría científica, es decir, si los valores sobre los que se juzga no tienen una disposición de tipo universal (Echeverría, 2001). Puesto, que “no hay conceptos con significados absolutos. Los

conceptos y sus significados no son ajenos a sus culturas y dependen de los acuerdos básicos que establezcan los grupos humanos que interactúan entre sí” (Olivé, 2000, p.186).

Ahora bien, se piensa que los juicios de valor expresan enunciados evaluativos, que surgen de la aplicación cualitativa de lo “bueno” o “adecuado” a una acción. De igual forma, la ciencia ha trabajado en determinar “lo verdadero o lo falso”, pero ella posee valores que orientan la actividad científica. Por ello, la ciencia no necesariamente la determina la evidencia empírica, puesto que ella es parte inherente y medular de la cultura humana. De este modo, la diferencia entre los valores contextuales y el conocimiento científico se representa en que la ciencia trabaja con teorías científicas, y desde los hechos con su contenido buscan interpretar y conocer los fenómenos de la naturaleza por medio de una coherencia interna o lógica para llegar a la generalización. Por su parte, los valores contextuales (enunciados normativos, lo que es deseable) se consideran relativos al contexto socio-cultural influenciados por los valores morales, políticos, religiosos o estéticos. Al mismo tiempo, se puede considerar que la ciencia tiene "valores" que “caracterizan la actividad científica (verosimilitud, simplicidad particularidad, fecundidad, etc.)” (Echeverría, 2001, p. 9). Teniendo en cuenta, que los valores contextuales no determinan lo que es verdadero o falso, sino lo que es “bueno o adecuado”, esto muestra la imposibilidad de ausentar la relación existente en hechos y valores.

Por su parte, los medios de comunicación son un sector que propaga las imágenes públicas sobre la CyT, vinculando aspectos extrínsecos en la sociedad, estos se han convertido en uno de las principales fuentes de información sobre la ciencia y la tecnología en los ciudadanos.

Este inicio se llevó en la década del 70 cuando se hicieron mediciones y evaluaciones mediante indicadores sobre las actitudes hacia la CyT de parte del público, “principalmente ejemplificados con el programa de indicadores de ciencia de la agencia de gobierno norteamericano, *National Science Foundation* (NSF) creada en 1950. En 1972 la NSF dio comienzo a los Reportes Bienales de Indicadores de Ciencia e Ingeniería sobre actitudes del público” (Lázaro, 2009, p.78). Este intento inicial por relacionar la ciencia-sociedad mediante *la comprensión pública de la ciencia* (*public*

understandig of science), suministró más tarde en los 80 la institucionalización de estos estudios de comprensión pública de la ciencia (CPC) bajo el acrónimo PUS (*public understanding of science*) y se creó el Comité para la comprensión Pública de la Ciencia (*Copus*) con la finalidad de promocionar el conocimiento científico desde la educación formal y los medios de comunicación en la aceptación, interés y conocimiento de la CyT. En este sentido, la producción de indicadores de “cultura científica” se organizó con base en estos tres aspectos: *interés* (importancia de la ciencia y la investigación en la sociedad), *conocimiento* (comprensión de los conceptos básicos y metodología científica) y *actitudes* (confianza en la comunidad científica, percepciones sobre los riesgos y beneficios de la investigación) entre el público y la CyT.

La noción de cultura científica, dentro de este enfoque del área CPC, desarrolló una adquisición de un conocimiento de los hechos y conceptos científicos desde un modelo déficit cognitivo. Estos estudios sostuvieron que entre mayor grado de comprensión de CyT mayor la aceptación y actitud de confianza (Miller, 2002) en la descripción funcional de los expertos. Aquí, la cultura científica pasó de ser una descripción funcional de las directrices de los expertos hacia la comprensión de conceptos y construcciones científicas. También, la comunicación científica ha creído ver al público con déficit y establece que la información científica debe orientarse a esa alfabetización de la ciudadanía.

Con lo anterior, esta forma de comprensión de CyT deja de lado elementos sociales, políticos y éticos, y solo hace concentración en la medición *del que* de la ciencia haciendo difícil la promoción de la participación ciudadana en decisiones CyT. Posteriormente, se intentó un concepto de cultura científica desde el cambio de la postura del déficit cognitivo a una comprensión de la ciencia como proceso en contexto y no como acumulación de hechos demostrados (Collins & Pinch, 1993). Bajo esta situación, se cambia la noción de ciencia para “culturizar” o medir la comprensión del público hacia una consideración del conocimiento en contexto (Wynne, 1995). Este énfasis de la relación público-ciencia no está solo centrada en los problemas del público, sino en la interrelación entre: ciencia, instituciones, expertos y diferentes públicos (Irwin & Wynne, 1996). Esto implica, que los

expertos e instituciones deban culturizarse en los aspectos sociales, políticos, contextuales y éticos de la CyT.

Esta posición, trata de integrar lo histórico con la cultura local, no privilegiando solo el enfoque internalista de la ciencia a la hora de llevarla a los ciudadanos. El término alude a que los ciudadanos son agentes de conocimiento y ese conocimiento colectivo, como rasgo de la vida política, merece ser estudiado sin reducirlo a la percepción de los expertos. De hecho, esta postura, invita a la adquisición social de conocimientos y destrezas tecnocientíficos en las comunidades y en los ciudadanos. La cultura científica, ha tomado pasos iniciales a partir del 2004 en el España e Iberoamérica con el cuestionario sobre aspectos de la cultura científica sobre la percepción social de la ciencia en la conceptualización y medición de la cultura científica no desde la cálculo de la cantidad de información asimilada, sino desde el valor personal y riqueza de ésta (Winne, 1995), cómo influye en la vida y en la apropiación significativa de los contenidos de la ciencia y la tecnología.

Finalmente, probablemente no sea la alfabetización científica lo decisivo en una sociedad, sino la capacidad de formar una conciencia ciudadana en pensar críticamente con base en ella. Este fomento por el pensar debe estar vinculado con el concepto de aproximación a la verdad y que conduzca a reflexionar socialmente y moralmente sobre los riesgos de la actividad científica.

3.3 Algunas reflexiones sobre la perspectiva cívica en la educación científica

La educación científica y tecnológica no debe quedarse en crear una *ciudadanía informada* que logre apreciar la evolución y crecimiento del conocimiento y lo utilice en el mundo cotidiano, sino invitar a formar al ciudadano a la participación cívica en CyT.

Según el concepto de “Ciencia Ciudadana”, se ha intentado renovar la representación de la ciencia por el público. Esta postura apunta a reconocer la heterogeneidad de la ciencia desde sus diferentes

formas de conocer y entender el mundo. Esta diversidad de modelos de comprensión científica ha podido ayudar en el manejo de controversias sociales sobre el contenido científico para que la ciudadanía tenga una mejor actitud pública frente a estos asuntos de CyT. Según esta perspectiva, se han realizados procesos de vinculación general de la ciencia y la sociedad. Primero de una *ciencia para la sociedad*; luego de una *ciencia desde la sociedad* como manifestación de reclamo de involucrar la responsabilidad por parte de la sociedad en los asuntos de CyT, hasta una *ciencia con la sociedad* (también llamada ciencia con la gente), estas formas de institucionalización por una *cultura científica en la ciudadanía* se han reflejado en unas políticas públicas destinadas en la promoción y fomento de ésta en las diferentes modalidades de la educación (formal e informal) dentro de la sociedad.

De esta manera, en el contexto Iberoamericano, se reitera en las Metas 2021 (OEI, 2010), el fomento de una *educación científico-tecnológico e innovación* cuya orientación educativa para la enseñanza de la ciencia esté compuesto por la evidencia empírica y la lógica científica como las relaciones sociales, creencias y valores que los científicos usan en el desarrollo tecnocientífico. Al mismo tiempo, los valores propios de la ciencia no deben estar aislados de los valores contextuales, tales como los valores éticos, ideológicos, económicos, políticos, religiosos y culturales (Acevedo, 1997). Según, Olivé (1999) y bajo la idea de la *racionalidad pluralista* reclama

[...] la posibilidad de una epistemología pluralista y justifica la existencia de diferentes conjuntos de criterios de validez del conocimiento y sostiene por tanto que, por ejemplo, la legitimidad de los conocimientos tradicionales no debería estar basada en los mismos criterios que se utilizan para juzgar la validez de los conocimientos científicos o tecnológicos. Los criterios de validez para los conocimientos tradicionales deberían identificarse por medio de cuidadosas investigaciones en relación con los procesos de generación, transmisión, apropiación social y aplicación de esa clase de conocimientos¹⁴ (p.86).

La posición pluralista en ética y epistemología, promueve el ejercicio de racionalidad crítica desde una comunidad epistémica a otra mediante la interacción de la pluralidad de los discursos desde sus teorías explicativas entre diferentes grupos para conocer el mundo en los contextos. Según Olivé (2007) se han originado unas formas de homogenización de sociedad del conocimiento con

¹⁴ véase, Olivé. (1999). *Multiculturalismo y Pluralismo*. México: Paidós.

significados estandarizados de los conocimientos científicos y tecnológicos. Esto ha transformado las relaciones sociales, económicas y culturales de las comunidades con respecto a la aplicación y el impacto de la innovación tecnológica generando niveles y formas de exclusión en las relaciones interculturales. Desde este autor, estas formas de generación de conocimiento no son claras, puesto que esta tendencia de homogenización cultural y globalizada no beneficia a todos con respecto a los sistemas de innovación de cada país en relación simétrica con otros países.

Ciertamente, las políticas públicas en ciencia y tecnología deberían enfocarse en trabajar desde el eje de *sociedades de conocimiento* bajo el principio de justicia social que conecte la forma en que vive la gente y la razones para valorar como viven las comunidades (Sen, 1993), donde los conocimientos tradicionales y contextuales estén integrados en los procesos legislativos de las políticas públicas. La *idea del modelo de sociedades de conocimiento* en Olivé (2011) posee ciertas características:

1. Que sean sociedades justas, democráticas y plurales. Que una sociedad sea justa significa que contenga los mecanismos necesarios para que todos sus miembros satisfagan al menos sus necesidades básicas y desarrollen sus capacidades y planes de vida de manera aceptables de acuerdo con su cultura específica. Esto es reconocer el valor de la diversidad cultural, así como la necesidad de respetar y fortalecer cada una de las culturas (ésta es la característica de pluralidad).
2. Que la toma de decisiones y las acciones se realicen mediante una participación efectiva de representantes legítimos de todos los grupos sociales involucrados y afectados en la formulación de los problemas y en las resoluciones para implementar soluciones (ésta es la democracia participativa).

Se piensa, que esta postura permite aprovechar la riqueza de los conocimientos de cada contexto y desde su apropiación social del conocimiento generar propuestas de solución a los diferentes problemas de su entorno, forjando nuevas prácticas de conocimiento desde la acción

transdisciplinaria. Esto requiere, la elaboración de nuevos conceptos, modelos y métodos mediante la concurrencia de diversas disciplinas junto con formas de conocimiento y de acción no disciplinarias, por ejemplo saberes tradicionales (Pelaez y Suarez, 2010) y puede alimentar el contenido del sistema de CyT de cada país, puesto que deben existir mecanismos de divulgación acertada hacia el aprendizaje social de las comunidades en relación a la ciencia y la tecnología y en articulación a sus valores contextuales. En el horizonte por una formación cívica se acoge el *modelo de educación para la ciudadanía democrática de Reimes y Villegas (2005, 2006)*, este modelo parte del principio de la equidad y la igualdad. Además, la corresponsabilidad de todos los ciudadanos para una cultura democrática. Según Reimers y Villegas (2005) una cultura democrática:

[...] descansa en las competencias y disposiciones por parte de la población en la valoración de la libertad y de los demás, en la valoración de la justicia, en la internalización de un sentido de responsabilidad por el propio destino, en la comprensión de que la preservación de libertades individuales que requiere de instituciones que atiendan al bien común, el conocimiento de los derechos y obligaciones fundamentales de la ciudadanía, el conocimiento de la constitución, de las leyes, de las instituciones políticas y de la historia de las mismas, en la disposición a participar en los diversos espacios que afectan el destino de las personas y en la adquisición de competencias para deliberar y participar activamente (p.66).

Conforme a lo señalado, una cultura con valores democráticos fortalece el desarrollo de un modelo cívico y en la creación de condiciones para el compromiso de una responsabilidad pública. Por su parte, este trabajo se nutre de la perspectiva del modelo de formación para una *ciudadanía intercultural, responsable, activa y crítica* de Bartolomé y Cabrera (2003), quienes conciben la educación para el ciudadano “como un proceso formativo que implica a toda la comunidad para aprender a participar activa y responsablemente en la construcción de una sociedad intercultural más justa y cohesionada (p.20).

Se comparte esta postura dado que ve a la ciudadana activa desde la interacción participativa en el reconocimiento de los individuos en la pluralidad. De igual forma, la noción de *ciudadanía responsable*, es un compromiso que vela en que las acciones de participación asuman una ética civil y una *ciudadanía crítica*, a través de la participación del dialogo, la discusión y la argumentación.

Es importante mencionar que la idea de la participación ciudadana no solo debe verse como algo enfocado en el voto, sino que debe mirarse en relación a las formas de cuestionamiento del poder político e institucional. Este modelo entiende que la participación ciudadana es

Una acción voluntaria de carácter individual y/o colectivo, que orienta la creación de oportunidades accesibles a los miembros de una comunidad para contribuir activamente e influir en el proceso de desarrollo social y compartir equitativamente los frutos de ese desarrollo (Bartolomé y Cabrera, 2007, p.33).

La concepción anterior, apunta a desarrollar competencias ciudadanas y se concibe como la capacidad de formular juicios críticos y tomar decisiones grupales, teniendo en cuenta los valores democráticos (Bartolomé y Cabrera, 2003). Las competencias ciudadanas dentro de este modelo se organizan en tres componentes: El conocimiento y comprensión de la democracia, los Derechos Humanos y los valores cívicos.

En el caso colombiano, se ha venido trabajando desde hace varios años en la formación en competencias ciudadanas en pro del desarrollo de capacidades para transformar la realidad y orientar acciones por el bien común. En el marco el programa “Estándares básicos de competencias ciudadanas” del MEN las competencias ciudadanas son definidas como “el conjunto de conocimientos y habilidades cognitivas, emocionales y comunicativas que, articulados entre sí, hacen posible que el ciudadano actúe de manera constructiva en la sociedad democrática” (2004, p. 8). Este programa ha intentado ofrecer herramientas necesarias hacia una convivencia más justa y comprensiva, y para resolver problemas cotidianos en los aspectos sociales, políticos, económicos, éticos, etc. Por ello, las competencias ciudadanas son la estructura que puede responder claramente a la formación de sujetos políticos y éticos, donde éstas acerquen al ciudadano con lo público, el orden social, la pluralidad, mediante el aprendizaje social en los ambientes democráticos, en el fortalecimiento por la deliberación (Mieles y Alvarado, 2012), y en el desarrollo de la competencia de comunicación intercultural. Según Bartolomé y Cabrera (2005), el desarrollo de la competencia de comunicación intercultural responde a reconocer la diversidad cultural, sus saberes y particularidades así como la comunicación que se genera en estos contextos para formar ciudadanía.

Sobre la base de la *perspectiva cívica* como aspecto fundamental de la educación ciudadana y científica, la democracia posee una cultura cívica que entiende que si los ciudadanos identifican los valores democráticos constitutivos (igualdad de derechos, libertades, dignidad, etc.) y respetan los derechos y la dignidad de las personas, entonces reconocen que la democracia es un bien común para la sociedad.

En el clásico sobre la cultura cívica, Almond y Verba (1963), definen la cultura cívica de un país como “la manera como los dirigentes políticos toman las decisiones, así como las normas y actitudes del ciudadano corriente, sus relaciones con el gobierno y con los demás ciudadanos” (p.5). En este orden de ideas, la formación de una cultura cívica está integrada al tipo de cultura ciudadana basado en valores democráticos, la creencia en las posibilidades de influenciar las decisiones políticas y la confianza en los conciudadanos (Almond y Verba, 1963; Muller y Seligson, 1993). Asimismo, con Putnam (1993), esta cultura trae consigo un sentido de pertenencia de las personas a una comunidad de ciudadanos que, en el ejercicio de sus deberes y derechos, crean una esfera de asuntos públicos que todos reconocen como legítima. Por consiguiente, se apunta a una democracia participativa que esté cimentada en la participación ciudadana y en las acciones cívicas individuales y colectivas. La cultura cívica de un país influye en el desarrollo de una competencia cívica y esto permitiría explicar los grados de participación ciudadana.

Bajo esta perspectiva, la Unión Europea (2006) menciona que existen 8 competencias que son: comunicación de la lengua materna, comunicación en lengua externa, competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, competencia digital, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, emprendimiento, conciencia y expresiones culturales. Lo anterior indica, que la competencia cívica es y será algo importante para la sociedad en la promoción económica y la inclusión social.

Al mismo tiempo, esta Corporación Internacional presenta la siguiente acepción de competencia cívica:

[...] se basa en el conocimiento de los conceptos de democracia, justicia, igualdad, ciudadanía y derechos civiles, así como de su formulación en la Carta de los Derechos Fundamentales y en las declaraciones internacionales y de su aplicación por parte de diversas instituciones a escala local, nacional e internacional. Ello incluye el conocimiento de los acontecimientos contemporáneos y de las principales tendencias de la historia nacional. También debería desarrollarse la conciencia de los objetivos, valores políticos de los movimientos sociales y políticos, así como la conciencia de la diversidad e identidades étnicas. [...] Las capacidades de competencia cívica están relacionadas con la habilidad para interactuar eficazmente en el ámbito público y para manifestar solidaridad e interés por resolver los problemas que afectan a la comunidad, ya sea local o más amplia. Conlleva a la reflexión crítica y creativa, y a la participación constructiva en las actividades de la comunidad o del vecindario, así como la toma de decisiones a todos los niveles local, nacional e internacional (Unión Europea, 2006)

Conforme a lo señalado hasta ahora, la educación para la ciudadanía se ha entendido hoy en términos de desarrollo de competencias informativas, argumentativas y comunicativas, competencias de resolución de problemas y competencia crítica. No obstante convendría integrar adecuadamente la perspectiva cívica en la educación científica. De hecho, Zaff, Kawashima-Ginsberg y Lin (2011), distinguen entre *participación cívica* y *compromiso cívico*. La participación cívica, se limita a la acción voluntaria e individual en una actividad política. Mientras que el compromiso cívico es la decisión voluntaria por el deber cívico, la autoeficacia y el impacto de su corresponsabilidad con la comunidad y presenta un elemento importante dentro de la participación formativa en el ciudadano.

Según lo señalado, desde la perspectiva cívica la *responsabilidad de la ciencia* debe ser un asunto de interés público y el público es responsable de la ciencia, no solo los científicos, los políticos y las entidades privadas científicas. Puesto que, la responsabilidad de los científicos no debe estar aislada de la sociedad y deben actuar como ciudadanos. Asimismo, el público tiene la obligación de informarse y en el caso de la información científica requiere un esfuerzo a comprender e incorporar la cultura científica a su vida cultural.

Por último, López Cerezo (2005) tiene una postura interesante que ha denominado "interfaces cultura científica-participación ciudadana". Este enfoque se opone, por un lado, a las tesis del modelo de déficit cognitivo que reducen la cultura científica a mera alfabetización científica comprensión mínima

de los principales resultados de la ciencia y la tecnología, así como del método científico, mientras que, por otro lado, se distancia de una mirada reduccionista de la participación que ve en su valor democrático su principal argumento de promoción. Según este autor, la participación es vista también como mecanismo formador, solo en la medida en que implique el asunto social. Sino en que la participación puede ser usada en función de su capacidad para generar cultura científica. Por lo tanto, el concepto de participación formativa constituye un argumento adicional tanto a favor de la participación como a favor de la promoción de la cultura científica desde la inclusión de elementos ciudadanos. Así pues, lo cívico es un aprendizaje de la responsabilidad social, política y moral en comunidad. De todo esto, la educación científica debe ajustarse en pro de la inclusión de los ámbitos de la justicia social, igualdad, participación y el conocimiento de las instituciones democráticas y científicas.

Para el próximo capítulo, se dará una breve explicación sobre la educación CTS y sus estrategias pedagógicas. Posteriormente, se mostrará el resultado de percepción de los estudiantes sobre la asignatura CTS. Luego, se describirá la presencia del enfoque CTS y la estructura del curso CTS del Instituto Tecnológico Metropolitano. Con base a lo anterior, se planteará la definición de la cultura cívica científica y los elementos que la componen, y se presentará algunas orientaciones conceptuales para integrar la cultura cívica científica en la educación CTS en el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) de la ciudad de Medellín en Colombia.

4. ORIENTACIONES DE UNA CULTURA CÍVICA CIENTÍFICA DENTRO DEL CURSO CTS: CASO ITM

En este apartado, se propone un enfoque basado en la cultura cívica científica para el fortalecimiento de la educación en CTS y cuya orientación lleve a la formación ciudadana. Para ello, se menciona que los valores cívicos y ciudadanos son elementos significativos para una visión crítica de la ciencia. Aquí, se hace alusión a que la cultura cívica científica es un punto clave para ampliar la reflexión en la asignatura CTS. Inicialmente, se hace mención a la educación CTS y su orientación en el ITM. Posteriormente, se presenta un diagnóstico sobre la percepción de los estudiantes sobre el curso CTS, para llegar a la caracterización del microcurrículo del curso CTS. Luego, se expresará la noción de cultura cívica científica y los elementos que la componen. Este enfoque se nutre de la postura de Vázquez et al, (2012), en la educación que retoma el hecho de que el concepto de naturaleza de la ciencia (NdC) es un componente clave en la educación científica desde lo metacognitivo y lo interdisciplinario para la comprensión de las imágenes de la ciencia; del modelo de Olivé (1999) se considera la noción de la idea del pluralismo bajo el enfoque pragmático y contextualista de la ciencia, no como algo absoluta ni relativista sino como una variedad de comprensiones epistémicas que están sujetos a unos marcos conceptuales que vinculan valores culturales de cada contexto; del lado del modelo Reimes y Villegas (2005) se toma la idea de la ciudadanía democrática, del modelo Bartolomé y Cabrera (2003) se considera principalmente la noción de una ciudadanía responsable, activa e intercultural y el modelo de Zaff, Kawashima-Ginsberg y Lin, (2011) que distinguen entre participación cívica y compromiso cívico, y finalmente hago un análisis de la asignatura CTS con los componentes de la cultura cívica científica. Así pues, la pregunta que guiará este cuarto capítulo se enuncia de la siguiente manera: ¿Por qué una cultura cívica científica puede fortalecer el enfoque de educación en CTS?

4.1 Educación en CTS

El movimiento CTS ha dedicado atención a la enseñanza de las ciencias, dado que estas influyen en el cambio de imagen de la ciencia y la tecnología. Así entonces, intenta reflexionar sobre el actuar de la CyT y su conexión con los factores sociales, económicos, etc.

Lo anterior, indica que el propósito de CTS es promover la «alfabetización científico-tecnológica» para todas las personas, de manera que se capaciten a los ciudadanos para participar en el proceso democrático de la toma de decisiones y se promueva la acción ciudadana encaminada a la resolución de problemas, con una visión centrada en la formación de actitudes, valores y normas de comportamiento; además, a la incorporación a nivel educativo como una nueva propuesta curricular desde enfoque CTS como un elemento esencial de la educación científica.

Así, una enseñanza con orientación CTS puede destinarse a (OEI, 2001):

- Incrementar la comprensión de los conocimientos científicos y tecnológicos, así como sus relaciones y diferencias, con el propósito de atraer más al estudiante hacia las actividades profesionales relacionadas con la ciencia y la tecnología.
- Potenciar los valores propios de la ciencia y la tecnología para poder entender mejor lo que éstas pueden aportar a la sociedad, prestando también especial atención a los aspectos éticos necesarios para su uso más responsable.
- Desarrollar las capacidades de los estudiantes para hacer posible una mayor comprensión de los impactos sociales de la ciencia y la tecnología, permitiendo así su participación efectiva como ciudadanos en la sociedad civil. Este punto de vista es, sin duda, el que tiene mayor interés en una educación obligatoria y democrática para todas las personas.

En este sentido, la perspectiva CTS en didáctica permite

...ir más allá del mero conocimiento académico de la ciencia y la tecnología, preocupándose por los problemas sociales relacionados con lo científico y lo tecnológico, favoreciendo la construcción de actitudes, valores y normas de conducta en relación con estas cuestiones y atendiendo a la formación del alumnado para tomar decisiones con fundamento y actuar responsablemente individual y colectivamente— en la sociedad civil (Acevedo, 2009, p. 38).

Sin embargo, los currículos para la educación CTS puede sortear algunos riesgos en relación a la falta de comprensión de la naturaleza del currículo de ciencia, la poca formación de docentes en el discurso y estrategias pedagógicas en CTS, la contextualización de la ciencia y la tecnología con los asuntos sociales, el desarrollo de espacios con las temáticas de CTS, la elaboración de materiales, la naturaleza del aprendizaje de los estudiantes y el desarrollo pragmático de las competencias básicas y ciudadanas para el uso de la participación cívica.

Ciertamente, la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en educación, propone comprender la ciencia y la tecnología desde su contexto social, para lo cual relaciona los desarrollos científicos y tecnológicos con los procesos sociales. Dicha propuesta presenta una finalidad en el currículo de dar una formación en conocimientos sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología, y el desarrollo de una propuesta política que favorezca la participación ciudadana responsable y democrática en la evaluación y el control de las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología.

4.1.1 Prácticas en educación CTS

En las últimas décadas se han venido desarrollando propuestas de prácticas en la educación CTS¹⁵, entre ellas,

- a) Injertos CTS
- b) Reestructuración curricular con enfoque CTS
- c) CTS Pura

¹⁵ Tomado de Osorio, C. (2015, junio)

a) *Los Injertos CTS*: son injertos pedagógicos (usando casos relevantes, controversias, problemas, etc.) en alguna asignatura y mantiene la estructura disciplinar del currículo e introducen materias específicas de temática CTS. Algunos ejemplos exitosos de injertos o añadidos de temas CTS en asignaturas.

- Proyecto SISCON (Science in a Social Context), las unidades didácticas CTS son elaboradas en Gran Bretaña sobre diversos temas socialmente relevantes. Se aplican a la enseñanza media desde el ámbito universitario.
- Proyecto ARGO, currículo CTS completo para una materia CTS en el bachillerato. Propuesta original del ámbito iberoamericano con diversas unidades didácticas sobre casos prácticos de participación pública en temas de ciencia y tecnología.

b) *Reestructuración curricular con enfoque CTS*, se impugna la estructura disciplinar del currículo y los contenidos se organizan de forma no disciplinar de acuerdo con temáticas CTS. Algunos ejemplos exitosos.

- Proyecto PLON (Proyecto de Desarrollo Curricular en Física) son unidades didácticas holandesas que parten de problemas ciudadanos para cuya resolución se utilizan contenidos de Física.
- Proyecto APQUA (Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones), las unidades didácticas parten de problemas ciudadanos para cuya resolución se utilizan contenidos de Química.

c) *CTS Pura*: son cursos donde los contenidos de ciencia no son lo relevante; se trata de un complemento curricular para estudiantes de diversos programas. Algunos ejemplos significativos se hallan el caso del bachillerato español (Boe de 29 de enero de 1992) donde abordaron la siguiente estructura:

I. Ciencia, técnica y tecnología: Perspectiva histórica.

II. El sistema tecnológico.

III. Repercusiones sociales del desarrollo científico y técnico.

IV. El control social de la actividad científica y tecnológica.

V. El desarrollo científico y tecnológico: reflexiones filosóficas.

Otro es el GRUPO ARGO (ESPAÑA), con su diseño curricular donde muestra la siguiente estructura curricular,

Tabla 2 Currículo de unidades didácticas Grupo Argo

Parte A: Dilucidación conceptual del ámbito de relaciones CTS	Parte B: Participación social en las decisiones Tecnocientíficas
A1) Sobre los conceptos de ciencia, tecnología y sociedad y sus relaciones: Unidad 1.- Ciencia. Unidad 2.- Tecnología Unidad 3.- Sociedad Unidad 4.- Ciencia, tecnología y sociedad	B1) Las decisiones tecnocientíficas y el medio ambiente: <ul style="list-style-type: none">• El problema de la contaminación del agua.• La controversia de los vertederos.• El conflicto de las plataformas petrolíferas.
A2) Sobre la construcción histórica de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad: Unidad 5.- El medio ambiente. Unidad 6.- La salud. Unidad 7.- El urbanismo. Unidad 8.- La educación.	B2) Las decisiones tecnocientíficas y la salud: <ul style="list-style-type: none">• AIDS 2001: La vacuna del SIDA.• El contrato del dopaje.• La controversia sobre las antenas de telefonía móvil. B3) Las decisiones tecnocientíficas y el medio humano: <ul style="list-style-type: none">• ¿Vías o autovía?• Ahormada: una controversia urbana.

	<p>B4) Las decisiones tecnocientíficas y la educación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿La escuela en la red? • La cocina de Teresa.
--	---

Por su parte, en el caso colombiano se encuentra la experiencia de la universidad del Valle que ha orientado la educación CTS desde los siguientes ámbitos con programas de

1. Formación docente en CTS: con temas relacionados con la ciencia inspirados en temas de historia de las ciencias y relacionados con la tecnología con base en Lineamientos del PET 21.
2. La relación con el programa de ciencias de la OEI y elementos de definición de curso CTS universitario (encuentros de experiencias, curso de periodismo científico, taller e estudios sociales de CyT, cátedras CTS+I y Formación virtual en educación CTS para docentes enseñanza de las ciencias).

4.1.2 Estrategias pedagógicas en CTS

La enseñanza de CTS vincula los problemas sociales, y su relación con el entorno local. El énfasis de la educación CTS pone estrategias para la reflexión, sensibilización y conciencia social. A mi juicio no puede hablarse de una metodología específica para la estrategia de enseñanza CTS, dado que su mirada holística exige un repertorio de estrategias variadas. Así pues, entre las metodologías más utilizadas se puede mencionar las siguientes:

a) Las actividades participativas: se centran en las controversias sobre las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo científico-tecnológico: simulación de controversias tecnocientíficas, discusiones tipo parlamento, mesas redondas, Ciclo de Responsabilidad.

Dentro de algunas propuestas pedagógicas están las *simulaciones CTS* propuesta del grupo Argo para acercar la ciencia a la sociedad, se encuentran los¹⁶

Casos CTS-históricos

- Controversias sobre decisiones tecnocientíficas del pasado.

Casos CTS en tiempo real

- Controversias sobre decisiones tecnocientíficas actuales.

Casos CTS simulados

- Controversias ficticias sobre decisiones tecnocientíficas verosímiles.
- Polémicas abiertas pero bien definidas.

Casos simulados CTS del grupo Argo

- Proyecto “Amazón”: el problema de la contaminación del agua.
- La controversia de los vertederos.
- El conflicto de las plataformas petrolíferas.
- AIDS-2001: La vacuna contra el SIDA.
- El contrato del dopaje.
- La controversia sobre las antenas de telefonía móvil.
- Ahormada: una controversia urbana.
- ¿Vías o autovía?

¹⁶ Tomado de Osorio, C. (2015, junio).

- ¿La escuela en la red?
- La cocina de Teresa: Una controversia sobre alimentación, automatización y empleo.

La forma de trabajar los casos simulados presenta el siguiente orden: introducción de la noticia ficticia, organización de grupos de actores sociales, análisis de tópicos para el debate, reparto de actividades para el trabajo en equipo, uso de informes reales y ficticios, reparación de argumentos a favor y en contra de la postura de cada actor social. Además, se elaboran informes, presentan informes, plenaria, comentarios personales sobre la controversia, se aplica un cuestionario final y se realiza una evaluación individual y del trabajo en equipo.

De otro modo, Gordillo, et al, (2001), indican que el uso de estudios de *casos reales o simuladores* son algunas herramientas valiosas para abarcar problemas sobre CyT en la sociedad y su relación con el contexto. Este enfoque de aprendizaje de cuestiones problemáticas permite indagar sobre problemas locales que afectan a la comunidad de estudiantes animándolos a la sensibilización crítica y argumentada acerca de los impactos de la CyT (Martín-Gordillo y Osorio, 2003). Los autores mencionan que la ventaja de los casos simulados aproxima al desarrollo de habilidades científicas y participación escolar simulada de ejercicios de participación pública.

Gordillo, et al, (2001) y López Cerezo (1998), sostienen que el currículo en los cursos de CTS debería enfatizar el planteamiento de un problema con el contexto social y local. Asimismo, el comprender el funcionamiento interno de la ciencia y su relación con el contexto social mediante materiales didácticos organizados en siete contenedores (retos de la salud y la alimentación, los desafíos ambientales, las nuevas fronteras de la materia y la energía, la conquista del espacio, el hábitat humano, la sociedad digital y otros temas de la cultura científica) llenos de documentos periodísticos, cuyo contenido es fomentar la comprensión lectora para la promoción de la cultura científica y ciudadana.

Por otro lado se encuentra *la Estrategia del ciclo de Responsabilidad*. Es una estrategia útil para el desarrollo de la toma de decisiones y comprende las siguientes fases:

- Fase 1. Compresión de sí mismo: las propias creencias, convicciones e imágenes de la buena vida para sí mismo y los demás.
- Fase 2. Estudio y reflexión acerca de patrones y cuestiones CTS: impactos e interacciones
- Fase 3. Toma de decisiones: aprender sobre el proceso de toma de decisiones, tomando decisiones y defendiéndolas, presentando razones y evidencia.
- Fase 4. Acción responsable: comprometerse en un curso de acción social o personal después de haber evaluado los balances entre valores extraídos de varias alternativas de opciones o situaciones
- Fase 5. Integración: hacia consideraciones más amplias acerca de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que incluyan el tratamiento de cuestiones éticas y de valores personales y/o sociales.

b) *La estrategia de la Investigación monográfica y el análisis de lecturas.* Se sugiere un tema de análisis y luego se orienta al estudiante para que investigue. Se trata de problemas y situaciones cercanas para que sean los propios alumnos los que elaboren los trabajos monográficos de investigación.

c) *Análisis de situaciones y comprensión sistémica.* La finalidad de esta metodología es movilizar las competencias de comprensión de lectura y la interpretación de contextos. Ella debe llevar al estudiante a que identifique con claridad la situación-problema (tipo CTS), el objeto de análisis, la comparación con su propio contexto, así como los actores sociales involucrados en la problemática (interesados, afectados, etc.). Se evalúan las actitudes y valores y la articulación del todo con las partes de una manera reflexiva.

d) *Dilemas éticos.* Son narraciones breves, a modo de historia, se plantea una situación posible en el ámbito de la realidad, pero conflictiva a nivel moral. Solicita de los oyentes o bien una solución razonada del conflicto, o un análisis de la solución elegida por el sujeto protagonista de la historia.

Clases de dilemas:

- Dilemas morales hipotéticos: abstractos pero posibles en la vida real, son siempre posibles de presentarse en determinadas ocasiones de la vida real.

- Dilemas morales reales: Plantean situaciones conflictivas sacadas de la vida diaria y de sus problemas. Se basan en hechos reales, cercanos en el tiempo o en el espacio a los sujetos.

De otro lado, existen otras estrategias pedagógicas que pueden ser trabajados en la educación CTS:

- La investigación-acción: los problemas surgen de la propia práctica con la comunidad
- Investigación de trabajo de campo en cuestiones de ciencia y tecnología
- Manejo de debates
- Visión de Futuro
- Definición de heurísticas para diseños tecnológicos
- Trabajo con medios de comunicación y divulgación
- Mediación

4.2 Presencia del enfoque CTS en el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM)

En las últimas décadas los estudios en CTS en el ITM se encuentran alrededor de 1999 como producto de la preocupación de hacer lectura a los problemas sociales y como transformar los espacios educativos mediante los aspectos éticos, políticos, estéticos, económicos y culturales. Con base a esto, surgió en 1998 la asignatura “ética” y fue un curso transversal para todos los programas. Según Cardona, H. (Comunicación personal, 4 de junio de 2015) quien fue uno de los cofundadores del proceso del curso CTS en el ITM, expresó que en ese entonces “la asignatura de *ética* se hablaba de todo, de lo humano y lo divino, puesto que no existía una delimitación de lo que se quería enseñar en ésta”. Según el docente, cada profesor desde su profesión le enfocó su dirección disciplinar al curso llegando a desviarse la intencionalidad. De ahí, se empezó con la elaboración de un diagnóstico donde se halló que no había delimitación dentro del curso y la percepción de los estudiantes frente a la asignatura era de relleno. Lo anterior, motivó a contratar a profesores de algunas universidades del país, entre ellos el docente Guillermo Hoyos que en compañía de la directora de pedagogía del ITM Gabriela Cadavid y Dilia Urrego asesoraron al grupo de colectivos docentes de la institución llevando la idea de integrar los estudios CTS en las carreras tecnológicas.

Esto llevó a montar un evento llamado “La Mirada Tangible”, en el cual participaron conferencistas como Antanas Mockus, Paul Blomberg y José Antonio López Cerezo. Este suceso se centró en la discusión acerca de los fundamentos epistemológicos de la educación tecnológica, y a partir del cual se realizaron las primeras publicaciones sobre cómo concebir la educación en tecnología (Grupo de investigación CTS+i, 2014).

Con las conferencias que presentaron en el ITM, la asesoría del filósofo Guillermo Hoyos Vásquez y la publicación del libro de Víctor Manuel Gómez Campo “El significado de las Ciencias Sociales y Humanas en la educación tecnológica” (Gómez Campo, 2000), establecieron las primeras preguntas y discusiones de problemas propios del campo de conocimiento en CTS, se consolidaron tanto los procesos de investigación como de la docencia en los programas de pregrado, con un amplio grupo de docentes y funcionarios del ITM. Lo anterior se fundamentó en el Modelo Pedagógico del ITM, el cual establece:

La dinámica del conocimiento y del desarrollo del mundo, unida al carácter tecnológico de la Institución, exige una conceptualización clara y comprometida, expresada también en su currículo sobre la relación ciencia, tecnología y técnica. Esta conceptualización permite fundamentar la formación de mentalidades activas capaces de comprender:

- Los conceptos y las prácticas de las ciencias y los saberes, implicados en los procesos y resultados de la tecnología.
- El sentido de la tecnología, como reflexión, sobre la manera como se logran los resultados o los efectos fundamentados en conocimientos específicos.
- La técnica, como la capacidad de producir un efecto por medio de instrumentos adecuados y la habilidad para utilizarlos.
- La relación ciencia, tecnología y cultura, como elementos indispensables del desarrollo del talento humano, propuesta fundamental para el nuevo milenio (Urrego Giraldo & Castaño de Jausoro, 1999).

Este proceso reflexivo en palabras de Cardona, H. (Comunicación personal, 4 de junio de 2015), en ese momento “la ciencia y la tecnología en nuestro país era pobre, aunque comenzaba a ganar terreno el concepto de apropiación social del conocimiento en ciencia y tecnología”, pero se pudo identificar que los estudiantes que ingresaban a estudiar alguna tecnología e ingeniería no tenían plena comprensión de lo que significaba, y mucho más su relación con la ciencia en la sociedad. Todo lo anterior, llevó a la idea de querer alfabetizar en ciencia y tecnología a los estudiantes de la institución. También, en articular las ciencias sociales y humanas en la formación tecnológica, con

la intención de transformar ese imaginario de que la ética era un curso de relleno y tuviera una visión crítica desde lo social.

Luego, de la conversación con los expertos, entre el 2000 y 2001 los docentes hicieron una revisión bibliográfica sobre CTS donde se hizo una compilación de textos de varios autores que fueran referencia para la asignatura y con base a este rastreo de la literatura se construyó el currículo de CTS. Esta propuesta fue llevada al ministerio de Educación donde fue aprobada y se cambió la materia de ética por la asignatura Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y se incluyó en todos los planes de estudio. En esa dirección se entiende que dicha enseñanza CTS desde la asignatura ha puesto énfasis a la reflexión de la vinculación del contexto social de la ciencia y la tecnología con el permanente presente y futuro del quehacer del tecnólogo y profesional con orientación tecnológica en relación con los posibles impactos de sus decisiones y desempeños en el orden social. Según Cardona, H. (Comunicación personal, 4 de junio de 2015) la asignatura comprendió tres unidades de formación,

1. Visión histórica sobre la ciencia, la tecnología y la técnica, esta unidad estaba dedicada a trabajar sobre el origen de la ciencia, la tecnología, y la técnica en la cultura humana. Igualmente, las diferencias entre estas tres, qué conocimiento producían, su aspecto metodológico, cómo se construía el conocimiento y las formas de articulación.
2. La naturaleza y la cultura, se dedicó a la relación de la naturaleza y lo artificial desde una mirada antropológica mediante un paquete de ayudas audiovisuales.
3. La ética de la ciencia y la tecnología, se centró en indagar sobre la valoración que tenía la ciencia y la tecnología y los impactos en la sociedad.

A partir del 2003, el colectivo docente comenzó a formarse en maestrías y en el doctorado con el convenio de la Universidad País Vasco para formar a algunos profesores de la institución en el doctorado sobre estudios de ciencia y tecnología, esto generó un cambio en las prácticas investigativas y docente en el ITM. En el 2009 el grupo CTS+i crea la revista *Trilogía*, además existió

un boletín “desde la biblioteca” que tuvo orientación literaria y divulgación científica. Esto dio origen también al programa radial que giró en torno a temas de la ciencia y la tecnología desde una perspectiva de la divulgación.

En el 2008, se direccionó el currículo de CTS, en donde se dio más fuerza al tema de la ética y la política en la CyT y se incluyó otra unidad en el currículo con el nombre *la sociedad del riesgo*, abordando el tema del riesgo de la tecnociencia en la sociedad. Bajo esta perspectiva en el ITM se generó el comienzo de un movimiento CTS que ha intentado procurar el reconocimiento y la valoración de las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la innovación en el contexto de la sociedad contemporánea. Sociedad en la cual la creciente demanda frente a la ciencia, la tecnología y la innovación ha generado cambios sustanciales en las percepciones y actuaciones de los diversos agentes sociales, que cada vez más requieren de una mayor conciencia para participar en las reflexiones y decisiones acerca de los factores éticos, políticos e histórico-sociales que tienen que ver con los impactos de los proyectos científico-tecnológicos en el ámbito sociocultural, económico y productivo, en los niveles locales, regionales y globales.

El grupo CTS+i, en su historia, ha sido gestor y realizador de diversos eventos nacionales e internacionales sobre sus distintas líneas temáticas de investigación, así como de la publicación de distintos libros de investigación y divulgación, artículos de investigación y divulgación. También, se ha creado la cátedra que lleva el mismo nombre “Cátedra CTS” fruto del trabajo sistemático en los estudios en ciencia, tecnología y sociedad. Por ello, en el 2012 el ITM logra poner en marcha dos programas de formación en el nivel de maestría, ambos vinculados con la visión amplia de los estudios en CTS. Bajo las áreas de profundización de la Línea CTS como: Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), filosofía de la ciencia y la tecnología, comunicación de la ciencia y la tecnología, gobernanza de la ciencia, la tecnología y la innovación, Innovación, comunicación del riesgo y la perspectiva de género en los estudios de CTS.

De todo esto se desprende que el grupo de CTS+i ha contribuido a la formación de un discurso en futuros profesionales y ciudadanos para intervenir en las realidades de su entorno.

4.3 Estructura de la asignatura CTS en el Instituto Tecnológico Metropolitano-ITM

4.3.1 Finalidad de la asignatura CTS

En el planteamiento general de la asignatura se parte de la educación tecnológica que propone contribuir en la formación integral de profesionales y ciudadanos suficientemente responsables para intervenir en las realidades de su entorno, para participar en las discusiones democráticas y para tomar decisiones que impacten favorablemente en el desarrollo de la sociedad y procuren una mejor calidad de vida. Por lo tanto, es de fundamental importancia que quien se inscribe en el objeto tecnológico, desde la perspectiva de la formación, conozca las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad contemporánea y sepa evaluar críticamente sus impactos y consecuencias desde las dimensiones filosófica, histórica, ética y política.

En la sociedad contemporánea, ha aumentado la valoración por la ciencia, la tecnología y la innovación y se han generado cambios sustanciales en las estrategias de apropiación social de los productos resultantes de estos tipos de conocimiento. Sin embargo, cada vez se requiere de una orientación más clara de los ciudadanos para participar en las reflexiones y discusiones éticas y políticas que tienen que ver con los problemas originados por los impactos negativos de los proyectos científico tecnológicos; del mismo modo se hace necesario que los científicos, ingenieros y tecnólogos desarrollen una sensibilidad social que les permita generar innovaciones que contribuyan a disminuir significativamente la inequidad global frente a la apropiación social del conocimiento. Bajo esta perspectiva, esta propuesta curricular considera la comprensión de la dimensión social de la ciencia y la tecnología, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes como de sus consecuencias sociales y ambientales.

4.3.2 Competencia

Comprende las interrelaciones de la ciencia, la tecnología y la técnica en diferentes contextos históricos y sociales, y analiza críticamente, desde el punto de vista ético y político así como desde el concepto de riesgo y el principio de precaución, los impactos positivos o negativos de proyectos científicos y tecnológicos en los entornos natural y social contemporáneos

4.3.3 Bloques por conocimientos

El currículo prescrito enumera los distintos conocimientos y los agrupa en los bloques que aparecen a continuación.

1. Fundamentos históricos y conceptuales de los estudios de CTS.
2. Interrelaciones de la ciencia, la tecnología y la técnica.
3. Diferencias e interrelaciones entre los mundos natural y artificial.
4. Construcción social del conocimiento científico y tecnológico.
5. Impactos sociales, éticos y políticos de la ciencia y la tecnología en la sociedad contemporánea.
6. Concepto de riesgo y principio de precaución.

A continuación en la tabla 3, se describe la estructura por competencias del curso CTS (lo básico que el estudiante debe aprender).

Tabla 3 Estructura de la Asignatura CTS – ITM por competencias

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser - Ser con otros (contenido actitudinal)
--	---	--	--

<p>1. Fundamentos históricos y conceptuales de los estudios de CTS.</p>	<p>Grandes hitos en el surgimiento de la técnica humana (la aparición del hombre y</p>	<p>Identificar los fundamentos históricos y conceptuales de los estudios de CTS.</p>	<p>Interés por apropiarse de los conceptos y del quehacer de la ciencia, la tecnología y la técnica desde su formación y proyecto de vida.</p>
<p>2. Interrelaciones de la ciencia, la tecnología y la técnica.</p>	<p>la Revolución Neolítica).</p>	<p>Argumentar las interrelaciones de la</p>	<p>Compromiso en la</p>
<p>3. Diferencias e interrelaciones entre los mundos natural y artificial.</p>	<p>Grandes hitos en el surgimiento de la ciencia moderna (el Renacimiento y la Revolución Copernicana).</p>	<p>la técnica en la sociedad actual.</p>	<p>construcción ética de la ciencia y la tecnología desde su rol como futuro profesional en la</p>
<p>4. Construcción social del conocimiento científico y tecnológico.</p>	<p>Revolución Copernicana).</p>	<p>Describir las interrelaciones entre el entorno natural y el entorno artificial.</p>	<p>sociedad contemporánea.</p>
<p>5. Impactos sociales, éticos y políticos de la ciencia y la tecnología en la sociedad contemporánea.</p>	<p>Grandes hitos en el surgimiento de la tecnología (la Revolución Industrial y la Revolución Tecnológica).</p>	<p>Analizar los fenómenos sociales e históricos que permitieron la construcción de la técnica, la ciencia y la tecnología en distintos contextos.</p>	<p>Responsabilidad y participación en la discusión y toma de decisiones como ciudadanos líderes en sus comunidades</p>
<p>6. Concepto de riesgo y principio de precaución.</p>	<p>Principales características de la revolución tecnocientífica.</p>	<p>Evaluar crítica y éticamente, desde el</p>	

	Panorama general de la situación de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia.	concepto de riesgo y el principio de precaución, impactos originados en proyectos científico-tecnológicos en contextos sociales específicos.	
--	--	--	--

Tabla 4 Tabla de resultados del aprendizaje (Criterios para la evaluación – Indicadores de competencia)

De conocimiento (contenidos declarativos)	De desempeño (contenido procedimental y actitudinal)	Producto (evidencias de aprendizaje)
1. Identifica los fundamentos históricos y conceptuales de los estudios de CTS.	Compara las características de la ciencia, la tecnología y la técnica, sus semejanzas, diferencias, interrelaciones y complementariedad.	Cuadro sinóptico de la evolución histórica de los estudios de CTS.
2. Analiza las interrelaciones de la ciencia, la tecnología y la técnica en la sociedad contemporánea.	Describe y explica la diferencia e interrelaciones entre los entornos natural y artificial.	Comparación entre los conceptos de ciencia, tecnología, técnica y sociedad.
3. Analiza los principales fenómenos sociales e históricos que permitieron la	Ubica en sus contextos históricos la ciencia y la	Mapa conceptual de las interrelaciones entre entorno natural y entorno artificial.

<p>construcción de la técnica, la ciencia y la tecnología.</p>	<p>tecnología y reflexiona de manera crítica sobre su porvenir en las sociedades contemporáneas.</p>	<p>Explicación de fenómenos sociales e históricos presentes en la construcción de la técnica, la ciencia y la tecnología.</p>
<p>4. Identifica, desde valores éticos, estéticos y políticos, los impactos positivos o negativos de proyectos de ciencia y tecnología en contextos sociales específicos.</p>	<p>Aplica en la evaluación de situaciones de la ciencia y la tecnología conceptos básicos de la ética, la estética y la política.</p>	<p>Análisis crítico de impactos positivos o negativos de proyectos de ciencia y tecnología en contextos sociales locales y regionales.</p>
<p>5. Comprende, desde el concepto de riesgo, amenaza, vulnerabilidad y principio de precaución, los impactos de proyectos científico-tecnológicos.</p>	<p>Evalúa críticamente diversas consecuencias e impactos de la ciencia y la tecnología a partir del estudio de casos problemáticos.</p>	

A partir de los elementos anteriormente señalados, la estructura incluye conocimientos, habilidades y valores asociados que puedan ser identificados en el fortalecimiento de la educación CTS. Lo anterior, motivó conocer entonces la percepción que tienen los estudiantes sobre el curso CTS desde su estructura, metodología e importancia para la vida social y profesional.

4.4 Diagnóstico sobre la percepción del curso CTS en los estudiantes del ITM

El estudio para conformar una propuesta de integrar la cultura cívica científica a la asignatura CTS en el ITM, comprende el levantamiento de información desde una perspectiva diagnóstica, sobre la percepción del curso CTS, el papel de CTS en la formación ciudadana y la importancia del curso de CTS para las carreras tecnológicas.

4.4.1 Población Encuestada

El instrumento (ver anexo) se tomaron las pregunta 4 y la 7 para el diagnóstico que fue aplicado a un total de 120 estudiantes del primer semestre que estuvieron viendo el curso CTS entre el 2014-2 y el 2015-1.

4.4.2 Presentación y análisis de datos

A continuación se presentan organizado el eje que corresponde a la identificación de la opinión y las actitudes de los estudiantes por el curso CTS considerando, la forma de trabajo en CTS, el papel de la ciudadanía y lo que los estudiantes consideran importante del curso para sus carreras. De ahí, los puntos que orientan la presentación del diagnóstico son:

Eje: *Percepción del curso CTS*, incluye, 1) apreciaciones del curso, 2) metodología de trabajo de la asignatura, 3) Importancia del curso CTS para las carreras tecnológicas, 4) aspectos sobre el trabajo del curso CTS para la formación ciudadana.

4.4.3 Percepción del curso CTS

a) Apreciaciones del curso

La percepción que hacen los estudiantes sobre la asignatura es significativa (100%) expresan que es un “curso que todos los estudiantes deben estudiar puesto existe una estrecha relación con la vida cotidiana”, otro asunto es lo histórico, ya que el (100%) mencionan la importancia de usar lo histórico en el origen de la tecnología y la técnica en la sociedad. Igualmente, para ellos les resulta entretenida y práctica la estrategia pedagógica de visitar los museos con un (100%) de valoración dado que ésta les permite tener otra forma de aprendizaje sobre algunas problemáticas actuales de la sociedad. Por otra parte, se menciona, que el (70%) considera que el curso genera conciencia crítica sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad y el medio ambiente; y solo (30%)

expresa que el curso CTS permite crear sujetos sensibles sobre los efectos de la tecnociencia y su incidencia en lo social, lo económico, lo ambiental y lo político. Ahora bien es mínima la cantidad de estudiantes (10%) que hacen referencia a que ciertos temas deberían enfocarse para la participación ciudadana; y el (36%) señala que el curso debería contar con más horas para su formación.

Con estos datos se puede afirmar que la asignatura CTS posee un interés por llevar desde el discurso histórico la relación con las problemáticas actuales. Asimismo, los estudiantes ven el curso CTS como una estructura de contenido social y humanístico sobre los temas de CyT. Finalmente, la visita a los museos es una estrategia valiosa que debería fortalecerse en el curso.

b) Metodología de trabajo de la asignatura

Aunque el planteamiento de la asignatura hace referencia al estudio crítico sobre la ciencia, la tecnología y la técnica en el contexto social y como dichos cambios afectan a la sociedad y el mundo natural.

Se encontró que la mayor parte de los estudiantes mencionan que la asignatura es trabajada mediante el dialogo o conversatorio, trabajo en equipos (75%) (talleres y exposiciones; (20%) hizo referencia al uso de casos y videos; y un (10%) expresa que es poco el trabajo por proyectos. Un punto que llama la atención es (47%) señala que las lecturas son largas y algunas complicadas. Además, es notorio el (100%) que reconoce que él y la docente manejan el discurso CTS, y expresan que “la asignatura no la puede dar cualquiera”. Con lo anterior, se puede mencionar que los docentes que imparten en los grupos seleccionados presentan un discurso adecuado sobre CTS, con una estrategia metodológica participativa en el aula. Aunque, podrían enriquecer las competencias genéricas, lo cual sería valioso poner atención a la competencia ciudadana y comunicativa con trabajos basados en problemas cotidianos y ciudadanos.

c) Importancia del curso CTS para las carreras tecnológicas

Se pudo identificar que los estudiantes atribuyen que el curso CTS (35%) ayuda a tomar una postura más crítica con la tecnociencia; (20%) los ha convertido en personas más responsables para actuar desde lo profesional; (20%) genera un cambio conceptual en la forma de ver la ciencia y la tecnología en el entorno social y natural, (5%) menciona que ayuda a tener actitud crítica para llevarlo a lo profesional, y (20%) presenta poca claridad sobre importancia del curso en su carreras orientándolo solo bajo la perspectiva instrumentalista. Dicha información permite afirmar que la mayoría de los estudiantes muestran una posición positiva del curso ya que les ayudan a mejorar como persona y tomar una posición crítica.

d) Aspectos sobre el trabajo del curso CTS para la formación ciudadana.

En cuanto a la formación ciudadana, se encontró que los estudiantes consideran que se debe “popularizar la tecnociencia tomando una postura seria, sin desaprovechar los beneficios que estas nos ofrece” (37%). Por su parte, se menciona que el ciudadano debe estar interesado por lo social, priorizando la investigación socialmente útil y culturalmente relevante para la construcción de una conciencia social visualizando los riesgos y las maneras de mejorar la convivencia en la sociedad (33%); De otro lado, (30%) indica que el ciudadano común debe estar informado de los temas científicos y tecnológicos, tomando medidas de participación ciudadana para exigir a los gobiernos transformaciones.

En este sentido, la concepción de ciudadanía desde el trabajo CTS vincula lo ciudadano con los problemas sociales y la toma de conciencia. Sin embargo, la formación ciudadana no debe quedarse en la mera difusión social de la cultura científica, puesto puede caer en el error de que la sociedad deba organizarse según los valores de la ciencia o la alfabetización científica, sino en llevar la alfabetización científica a la actuación ciudadana participativa y tomar decisiones desde los contextos locales. Lo que implica, un alto conocimiento de las situaciones que se viven en la actualidad y las

herramientas para su análisis. Ahora bien, como lo dice Cardona, H. (Comunicación personal, 4 de junio de 2015), “valdría la pena revisar ¿Cuál de las tradiciones de los estudios CTS en el ITM ha respondido el curso: desde la visión la intelectualista o la activista? A modo de aproximación ha tenido una visión academicista, a partir del punto de vista de la historia, la filosofía y la sociología”. Por lo tanto, sería importante explorar otras miradas pragmáticas haciendo un giro por la participación en temas de CyT. Es decir, creando la capacidad de abordar proyectos bajo la esencia de los programas y generar grupos de discusión, grupos focales con las comunidades, etc.

4.5 ¿Qué se entiende por Cultura Cívica Científica?

Se puede definir una cultura cívica científica como un conjunto complejo de actividades transmitidas por el aprendizaje científico y ciudadano, cuya función es construir conciencia y compromiso cívico en el uso del conocimiento científico en los distintos contextos locales concretos para tomar decisiones fundamentadas y razonables en la actuación pública ciudadana participativa.¹⁷

Los elementos que caracterizan a una cultura cívica científica son los siguientes (véase la figura 1).

- A. Componente Cultural
- B. Componente Científico
- C. Componente Cívico
- D. Componente Participación

¹⁷ Definición propia

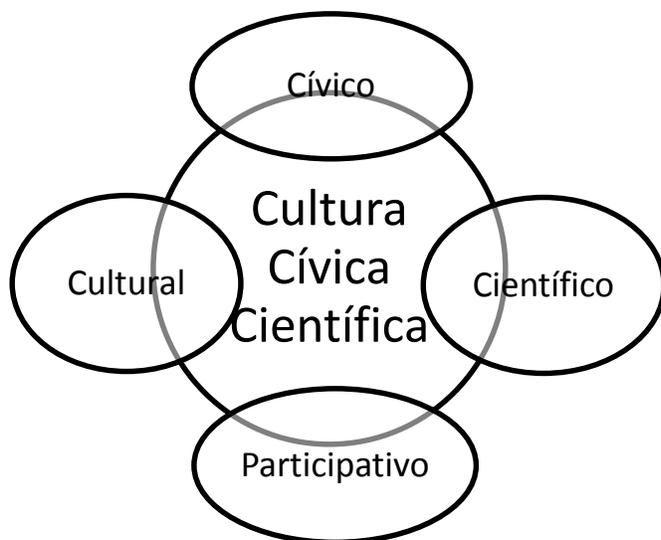


Figura 1 Componentes de la competencia cívica científica¹⁸

4.5.1 Componente Científico.

Está definida por los procesos de alfabetización científica desde la diversidad de posturas epistémicas acerca de la ciencia que influyen a la formación científica en lo social, en actitudes y valoraciones sobre la ciencia y la tecnología. Por otra parte, este componente vincula las acciones del Estado y las entidades públicas o privadas acerca de la información científica a la ciudadanía, esta debe darse en forma positiva con el fin en que el ciudadano sepa usar el conocimiento y aplicarlo en las diferentes situaciones de la vida, y no desde la manipulación desde los intereses económicos, políticos e ideológicos en la educación científica.

¹⁸ Elaboración propia

4.5.2 Componente Cultural

Se trata de las diferentes formas de transmisión de la información cultural y los procesos de aprendizaje del conocimiento. Aquí se recoge los diferentes tipos de representaciones simbólicas y conceptuales, creencias, reglas y valores. De hecho, el componente cultural incorpora los espacios sociales, económicos y políticos, así como los conocimientos científicos y técnicos quienes definen los contenidos para aproximarse a la realidad desde sus contextos.

4.5.3 Componente Cívico.

Integra los conceptos de democracia, justicia, solidaridad, tolerancia, igualdad, derechos civiles con hechos destacados en un aprendizaje para la responsabilidad social y moral, los valores en la comunidad, el desarrollo de la habilidad crítica, reflexiva, el interés por lo público, la competencia intercultural, la valoración por las diferencias, el respeto por las culturas y la atención crítica del papel de los medios de comunicación con la sociedad.

Esta perspectiva cívica lleva a una actuación ciudadana desde el respeto, la deliberación, la pluralidad, la multiculturalidad, la interculturalidad y la complejidad. Esto incluye implicarse a la vida civil y comunitaria, mantenerse informado y entender los procesos políticos para ejercer derechos y obligaciones como ciudadano y entender las implicaciones de las decisiones políticas, científicas, tecnológicas, sociales, económicas, etc., en la sociedad o con las sociedades. Asimismo, este considera que los individuos deben formarse para participar activamente en las sociedades democráticas.

Este componente vincula el compromiso cívico y social desde 7 dimensiones: *compromiso político* (tiene objetivo influir en las políticas públicas), *compromiso cívico* (actividad comunitaria y responsable con la sociedad que no pretende influir en las políticas públicas), *participación electoral*, *confianza entre los ciudadanos*, *confianza institucional*, *reconocimiento por los derechos civiles de*

los grupos poblacionales y conocimiento político. Por lo dicho, el componente cívico ayuda al ciudadano a desarrollar la conciencia y la deliberación pública en los procesos de toma de decisiones.

4.5.4 Componente Participativo

Implica tener un rol cívico en la regulación, deliberación y la toma de decisiones sobre sus posibles consecuencias, también, es un momento de ser agentes activos y responsables dentro del proceso de involucramiento. En este sentido, la participación ciudadana fortalece los Derechos Humanos, la democracia y la justicia social frente a las prácticas y políticas de los gobiernos, limitando el conocimiento experto tecnocrático.

Existen diferentes formas de participación ciudadana, se pueden relacionar según los sentidos propuestos: consulta, comunicación y participación. Caben destacar entre otras las siguientes: referéndum (consulta), audiencias públicas (comunicación), encuestas de opinión (consulta), gestión negociadora (participación), paneles o foros de ciudadanía (consulta y participación), mesas redondas (participación), jurados de ciudadanía (participación) conferencias de ciudadanos (participación), grupos focales (comunicación y consulta), entre otros.

Se piensa más que convocar a opinar y a obtener información de los ciudadanos, se proponga como forma democrática que a los ciudadanos se les permita tener la información y conocimientos básicos y claros para emitir un juicio crítico en la toma de decisiones a partir de la discusión racional, social y equitativa de las distintas temáticas.

Desde lo dicho, es importante en la participación integrar el discurso social desde las condiciones procedimentales, legales y la lógica contextual para la participación, tanto bajo la lógica de los científicos como la lógica de los interesados (organizaciones, asociaciones y ciudadano común).

Algunos aspectos que permiten describir cada uno de los cuatro componentes de la cultura cívica científica se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 Los componentes de la cultura cívica científica

Componente Cultural	Componente Cívico
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tipos de representación simbólica y conceptual. 2. Sistema de valores y creencias. 3. Formas de transmisión cultural. 4. Manejo del conocimiento científico y tradicional. 5. Sistemas de enseñanza y aprendizaje 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocimientos de Democracia, ciudadanía activa, tolerancia, igualdad, derechos civiles, pluralismo, interculturalidad y multiculturalidad. 2. Responsabilidad social y moral. 3. Habilidad crítica, reflexiva y argumentativa. 4. Actualización ciudadana en la vida civil y comunitaria. 5. Compromiso cívico y social. 6. Cultura Ciudadana.
Componente Científico	Componente Participativo
<ol style="list-style-type: none"> 1. Alfabetización científica. 2. Formas de difusión de la ciencia. 3. Posturas epistémicas sobre la ciencia. 4. Formación científica en lo social. 5. Política científica para la ciudadanía. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rol cívico en la regulación, control y deliberación en la toma decisiones. 2. Participación ciudadana en las decisiones de CyT de interés social. 3. Discurso social (procedimientos, legalidad y lógica contextual). 4. Apropiación social del conocimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Queda claro entonces que el formar en competencias ciudadanas ayuda a que participe en la toma de decisiones con respecto al control moral, político y cívico y a las consecuencias del avance de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Así pues, existe una diversidad cultural y una racionalidad epistémica que ayudan a conocer la realidad. Sin embargo, se debe insistir en que el conocimiento

científico no siga excluyendo los conocimientos tradicionales. Por tanto, no sea la alfabetización científica lo decisivo, sino la formación cívica científica en la ciudadanía ya sean a expertos y la comunidad en general.

Ciertamente, la noción de alfabetización científica debe al menos dotarse de la dimensión cívica y cuyo ideal es estimular el conocimiento *para el que de la ciencia y la tecnología* en su incidencia en las creencias y en la vida diaria. Bajo esta propuesta se vincula la idea de “la apropiación social de la ciencia” en el proceso de asimilación del conocimiento científico en la cotidianidad de las personas. Así, la cultura cívica científica incluye la generación de actitudes, creencias y compromisos sociales frente al significado de los contenidos de la ciencia y la tecnología en los contextos. Lo anterior, indica la importancia de llevar a los estudiantes a la apropiación social del conocimiento desde la vivencia o experimentación de situaciones socioculturales en relación a la CyT en espacios no formales, puesto que no basta que los ciudadanos sepan analizar las informaciones, sino intervienen desde sus posiciones críticas y reflexivas en ambientes que vinculen lo social en la ciencia, la técnica y la tecnología con la sociedad. En este sentido, el aprendizaje social amplía la realidad social, suscita el debate y aumenta la cultura científica en forma más cívica.

En suma, la cultura cívica científica desde el enfoque CTS es un proceso social y de aprendizaje social que mediante los mecanismos de participación formativa abre la puerta para el diálogo entre cultura científica (expertos) y participación del público para generar conocimiento cívico científico.

4.6 La cultura cívica científica y la asignatura CTS del ITM

Desde la perspectiva CTS, el ITM le aportado a la concepción curricular de la ciencia y la tecnología en la sociedad; bajo el propósito de fortalecer ese análisis de los factores sociales que influyen en el campo científico. La selección de conocimientos, habilidades y actitudes a enseñar desde el currículo imprime una orientación por sensibilizar a los estudiantes desde actividades pedagógicas como: la

reflexión, el dialogo, el estudio de casos reales, las controversias y cuestiones problemáticas sobre los impactos sociales de la ciencia y la tecnología.

Desde este marco se considera lo valioso que ha hecho el ITM por llevar el discurso CTS a los estudiantes y a la ciudad. Sin embargo, es importante hacer algunas consideraciones en ciertos puntos que son significativos tratar. Para un mayor detalle, se presentará a continuación, el análisis en relación a los cuatros componentes de la cultura cívica científica y el curso CTS del ITM.

4.6.1 El componente científico y la asignatura CTS

Dentro del curso CTS los conocimientos y habilidades están bien diseñados desde lo epistemológico puesto que promueve la alfabetización científica poniendo de manifiesto a la ciencia como un conjunto de conocimientos estandarizados provisionales y de construcción social que contienen representaciones parciales de la realidad desde los modelos racionales de las diversas disciplinas para una adecuada visión de la realidad. Asimismo, la importancia del conocimiento instrumental de los códigos y significados construidos por la ciencia como una de las actividades humanas más sofisticadas y confiables en la elaboración de conocimientos. El curso CTS presenta varios conceptos para tratar el componente científico y lo hace a través de:

- Fundamentos históricos y conceptuales de los estudios de CTS.
- Interrelaciones de la ciencia, la tecnología y la técnica.
- Construcción social del conocimiento científico y tecnológico.

Estos conocimientos y el desarrollo de habilidades tienen una orientación pedagógica en ampliar capacidades y habilidades científicas como: el análisis, síntesis, razonamiento crítico, indagación, búsqueda y discriminación de la información encaminada a comprender el desarrollo y la estructura epistemológica de la ciencia. Desde lo anterior, se piensa que a los estudiantes se les debería mostrar las imágenes de la ciencia mediante la ayuda de la filosofía de la ciencia y algunos saberes

disciplinarios de tal manera que este punto no se quede en solo conocer o tener información, sino en analizar y reflexionar las cuestiones epistemológicas que tienen que ver con las visiones de la ciencia. Así, bajo el marco del micro-currículo de CTS, se le puede dar una articulación del enfoque CTS con la naturaleza de la ciencia. Sin embargo, esto puede presentar obstáculo, si los docentes no poseen o están formados bajo el discurso CTS para contextualizar la ciencia y la tecnología en relación con las diversas instancias sociales, culturales, estéticas, éticas, económicas y políticas. Urge, por tanto, tener en cuenta llevar la naturaleza de la ciencia usando la estrategia pedagógica con los casos históricos y simuladores para trabajar la historia de las ciencias haciendo énfasis por los problemas de la ciencia y su relación con la sociedad como algo complejo, pluralista y heterogéneo, no llegando a posturas de ciencia relativistas y radicales.

En consecuencia, la naturaleza de la ciencia en el curso CTS puede guiar a los profesores a describir de manera adecuada la ciencia en sus estudiantes, dado que el concepto de naturaleza de la ciencia (NdC) desde su propio carácter interdisciplinario y metadiscursivo, permite conocer las visiones de la ciencia y los factores externos que intervienen en la actividad científica.

4.6.2 Componente cultural y la asignatura CTS

Viendo en conjunto el currículo de CTS propuesto por el ITM, se contempla elementos importantes que vinculan la caracterización, la apropiación social, evolución histórica, contexto social, el concepto de riesgo y las implicaciones éticas del desarrollo de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, el manejo de lo contextual, no se plantea en forma directa ni implícita frente al conocimiento tradicional con el conocimiento científico. Este punto debería quedar claro en el currículo, puesto que tiene dos conceptos que aciertan en poder trabajar esta situación como lo son:

- Interacciones de la ciencia, la tecnología y la técnica.
- Diferencias entre el mundo natural y artificial.

Lo anterior tiende a un manejo socio-histórico, pero se queda solo en la perspectiva discursiva histórica, convendría poner énfasis al concepto de cultura en cada uno de los contenidos, habilidades y actitudes, dado que no queda claro cuál desempeño y orientación actitudinal que tiene el contenido (Diferencias e interrelaciones entre los mundos natural y artificial. Creo que la forma de enfrentar esta dificultad, es aportar nuevos conceptos, habilidades y actitudes desde la perspectiva contextual. Es decir un enfoque que puede ampliar la interacción de lo científico y lo cultural como conocimientos complementarios. En este sentido, la formación científica tiene un elemento imprescindible como es el componente cultural, que propone entender la ciencia no como un método único y una regulación interna ajena a lo socio-cultural, sino desde los elementos no epistémicos como valores, creencias, intereses económicos, políticos que influyen en el proceso de la ciencia.

Ahora bien, se comparte el proceso que viene realizando el currículo CTS en la revisión y el recorrido histórico en la evolución de la ciencia y la tecnología. Igualmente, en el manejo sobre impacto y el riesgo socio-ambiental del desarrollo tecnocientífico. Sin embargo, no basta que se quede en la explicación sobre este aspecto, sino que se motive a los estudiantes a usar la estrategia pedagógica de investigación-acción, análisis de situaciones y comprensión sistémica o investigación, trabajo de campo bajo la modalidad de sistematización de experiencias en el análisis social colombiano o internacional con el contexto local abordando las relaciones del hombre con los sistemas naturales, temas como la producción agrícola, el cambio climático global, la biotecnología, la ingeniería genética, el potencial productivo del ambiente y los derechos de los pueblos son temas ineludibles en este componente.

Se propone que la asignatura CTS podría incluir en forma explícita el componente cultural y fundamente la inclusión de los grupos sociales locales en la ciencia. Para este punto, sería importante utilizar los museos etnográficos y de historia natural en integrar los distintivos de conocimiento para crear una perspectiva más integral de las temáticas planteadas desde lo simbólico y los valores en la ciencia. Así pues, se puede utilizar la estrategia pedagógica de la visitas a los museos etnográficos no son solamente para incorporar la evolución de las ideas, sino también en

las posibilidades de articulación con los espacios sociales, arquitectónicos, ideológicos y culturales. Más allá de lo anecdótico, se dé un tratamiento tanto de las características geográficas, diversidad, prácticas culturales e institucionales su relación con los problemas actuales de contaminación, lluvia ácida, deforestación, pérdida de la biodiversidad, problemas creados por la explotación minera, agroindustrial, agrocombustibles, infraestructura vial e hidroeléctrica, telecomunicaciones, etc., para llegar a una interpretación y comprensión de los contextos sociales desde su aspecto cultural.

Finalmente, los museos de historia natural, pueden contribuir a la resignificación de los temas científicos ambientales y políticos abordando el *énfasis ser humano y los sistemas naturales* usando temas como el desarrollo agrícola, el cambio climático, el comercio de animales, cultivos orgánicos, consumo responsable, los derechos de los pueblos, etcétera y las implicaciones políticas, económicas, sociales e ideológicas.

Estas líneas de exploración desde el componente cultural para una cultura cívica científica ayudan a mejorar las formas de reflexión en la enseñanza de la educación CTS y por lo tanto también amplía que los estudiantes participen en posibles procesos de divulgación de la ciencia en asociaciones de consumidores, foros, muestras de trabajo del curso, movimientos sociales de salud o grupos ambientalistas.

4.6.3 Componentes cívico y participativo: el ejercicio de la ciudadanía

El enfoque del curso CTS trata de situar la ciencia en su perspectiva social, es decir relacionándolo con los factores económicos, políticos, culturales y sociales. Aquí, sería importante el uso de la estrategia pedagógica del ciclo de la responsabilidad para trabajar la formación cívica y política, ya que es una clave para el desarrollo de competencias ciudadanas como elemento crítico de la actividad científica y tecnológica. La asignatura CTS plantea unos bloques que pueden trabajar la noción de ciudadanía y civismo según la siguiente tabla 6.

Tabla 6 Tabla de saberes curso CTS – Lo básico que el estudiante debe saber

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser - Ser con otros (contenido actitudinal)
Construcción social del conocimiento y tecnológico	Panorama general de la situación de la ciencia, tecnología y la innovación en Colombia		Compromiso en la construcción ética de la ciencia y la tecnología desde su rol como futuro profesional en la sociedad contemporánea.
Impactos sociales, éticos y políticos y la tecnología en la sociedad contemporánea.		Analizar los fenómenos sociales e históricos que permitieron la construcción de la técnica, la ciencia y la tecnología en distintos contextos.	
Concepto de riesgo y principio de precaución.		Evaluar crítica y éticamente, desde el concepto de riesgo y el principio de precaución, impactos originados en proyectos científico-	Responsabilidad y participación en la discusión y toma de decisiones como ciudadanos líderes en sus comunidades.

		tecnológicos en contextos sociales específicos.	
--	--	--	--

Sin embargo, se observa desde el desempeño actitudinal la necesidad de otros indicadores por competencia que orienten acciones requeridas para vincular procesos de aprendizaje en la ciudadanía. Es decir, aspectos de prácticas cívicas que podrían ayudar a construir opiniones razonables, hacer elecciones, tomar decisiones fundamentadas y actuar eficazmente como ciudadanos. Puesto que además, de trabajar algunas competencias básicas (científicas, ciudadanas y comunicativas) y específicas (informativas, interpretativas, argumentativas, propositivas y comunicativas), es necesario que se fortalezca la competencia crítica y cívica.

El currículo podría incluir el componente de lo cívico, no desde lo normativo, sino en la búsqueda de una conciencia y un compromiso cívico con la ciudad y el planeta en la intención de formar personas que sepan que es la democracia y se preparen en asumir roles y responsabilidades como ciudadanos desde los valores democráticos en una ciudadanía local, nacional, mundial, multicultural e intercultural en relación a la ciencia. Así, el camino es que los estudiantes adquieran unas competencias democráticas requeridas para la toma de conciencia, análisis de situaciones democráticas y políticas. En este sentido, propiciar procesos de comprensión y tratar hechos sociopolíticos que afectan a la sociedad. Desde lo dicho, se considera crucial que el currículo apunte entonces a integrar la perspectiva cívica científica y esto invita que los estudiantes estén adecuadamente informados, equipados con conocimientos sociales y científicos, y de comprensión de las instituciones cívicas para que puedan tomar decisiones informadas.

Volviendo a los fines de la asignatura, se plantea la importancia de considerar el civismo en el conocimiento científico, así el rol de los estudiantes será activo, y favorece el ejercicio de los derechos y de las responsabilidades de estos con la sociedad. Por lo tanto, el curso CTS conviene preparar a los estudiantes para la participación activa. Por ello, se sugiere que esta asignatura desde el componente cívico y participativo genere una actitud problematizadora ante la vida sobre las cosas

del país en los asuntos complejos de respeto al medio ambiente, el uso responsable de los recursos naturales, los dilemas sociales y morales sobre prácticas científicas o técnicas. Así entonces, el estudiante universitario tiene un rol como ciudadano y se le debe exigir ese compromiso cívico en el manejo y las consecuencias sociales, económicas y políticas en las comunidades.

Desde lo anterior, hoy se reclama por un tipo de responsabilidad que vincule lo moral con el compromiso social y con el entorno natural; donde la responsabilidad “es el cuidado por los otros, reconocido como deber, por otro ser, cuidado que, dada la amenaza de su vulnerabilidad, se convierte en ‘preocupación” (Jonas 1995, p. 47). Por esta razón, el principio de responsabilidad en la ética y lo cívico responde a que el individuo asuma una posición sobre la libertad a partir del compromiso del reconocimiento por el otro y su entorno, brindado orientaciones en la toma de decisiones no desde lo instrumental, sino en relación con lo social.

La noción de la responsabilidad no debe estar centrada exclusivamente en la dimensión de la libertad sino bajo la función de lo responsable con el planeta y las condiciones dignas de la vida humana transformando la postura que se tiene sobre el valor moral. La importancia de la ética en la cultura cívico-científica pretende situarse como una voz crítica mediante la prudencia razonada desde el desempeño ético personal que evidencia el reconocimiento del deber, el cuidado por lo natural y la preocupación por el otro.

Se propone, el uso de *la estrategia del Ciclo de Responsabilidad y la pedagogía de la participación*, las cuales permitan el fomento de la construcción de posiciones, posturas críticas, tomas de decisiones para el compromiso cívico y las medidas de responsabilidad. Desde esta posición, sería importante abordarla desde tres ámbitos: la responsabilidad individual, la grupal y la ciudadana (compromiso cívico). Para esto, se podría trabajar por fases, en la fase primera, sería importante hacer referencia al desarrollo científico y tecnológico en el reconocimiento de las responsabilidades de los científicos, ingenieros y profesionales con el riesgo en la salud humana y el medio ambiente. Luego, en la segunda fase, se puede cuestionar la responsabilidad civil y jurídica de los efectos presentados sobre el medio ambiente y la sociedad. Seguidamente, en la tercera fase con lo ético,

se analizaría la toma de decisiones con respecto a lo legítimo, lo moral y la responsabilidad ética. Para continuar, en la cuarta fase, hacer una revisión de las decisiones políticas tecnocráticas y sus implicaciones sociales, políticas y económicas

También, es importante el trabajo de estrategias por proyectos y el aprendizaje colaborativo quienes representan un enfoque centrado en la participación para temas socio-científicos basado en actividades reflexivas alternativas que vinculen al estudiante, la comunidad, el experto, con su rol cívico en el contexto de la ciencia y su relación con el país.

Para ello, se puede aplicar algunas estrategias pedagógicas de formación sociopolítica en asuntos tecnocientíficos como las *Prácticas de trabajo de corta duración* con estudiantes de IES y estudiantes de Educación Secundaria, bajo la idea de *clubes de periódicos CTS* para hacer de la escuela o la universidad un espacio de discusión importante de formación en y para el ejercicio de la ciudadanía sobre temas relacionados con Derechos Humanos, medio ambiente, el agropecuario, género, problemas locales y toma de decisiones. Mediante el uso de narrativas gráficas y la etnografía visual, elaborando recorridos urbanos y rurales de fotografías etnográficas encaminadas a que los estudiantes amplíen el conocimiento de su contexto en temas de CyT. De modo, que se pueda abordar, concepciones del entorno urbano o rural con relación a los problemas sociopolíticos sobre el medio ambiente, lo cívico, lo cultural y lo científico. Asimismo, el usar las emisoras escolares y universitarias como medio valioso para que los estudiantes reflexionen y divulgen sobre los temas de CyT.

Asimismo, podría ser significativo que las universidades con vocación tecnológica vinculen el discurso CTS y lo lleven a estudiantes, docentes, líderes comunitarios, JAL (Junta de Acción Local), JAC (Junta de Acción Comunal), gobierno, expertos y comunidad en general a los contextos rurales o comunales mediante la *creación de campamentos de grupos temáticos de diálogos de saberes* o discusión con mesas de debates y talleres prospectivos donde se definan propuestas de escenarios futuros deseables sobre un asunto del municipio, corregimiento o vereda sobre un problema sociopolítico en relación a lo tecnocientífico. De la misma forma, con la comunidad hacer juegos de

simulación sobre corporaciones públicas, donde se tomen decisiones informadas y establezcan acciones sociopolíticas, desarrollando la expresión y la toma de decisiones éticas-políticas. Por lo tanto, este ejercicio al final puede generar la creación de campañas de prevención comunitaria y promotores cívicos se transformen en movimientos de reflexión.

Por lo dicho es necesario insistir que lo cívico y lo ciudadano son el puente entre la ciencia y la sociedad y ella se construirá en la medida en que se asume la cultura ciudadana para la toma de decisiones.

4.7 El Reto de la cultura cívica científica

En síntesis, se puede decir que la cultura cívica científica en la enseñanza universitaria articula las posiciones sobre las situaciones que impresionan a la sociedad desde la ciencia y son de interés público. Desde este punto, se considera a la educación CTS como un campo del conocimiento de vital importancia en la formación tecnológica, ya que vincula la perspectiva interdisciplinaria y enriquece el currículo con estrategias pedagógicas en la adquisición de habilidades y capacidades para tomar decisiones. El discurso CTS tiene un papel significativo en los currículos para reflexionar el funcionamiento de la ciencia en el contexto social. Esto es una invitación a que los currículos no deben seguir el énfasis de un aprendizaje en: *conceptos y teorías científicas, métodos de la ciencia y las aplicaciones de la ciencia*. Sino que la enseñanza científica vincule los aspectos como: el conocimiento social local, el cultural y cotidiano y no estén ajenos a los factores políticos, ideológicos y económicos según su contexto y situación.

No obstante, el curso CTS debería estar presente la naturaleza de la ciencia en forma clara y sus implicaciones con la ciencia y la tecnología en la sociedad, así como la actitud de los científicos, ciudadanos y actores civiles en las decisiones tecnocientíficas, con la idea en que no siga predominando solo el uso de contenidos técnicos, sino el carácter humanístico y cívico. Además, se debe seguir apoyando el énfasis que lleva el curso CTS del ITM en la estrategia de la indagación

sobre problemas científicos pero con un contenido cívico y ciudadano, no solo desde la sensibilización crítica acerca de los impactos de la ciencia, sino el vincular la cultura cívica científica para cuestionar las razones acerca de la actividad de la ciencia y esto requiere de una estrategia que promueva la inquietud por ir más allá de la información sobre problemas de la sociedad actual. Justamente, se debe insistir en la participación de los estudiantes desde los trabajos en equipos cooperativos, los proyectos de aula, el aprendizaje a través del servicio comunitario, los diálogos abiertos y actividades que logren la reapropiación del entorno social y ciudadano. Por su parte, si queremos ciudadanos para la deliberación es necesario el fomento de la argumentación y el pensamiento crítico para el adecuado ejercicio de la participación ciudadana. Dado que, estas nos permiten que ciertas ideas se compartan o refuercen un concepto o procedimientos para nuevas aplicaciones. Por lo tanto, hay que sostener que las ideas poseen marcos conceptuales y tienen una base social, pero es bajo los argumentos racionales de sus modelos explicativos que entran al debate y dan luz a las formas de comprensión del mundo y consecuencias prácticas.

En definitiva, la cultura cívica científica dentro del discurso CTS permite otro aspecto de diálogo reflexivo entre la ciencia y la sociedad, que fomenta la responsabilidad y la promoción de una actitud cívica en pro de un sujeto ético y político que pueda intervenir en el mundo cultural, económico y social sobre aquellas decisiones políticas de la ciencia y la tecnología.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha partido bajo la perspectiva CTS (ciencia, tecnología y sociedad) en que la ciencia debe ajustar su imagen no desde los argumentos descontextualizados y universales, sino en tratar de reivindicar una nueva visión que respalde el trabajo interdisciplinario y su interacción con los estudios sociológicos, históricos, filosóficos de la ciencia y otras más, orientadas en aumentar la sensibilidad social y vincule los factores culturales, políticos y económicos claves para la regulación pública sobre la ciencia y la tecnología dentro de la sociedad. Se considera desde CTS la existencia de un dialogo de saberes que complemente a la ciencia y tenga en cuenta los contextos locales y sociopolíticos para la promoción de la participación ciudadana en donde estos (ciudadanos) logren adquirir habilidades y capacidades para tomar decisiones y asumir responsabilidades sociales y cívicas.

Se ha demostrado que la ciudadanía requiere que se fomente adecuadamente una participación que vincule a los expertos y no expertos en relación a las competencias ciudadanas. Es así como la formación desde el enfoque CTS sugiere la necesidad de pensarse desde una cultura cívica científica que estimule el aprendizaje social de una comunidad o población desde el reflejo de unas competencias para el ejercicio de una ciudadanía informada, activa, crítica, intercultural como elemento clave de una sociedad democrática.

Esta postura implica un proceso individual para llegar a lo colectivo y exige el desarrollo de unas habilidades, actitudes y el conocimiento de los derechos civiles que por medio de la acción educativa, la ciudadanía crítica y junto con el compromiso cívico contribuya a reproducir un sujeto político en donde se propicie la participación. De esta forma, una formación universitaria de calidad debería incorporar el componente cívico en la ciencia para desarrollar un aprendizaje cívico científico bajo el enfoque de desplegar actitudes críticas sobre la cotidianidad y promueva iniciativas ciudadanas para conocer, opinar, reflexionar y apropiarse del conocimiento científico en relación con lo social.

Con base en el diagnóstico se pudo encontrar que los estudiantes perciben del curso CTS como relevante para su formación tanto individual y social, destacándose lo relativo al trabajo histórico en la tecnología y la técnica. Además, en cuanto a la estrategia pedagógica de la visita de los museos es significativa para ellos y útil para desarrollar competencias ciudadanas, cívicas y culturales generando conciencia crítica, socio-cultural y cívica en los asuntos de la ciencia y la tecnología. También, se puede identificar que la metodología usada en el curso de CTS desde el trabajo de los talleres, exposiciones y conversatorios amplían el proceso de compartir y retroalimentar saberes. Sin embargo, es recomendable utilizar la modalidad por proyectos socialmente y culturalmente útil o el uso de la sistematización de experiencias para analizar temas o problemas cotidianos y ciudadanos de CyT en pro del desarrollo de una postura cívica en la toma de decisiones públicas y ciudadanas en los diferentes contextos.

Por su parte, al hacer el análisis de la asignatura CTS del ITM se pudo identificar que existen una serie de conocimientos, habilidades con una adecuada estructura, pero que tienden a enfocarse en lo histórico y epistemológico. De la misma manera, llama la atención que la malla curricular del curso CTS demuestra interés por trabajar aspectos participativos, pero con poco fondo y forma en su materialización lo cual sería significativo la orientación de llevar lo cívico a la ciencia. Además, determinar que indicadores del desempeño actitudinal tuvieran este aspecto y no se quede solo en lo básico, lo cual valdría la pena ampliarlo en conexión a los conocimientos y habilidades que se proponen. Así entonces, sería importante integrar la cultura cívica científica en la asignatura CTS del ITM. Para ello es necesario que los núcleos de conocimientos, habilidades y actitudes en los temas CTS se sigan con el carácter interdisciplinario, lo cual es importante que los docentes adquieran y se apropien del discurso de CTS, la comprensión de la naturaleza de la ciencia, la perspectiva cívica y el manejo de estrategias pedagógicas en educación CTS para lograr este objetivo. Con base en esta conclusión, se podría abrir nuevas investigaciones relacionadas con la cultura cívica científica en el desarrollo de estrategias didácticas de educación CTS en las carreras tecnológicas y profesionales.

Finalmente, en el presente estudio se ha pretendido concluir que el verdadero puente entre la ciencia y la sociedad se encuentra en que los ciudadanos se apropien del conocimiento científico en relación a la cultura ciudadana. Se está hablando de un ciudadano alfabetizado científicamente con enfoque cívico que pueda participar en la toma de decisiones y que tenga en cuenta los contextos locales con respecto a las consecuencias de la ciencia y la tecnología. Posiblemente no sea la alfabetización científica lo que vaya a definir en última instancia a un ciudadano, sino en ir más allá desde la capacidad de pensar críticamente donde integre los valores científicos y los cívicos. Todo esto constituye el elemento significativo de la corresponsabilidad de la ciudadanía y va a reflejar la simetría de ciudadanos con competencias necesarias para ejercer una ciudadanía activa. Todo esto requiere desarrollar experiencias de aprendizaje cívico científico en relación a la participación social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J. A. (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 269-275.

Acevedo, J. A. (2007). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5 (2), 134-169.

Acevedo, J. A. (2009a). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 6 (1), 21-46.

Acevedo-Díaz, J.; Vázquez, Á.; Manassero-Mas, M. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-36.

Aduriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Albornoz, M. (2014). Cultura Científica para los ciudadanos y Cultura Ciudadana para los científicos. *Revista Luciernaga*, 6 (11), 71-77.

Almond, G. & Verba, S. (1963). *The Civic Culture*. Princeton, Nueva Jersey: Princeton University Press.

Ariño, A. (1997). *Sociología de la Cultura*. Barcelona: Ariel.

Arocena, R. & Sutz, J. (2001). En 2001, Lopez Cerezo, J. *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo* (págs. 30-50). Madrid: Biblioteca Nueva/OEI.

Barnes, B. (1979). On the role of interests in scientific change. *On the margins of science*, 23-55.

Barnes, B. (1997). *Sobre la Ciencia*. Barcelona: Labor.

- Bartolomé, M. & Cabrera, F. (2007). *Construcción de una ciudadanía intercultural y responsable. Guía para el profesorado de secundaria*. Madrid: Narcea.
- Bartolome, M. & Cabrera, (2003). Soceidad Multiculturalista y Ciudadania: Hacia unas sociedades interculturales. *Revista de educacion*, N° extraordinario, pp.33-56.
- Bauer, M. A. (2007). What can learn form 25 years of Pus Survey Research Liberating and Expanding the Agenda. *Public Understanding of Science*, 79-95.
- Bell, R. L.-e.-K. (2001). The Nature of Science and Science Education: A Bibliography. *Science and Education*, 187-204.
- Bennasar, A., Vazquez, A., Manassero, M. A., & García, A. (2010). *Introducción: educacion científica y naturaleza de la ciencia*. En Bennáassar, A. et al. (Ed.), *Ciencia, tecnologia y sociedad en iberoamerica: una evaluacion de la compresion de la naturaleza de la ciencia y tecnologia*. Madrid: Centros de Altos estudios universitarios de la OEI.
- Bloor, D. (1998). *Conocimiento e imaginario social*. Barcelona: Gedisa.
- Bourdieu, P. (1999). *Razones practicas*. Madrid: Anagrama.
- Bybbe, R. W. (1997). *Achieving scientific literary: From purpose to practices*. Portsmouth: Heinemann.
- Callon, M. (1999). The Role of Lay People in the Production and Dissemination of Scientific Knowledge. *Science, Technology & Society*, 81-94.
- Camara Hurtado, M. & Lopez Cerezo, J. (1998). Dimensiones de la cultura científica. *Percepcion sociaal de la ciencia y la tecnologia en España*, 63-89.
- Canguilhem, G. (2009). *El objeto de la historia de las ciencias*. En: *Estudios de historia y filosofía de las ciencias*. Buenos Aires: Amorroutu editores.

- Carnap, R. N. (1961/2002). La concepcion cientifica del mundo: el Circulo de Viena. *Revista de estudios sobre la Ciencia y la Tecnología*, 103-149.
- Carneiro, R. (Abril de 1999). Congreso "Barcelona" por el conocimiento y la convivencia. *Proyecto educativo de ciudad para la ciudadanía*. Barcelona.
- Chalmers, A. F. (2000). La ciencia como derivado de loos hechos de la experiencia. En A. F. Chalmer, *¿Que es esa cosa llamada ciencia?* (pág. 246). Madrid: Siglo Veintiuno.
- Collins, H. & Pinch, T. (1993). *The Golem: What Everyone Should Know About Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Collins, H. (1981a). *Knowlwdge and Controversy: Studies of Modern Natural Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cortina, A. (1996). *Ciudadanos del Mundo. hacia una teoria de la ciudadania*. Madrid: Alianza Editorial.
- Cunill Grau, N. (2002). Ciudadania y participación. La necesidad de su reconceptualización. *Revista del Doctorado en el estudio de las sociedades Latinoamericanas*, 87-106.
- Dagnino, R. T. (1996). El pensamiento en Ciencia, Tecnologia y sociedad en Latinoamerica: una interpretacion politica de su trayectoria. *REDES*, Vol III (7), 13-53.
- Deboer, G. B. (2000). Scientific literay: another look at its historical and contemporany meanings. *Journal or Research in Science Teaching*, 582-601.
- Driver, R. (1985). Cognitive pychology and pupils frameworks in mechanics, the many faces of teaching and learning mechanics, proceeding of 1985 Girep. *Conference on Physics Education*, (pp. 71-110). Utrech.
- Echeverria, J. (1998b). Teletecnologias, espacios de interaccion y valores. *Teorema*, Vol XVII (3),11-25.

- Echeverria, J. (1999). *La revolucion tecnocientifica*. Madrid: FCE.
- Echeverria, J. (2001). ciencia, tecnologia y valores. Hacia un analisis axiologico de la actividad tecnocientifica. En J. Echeverria, *Desafios y tensiones actuales en ciencia, tecnologia, tecnologias y sociedad*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Fensham, P. & Harlen, W. (1999). School Science and Public Understanding of Science. *International Journal of Science Education*, 755-763.
- Fernandez, A. (2009). El constructivismo social en la ciencia y la tecnologia: las consecuencias no previstas de la ambivalencia epistemologica. *ARBOR CLXXXIV*, 690-703.
- Feyerabend, P. (1975). *Tratado contra el Metodo: esquema para una teoria anarquista del conocimiento*. Madrid: Tecnos.
- Fuller, S. (1993). *Philosophy, Rhetoric and the End of Knowledge. The Corning of Science and Technology Studies*. Madison: University of Winconsin Press.
- Garcia, E. G. (2001). *Ciencia, Tecnologia y Sociedad, una aproximación conceptual*. Madrid: OEI.
- Giere, R. N. (1988). *Explaining Science. A Cognitive Approach*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Gil-Perez, D. M. (2005). *¿Como promover el interés por la cultura científica?: Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago: UNESCO-OREALC.
- Giroux, H. A. (1998). *La escuela y la lucha por la ciudadanía*. Mexico: Siglo XXI.
- Godin, B. & Gringas, Y. (2000). ¿What in Scientific and Technological culture and How is it me Saved? A Multidimensional Model. *Public Understanding of Science*, 43-58.
- Gomez Ferri, J. (2012). Cultura: sus significados y diferentes modelos de cultura científica y tecnica. *Revista Iberoamericana de Educación*. (58), 15-33.

- Gomez Ferri, J. & Ilerbaig, J. (1990). Ciencia, Tecnología, Soceidad. Alternativas educativas para un mundo en crisis. En M. & Medina, *Ciencia, tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos.
- Gonzalez Garcia, M. L. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introduccion al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- Gonzalez Garcia, M. L. (1997). *Ciencia, Tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona: Ariel.
- Gonzalez Garcia, M. T. (2006). *Participación Publica en Ciencia y Tecnología*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Guisasola, J. & Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de educacion primaria?. *Revista electronica de enseñanzas de las ciencias*, 6 (2), 246-262.
- Hacking, I. (1983). *Representing and Interventing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hahn, H. (2002). La concepción científica del mundo: El Circulo de Viena. *REDES*, 9 (18), 103-149.
- Haraway, D. (1995). Conocimientos situados: la cuestion científica en el feminismo y el privilegio de la perspectiva parcial. En D. Haraway, *Ciencia, ciborgs y mujeres. La reinencion de la naturaleza*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Hempel, C. (1996). *La explicación científica: estudios de la filosofía de la ciencia*. Madrid: Paidos.
- Herrera, A. (1971). *¿Catrastrofe o nueva sociedad? Modelo Mundial latinoamericano*. Bogotá: CIID.
- Hesse, M. (1980). *Revolutions aand reconstructions in the philosophy of science*. Brighten: Harvester.
- Hodson, D. (1992a). Assesment of practical work. Some considerations in philosophy of science. *Science and Education*, 115-144.
- Hooker, C. A. (1987). *A Realistic Theory of Science*. New York: State University of New York Press.

- Hoyos Vasquez, G. (2000). *Ciencia, Tecnología y Ética*. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Ibarra, A. & Lopez Cerezo, J. (2001). *Desafíos actuales en ciencia tecnología*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Inglehart, R. (1996). *Modernización y Posmodernización. El cambio cultural económico y político*. Madrid: CIS- Siglo XXI.
- Instituto Tecnológico Metropolitano. (2006). *Plan de estudios del curso CTS*. Medellín: ITM.
- Irwin, A. & Wynne, B. (1996). *Misunderstanding Science the public Reconstruction of Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Pres.
- Jenkins, R. (1996). Theorising social identity. *Social Identity*, 19-28.
- Jonas, H. (2004). *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Barcelona: Herder.
- Knorr, K. D. (1995). Los estudios etnográficos de trabajo científico: hacia una interpretación constructivista de la ciencia. En J. M. Irazo, *Sociología de la ciencia*. Madrid: CSI, 187-204.
- Koyre, A. (1984). *Pensar la Ciencia*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Kuhn, T. S. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1989). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Universidad.
- Latour, B. (1987). *Ciencia en Acción. Como seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*. Barcelona: Labor.
- Laudan, L. (1986). *El progreso y sus problemas*. Madrid: Ed. Castellana.

- Lazaro, M. (2009). Cultura científica y participación ciudadana en política socio-ambiental. *Tesis doctoral*. Barcelona, España: Universidad del País Vasco.
- Lederman, N. G. (1992). Student and Teachers conceptions of the nature . *Journal of Research in Science Teaching*, 331-359.
- Lederman, N. G. (2008). Nature of Science: past, present, and future. *Handbook of research on science education*, 831-979.
- Lizcano, F. (2012). Conceptos de Ciudadano, Ciudadanía y Civismo. *Polis*, (32), 269-304.
- Lopez Cerezo, J. & Verdadero, C. (2003). Los estudios de ciencia, tecnología en la sociedad. Introducción: los estudios de ciencia, tecnología y sociedad desde el norte de Europa . *Revista Iberoamericana de educación*, 153-170.
- Lopez Cerezo, J. A. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad. el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana de Educación*, (3), 41-68.
- López Cerezo, J. A. (1998). *Ciencia, Técnica y Sociedad*. Disponible en [file:///C:/Users/Usuario/Desktop/cultura%20cientifica/documento%20para%20clase%20de%20ctsCIENCIA%20TECNICA%20Y%20SOCIEDAD%20-%20L%C3%B3pez%20Cerezo%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Desktop/cultura%20cientifica/documento%20para%20clase%20de%20ctsCIENCIA%20TECNICA%20Y%20SOCIEDAD%20-%20L%C3%B3pez%20Cerezo%20(3).pdf)
- López Cerezo, J. A. y Sánchez Ron, J. M. (2001). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI.
- Lopez Cerezo, J. A. & Gomez, F. (2005). Apropiación social de la ciencia. Percepción social de la ciencia y la tecnología, *OEI-Biblioteca Nueva*, 31-57.
- Lopez Cerezo, J. A. (2005). participación ciudadana y cultura científica. *Arbor*, CLXXXI (715), 351-362.
- Lorenzano, C. (1994). La ciencia y la reflexión. *Meridianos*, 1- 15.
- Lozano, M. (2005). *Programa y experiencia en popularización de la ciencia y la tecnología. Panorámica desde los países Covenio Andres Bello*. Bogotá: Convenio Andres Bello.

- Mackenzie, D. (1990). *Inventing accuracy. A historical sociology of nuclear missile guidance systems*. Cambridge: The Mit Press.
- Martin Gordillo, M. & Osorio, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 165-210.
- Martin Gordillo, M. (2005). Cultura científica y participación ciudadana. *Revista CTS*, 2 (6), 123-135.
- Matthews, M. R. (1994a). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 255-277.
- Mayordomo, M. R. (1998). *El aprendizaje cívico*. Barcelona: Ariel educación.
- McComas, W. (1998). *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordrecht: Kluwer.
- Medina, M. & (1990). Ciencia, Tecnología, Sociedad. Alternativas educativas para un mundo en crisis. En J. & Gomez Ferrii, *Ciencia, Tecnología, Sociedad. estudios interdisciplinarios en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos.
- Medina, M. (2001). Ciencia y Tecnología como sistemas culturales. En López Cerezo, J. & Sánchez Ron, M. (eds.), *Ciencia, Tecnología, sociedad y Cultura en el cambio de siglo*, Madrid, Biblioteca Nueva.
- Merton, R. K. (1985). *Sociología de la ciencia*. Madrid: Alianza.
- Mieles, M. D. & Alvarado, S. (2012). Ciudadanía y competencias ciudadanas. *Revista estudios políticos*, 40, 53-75.
- Millar, R. (2006). Twentieth Century Science: insights from design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 1499-1521.

- Miller, J. D. (1998). The Measurement of Civic Scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 203-224.
- Miller, J. D. (2002). Civic scientific Literacy: A Necessity in the 21st Century: 2-6 FAS (Federation of American Scientist). *Public Interest Report*.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2004). *Estandares básicos de competencias ciudadanas*. Bogotá: MEN.
- Mitcham, C. (1989). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona: Anthropos.
- Mitcham, C. (1996). Cuestiones éticas en ciencia y tecnología: análisis introductorio y bibliográfico. En M. L. Gonzalez Garcia, *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Techos.
- Mormann, T. P. (2004). Carnap, la sociedad Erst Mach, y la concepción científica del mundo del Circulo de Viena: introduccion a una conferencia inedita de Rudolf Carnap. *Signos filosoficos*, 147-161.
- Muller, E. & Seligson, M. (1993). Inequality and Insurgency. *American political Science*, 425-451.
- Nagel, E. (1961). *The Structure of Science*. New York: Harcourt.
- Nohlen, D. (2006b). Civilidad/civismo. *Diccionario de ciencia política*, 203-204.
- Olivé, L. (2000). *El bien, el Mal y la Razon. Facetas de la ciencia y la tecnología política y epistemología*. Mexico: Paidós.
- Olivé, L. (2007). *La Ciencia y la Tecnología en la sociedad del conocimiento. Etica, política y epistemologico*. Mexico: FCE.
- Olivé, L. (2010). Multiculturalismo, interculturalidad y el aprovechamiento social de los conocimientos. *Revista Pensamenti i analisis*, (10), 45-66.

- Olivé, L. (2011). Los retos de las sociedades multiculturales: interculturalismo y pluralismo. *Cuadernos inter-cambios*, 8 (9), 207-227.
- Olivé, L. (2013). La estructura de las revoluciones científicas: cincuenta años. *Revista CTS*, 133-145.
- Olivé, O. (1999). *Multiculturalismo y pluralismo*. Mexico: Paidós.
- Olivé, O. (1999). Una teoría pluralista de la ciencia. En V. G. otros, *Pluralismo y racionalidad en la ciencia*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de Mexico. 225-246.
- Organización de Estado Iberoamericanos. (Madrid). Metas educativa 2021. La educación queremos para la generación de los bicentenarios. *OEI*.
- Organización de Estados Americanos. (2001). *Cuadernos de Iberoamerica, Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madrid: OEI.
- Ortega y Gasset, J. (1995). *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre la ciencia y la filosofía*. Madrid: Alianza Editorial.
- Osborne, J. (2003). *Hiher Education Quarterly*.
- Osborne, R. &. (1983). Learning Science: a generative process. *Science Education*, 490-508.
- Osorio, C. (2015, Junio). *Seminario: procesos pedagógicos en educación CTS*. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Pelaez, A. &. Suarez, R. (2010). *Observaciones filosóficas en torno a la transdisciplinariedad*. Barcelona: Anthropos.
- Perdomo, M. (2001). La interpretación filosófica de la imagen científica del mundo. *Tesis de doctorado*. España: Universidad de Laguna.
- Popper, K. (1982). *La lógica de la Investigación científica*. Madrid: Technos.
- Putnam, R. D. (1993). *Making Democracy Work: civic traditions in Modern Italy*. Princeton: Princeton University Press.

- Quintanilla, M. (1989). *Tecnología, un enfoque filosófico*. Madrid: Fundesco.
- Quintanilla, M. (noviembre de 2013). Un nuevo modelo de cultura científica cívica frente a modelos tradicionales. *Foro iberoamericano de Comunicación y Divulgación Científica*. Campinas, Brasil: Universidad braileña de Campinas.
- Quintero, C. (2010). Enfoque ciencia, tecnología y sociedad [CTS]: perspectiva educativa para Colombia. *Zona Próxima*, (12), 222-239.
- Real Academia Española. (2012b). *Diccionario de la lengua española, avance de la vigésima tercera edición*. Madrid.
- Reimers, F. & Villegas, L. (2005). Educación para la ciudadanía y la democracia: políticas en escuelas secundarias de América Latina y el Caribe. En V. Espinola, *Educación para la ciudadanía y la democracia para un mundo globalizado: una perspectiva comparativa*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo, 65-88.
- Rudolph, J. L. (2000). Reconsidering the nature of science as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 403-419.
- Rudolph, J. L. (2003). Reconsidering the nature of science as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 403-419.
- Sabato, J. A. (1982). *La producción de tecnología autónoma o transnacional*. México: Nueva Imagen.
- Santos, B. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Montevideo: Ediciones Trilce.
- Santos, B. (1996). *Introducción a una ciencia posmoderna*. Caracas: CIPOST – FACES – UCV.
- Santos, B., Meneses, M. & Arriscado, J. (2006). Para ampliar el canon de la ciencia: la diversidad epistemológica del mundo. En: *Sembrar otras soluciones. Los caminos de la biodiversidad y de los conocimientos rivales*. Caracas: Ministerio de Ciencia y Tecnología.

- Sanz Merino, N. & Lopez Cerezo, J. (2012). Cultura científica para la educación del siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Educación*, (58), 35-59.
- Senneth, R. (2009). *El artesano*. Barcelona: Anagrama.
- Schibeci, R. A. (1984). Attitudes to science: Un update. *Studies in Science Education*, 26-59.
- Schlick, M. (1965a). *Positivismo y realismo*. Mexico: FCE.
- Sen, A. (1993). *The Idea of Justice*. Cambridge: Mass, Harvard University Press.
- Shapin, S. (1979). History of Science and its Sociological Reconstructions. *History of Science*, 157-211.
- Solbes, J. & Vilches, A. (1992). El modelo constructivistas y las relaciones CTS. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (12),181-186.
- Toulmin, S. (1972). *El conocimiento Humano*. Madrid: Editorial Castellana.
- Touraine, A. (1998). *Igualdad y Diversidad. Las nuevas tareas de la democracia*. Mexico: FCE.
- UNESCO. (1999). *Declaración de Santo Domingo. La ciencia para el siglo XXI: una nueva visión y un marco para la Acción*. Santo Domingo: UNESCO.
- Unión Europea. (2006). *Recomendación del Parlamento Europeo y del consejo de la Unión Europea del 18 de diciembre del 2006 sobre las competencias claves para el aprendizaje permanente*. Diario oficial de la Unión Europea.
- Urrego Giraldo, M. & Castaño de Jausoro, L. (1999). *Modelo Pedagógico*. Medellin: ITM.
- Vacarezza, L. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estado de la cuestión en America Latina. *Revista Iberoamericana de la Educación*, (18), 13-40.
- Valencia, G.; Cañon, L. & Molina, C. (2009). Educación cívica y civilidad: una tensión mas allá de los términos. *Pedagogía y Saberes*,(28), 81-90.

- Van Fraassen, B. (1980a). *The Scientific Image*. Oxford: Clarendon Paperbacks.
- Varsavsky, O. (1969). *Ciencia, política y Cientificismo*. Buenos Aires: Centro editor de America Latina.
- Vásquez, A. & Manassero, M. (2012a). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (1), 32-53.
- Vásquez, A.; Manassero, M.; Acevedo, J. & Acevedo Romero, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumento de razon científica*, (4), 135-176.
- Vox, L. (2012). *Diccionarios gratuitos*. Larousse.
- Waks, L.J. (1990b). *El Ciclo de Responsabilidad*. En M. Peña (Ed.): Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad: Teoría y Práctica, pp. 17-38. Puerto Rico: National STS Network, Universidad de Puerto Rico.
- Wachelder, J. (2003). Democratizing Science: Various Routes and Vision of Dutch Science Shops. *Science, Technology & Human Values*, 244-273.
- Westheimer, J. & Kahne, J. (2004). ¿What kind of citizen? The politics of education for democracy. *American Educational Research Journal*, summer, 237-269.
- Woolgar, S. (1982). *Knowledge and Reflexivity. New Frontiers in the Sociology of Knowledge*. London: Sage.
- Wynne, B. (1995). Public Understanding of Science. *Handbook of Science and Technology Studies*, 361-388.
- Yager, R. E. (1983). Analysis of the current problems with school science in the USA. *European Journal of Science Education*, 463-469.

Zaff, J. F.-G. (2011). Advances in Civic Engagement Research: Issues of civic Measures and civic context. En J. V. Lerner, *Advances in Child Development and Behavior* (págs. 273-308). New York: Academic Press.

ANEXO I

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
EVALUACION FINAL- ASIGNATURA CTS

Nombre del estudiante:_____ **Grupo:**_____ **Fecha**_____

Responde las siguientes preguntas de acuerdo a los textos trabajados:

1. El texto ¿Qué es CTS? Nos presenta dos posturas radicales que puede asumir un ciudadano ante la Tecnociencia. ¿Cuáles son las posturas y cuál es la actitud crítica más ajustada que debemos tomar según la visión CTS? Argumenta la respuesta.

2. En consonancia con la perspectiva CTS de la Tecnociencia, ¿podemos decir que la ciencia es objetiva y neutral?

3. ¿Por qué se puede argumentar que la tecnología aparece con la Revolución Industrial en el siglo XVIII y la ciencia moderna con las revoluciones del conocimiento en el siglo XVI? Justifica la respuesta.

4. ¿Cuál es el papel con relación a la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad que debe cumplir el ciudadano común corriente? ¿Por qué se debe popularizar la tecnociencia? Argumenta la respuesta.

5. ¿En qué consiste el principio de precaución y en qué momento los ciudadanos deben hacer uso de él?

6. Los aspectos que se deben tener en cuenta para resolver las controversias que suscitan a partir de la percepción social del riesgo, con el uso de la tecnociencia, son varios. Enumera y explica dos ellos.

7. ¿Cómo le pareció el curso CTS? ¿La metodología de trabajo fue adecuada? ¿Considera que los conocimientos y manejo del docente fueron los adecuados para impartir el curso CTS? ¿Qué mejoraría del curso? ¿Qué fue lo que más le gustó? ¿Qué fue lo que menos le gustó? ¿Es importante el curso de CTS para su carrera?

Nota: De los primeros seis puntos puede escoger cuatro para resolver. El séptimo punto hace parte de la autoevaluación y otorga un punto sin importar su respuesta.

Recuerde la evaluación es **INDIVIDUAL**

Gracias por su asistencia y éxitos en la evaluación