

**COMPRENSIÓN PÚBLICA DE LA QUÍMICA: TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE
INVESTIGACIÓN A PARTIR DE LA COMPRENSIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA**

Lic. LEIDY VANESSA MORA GUTIÉRREZ

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
Bogotá D.C. – Colombia
2016**

**COMPRENSIÓN PÚBLICA DE LA QUÍMICA: TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE
INVESTIGACIÓN A PARTIR DE LA COMPRENSIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA**

Lic. LEIDY VANESSA MORA GUTIÉRREZ

Directora Mg. DIANA LINETH PARGA LOZANO

Informe de Tesis

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
Bogotá D.C. – Colombia
2016**

Nota de Aceptación

JURADO DIRECTORA: Profesora DIANA LINETH PARGA LOZANO

JURADO INTERNO: Profesor ROYMAN PÉREZ MIRANDA

JURADO EXTERNO: Profesora GABRIELA DENARI



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

PROGRAMA: MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA

Formato 3: CONSENSO DEL JURADO

CIUDAD Y FECHA:	BOGOTÁ, 23 DE AGOSTO DE 2016	
TÍTULO DEL PROYECTO:	COMPRESIÓN PÚBLICA DE LA QUÍMICA: TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN A PARTIR DE LA COMPRESIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA	
NOMBRE DEL CANDIDATO:	LEIDY VANESSA MORA GUTIÉRREZ	
NOMBRES DEL JURADO		RESULTADO
1	GABRIELA BUENO DENARI	50
2	ROYMAN PÉREZ MIRANDA	50
3	DIANA LIENTH PARGA LOZADO	50
4	LEONARDO FABIO MARTÍNEZ PÉREZ	50
PROMEDIO DE CALIFICACIÓN		50
De acuerdo con el promedio el Jurado considera que la tesis es:		
Laureada	<input checked="" type="checkbox"/>	Entre 46-50 puntos
Aprobada con distinción	<input type="checkbox"/>	Entre 41-45 puntos
Aprobada Sin modificaciones	<input type="checkbox"/>	Entre 35-40 puntos
Aprobada Con modificaciones	<input type="checkbox"/>	Entre 35-40 puntos
Reprobada	<input type="checkbox"/>	Menos de 35 puntos

Por lo anterior:	Si se recomienda: <input checked="" type="checkbox"/>	No se recomienda: <input type="checkbox"/>	A la Universidad Otorgar el Título de Magister en Docencia de la Química
------------------	---	--	--

Las modificaciones sugeridas son: _____

Firma del Jurado	1	 Jurado Externa: GABRIELA DENARI	3	 Directora: DIANA L. PARGA
	2	 Jurado Interno: ROYMAN PÉREZ	4	 Co-Director: LEONARDO MARTÍNEZ

"Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos".

(Acuerdo 031 de Consejo Superior del 2007, artículo 42, parágrafo 2- Universidad Pedagógica Nacional).

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi camino y luz, y permitirme cumplir un sueño y una meta más.

A mi familia por ser mi apoyo incondicional y brindarme la confianza que necesitaba.

A la profesora Diana Parga, por permitirme trabajar a su lado, aprender de todo su conocimiento, por darme las fuerzas que necesitaba para realizar este proyecto y por dedicarle todo su profesionalismo y dedicación a la dirección de este trabajo.

A los profesores Royman Pérez, Leonardo Martínez y Gabriela Denari por sus sugerencias y asesoría en el proyecto.

Al profesor Vicente Mellado y a los profesores de la Universidad de Extremadura por las enseñanzas y guías en el tiempo que compartimos durante la pasantía.

DEDICATORIA


A Dios por ser mi guía en el camino de la vida.

A mis papás Aldemar Mora y María Gutiérrez por ser los mejores padres y amigos, por su amor incondicional y apoyo constante, por ser el regalo más grande que Dios me permitió tener y por lo tanto, ser el tesoro máspreciado que puedo poseer.

A Juan Carlos por amarme tanto, hacerme tan feliz día a día, por compartir mis alegrías, tristezas, momentos malos y buenos, por ser ese esposo y amigo que me hace sentir que puedo lograr lo que me proponga y por ser ese angelito que amo tanto y que me acompaña en mi camino.

A mi familia por su comprensión, apoyo y tolerancia en todos mis proyectos.

A la profesora Diana Parga por ser una amiga y apoyarme cuando más lo necesitaba.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Knowledge for Education</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 8 de 351	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Comprensión Pública de la Química: Tendencias y Perspectivas de investigación a partir de la Comprensión Pública de la Ciencia.
Autor(es)	Mora Gutiérrez, Leidy Vanessa
Director	Diana Lineth Parga Lozano
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2014 , 351 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	COMPRESIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA, COMPRESIÓN PÚBLICA DE LA QUÍMICA, IMPACTO SOCIO-AMBIENTAL, CTSA, ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA.

2. Descripción
<p>El presente trabajo tuvo como finalidad realizar una investigación en el campo de la comprensión pública de la ciencia y de la química, debido a su creciente desarrollo en las últimas tres décadas, lo que ha creado la Línea de Investigación <i>Public Understanding of Science (PUS)</i>. Se planteó como pregunta problema de la tesis: ¿Cuáles han sido las tendencias y perspectivas objeto de estudio de la línea de investigación <i>Public Understanding of Science</i>, en relación con la comprensión pública de la Química frente a su impacto socio-ambiental?</p> <p>Objetivo General: Analizar las tendencias y perspectivas de la línea de investigación, en relación con la comprensión pública de la ciencia y de la química frente a su impacto socio-ambiental, a través de un análisis de contenido.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar una trama evolutiva de la línea de investigación <i>Public Understanding of Science</i>. • Caracterizar la línea en relación con la comprensión pública de la Química frente a su impacto social y ambiental. • Proponer recomendaciones para el abordaje e inclusión de esta línea en la formación del profesorado de química. <p>El análisis de las tendencias y perspectivas de la comprensión pública de la ciencia y de la química frente a su impacto socio-ambiental, se realizó en el contexto anglosajón y europeo comparado con el latinoamericano; para ello, se hizo un análisis de contenido de las revistas publicadas en el periodo 2010-2015 en relación con esta temática. Previo al análisis, se elaboró el referente conceptual, los antecedentes sobre la imagen y comprensión pública de la ciencia y la tecnología y de la química, en los que se evidenció que la química ha tenido, a lo largo de la historia, una imagen positiva y negativa en relación con el desarrollo de su actividad e impacto socio-ambiental y con la comprensión pública de la ciencia, la tecnología y la química. Se describe la Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT) como medio que permite la formación ciudadana en relación con la CPC la tecnología (CPCyT) y finalmente se presenta como el enfoque Ciencia,</p>

Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) ha permitido desarrollar proyectos que acercan al público a la ciencia y la tecnología a partir de una visión sostenible pero no sustentable; en el referente epistemológico se analiza como la ciencia y la tecnología, y en consecuencia los científicos y tecnólogos, son vistos en la posmodernidad en relación con su responsabilidad ética y moral.

La investigación se basó en una metodología cualitativa, descriptiva e interpretativa, usando como técnica de análisis de datos, el análisis del contenido, los resultados se consignaron en matrices de análisis. Esta se desarrolló en tres fases: la fase I de Selección, fase II o Codificación y Caracterización, y la fase, III o de Identificación e Interpretación. Los resultados evidencian que la línea de investigación *Public Understanding of Science*, ha enfocado sus investigaciones hacia la comprensión de la ciencia en general y no hay estudios como tal, sobre la comprensión pública de la química frente a su impacto socio-ambiental. Dentro de la línea fueron identificadas seis categorías emergentes del análisis: Comunicativa, Educativa, Social, Cultural, Histórica y Ético-Moral.

En la Categoría Comunicativa y sus subcategorías, se encontró que la comunicación pública de la ciencia y la tecnología, es esencial para lograr que el público comprenda la ciencia y la tecnológica. La Categoría Social y sus subcategorías, se hace énfasis en las percepciones que el público tiene de la ciencia y la tecnología. En la Categoría Educativa se enfatiza en la responsabilidad de las universidades en la comunicación pública de la ciencia y en la formación de profesionales de la ciencia. La Categoría Histórica se enfatiza en el origen de la Línea de Investigación “Public Understanding of Science”, la cual se ha desarrollado principalmente en dos contextos: el europeo y el anglosajón. La Categoría Cultural demuestra la necesidad que tiene la sociedad de crear una cultura científica y tecnológica, para mejorar el conocimiento de las personas de la ciencia, y finalmente la Categoría Ético – Moral, que expresa la importancia del desarrollo del pensamiento científico responsable.

En cuanto al contexto de las publicaciones, se evidenció que la CPCyT se ha desarrollado en dos contextos principalmente, el europeo y el anglosajón, que determinan por medio de encuestas la percepción y actitudes del público hacia la CyT. En el contexto europeo, la línea es denominada *Public Understanding of Science - PUS (comprensión pública de la ciencia)*, porque el objetivo no es solo alfabetizar sino lograr que el público comprenda la actividad y naturaleza de la actividad científica y tecnológica. En el contexto latinoamericano lo encontrado muestra que la CPCyT es un campo que por su reciente creación tiene aún, aspectos y factores que investigar. Luego del análisis de las categorías, subcategorías y temas deducidos, fueron propuestas implicaciones para la formación de profesorado de química.

Como recomendación, el trabajo sugiere ampliar el rango de tiempo del análisis, ampliar los estudios en el campo de la comprensión pública de la ciencia y de la química y finalmente, realizar un diseño curricular en la formación inicial del profesorado para que este conozca el desarrollo de la línea de comprensión y de la comunicación de la ciencia y la química en particular.

3. Fuentes

Para la realización de este trabajo se consultaron 233 referencias, entre libros, tesis de maestría y doctorado, ponencias y artículos, entre ellas se destacan:

Acevedo, J. (2010). ¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS? *Praxis Pedagógica*, 32-39.

Acevedo, J., Vázquez, A., Manassero, M., & Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 42-66.

Adúriz- Bravo, A. (2006). La epistemología en la formación de profesores de ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 25-36

Amador, R., Moreno, D., & Gallego, R. (2006). Los campos que hacen de la formación de profesores una línea de investigación en la didáctica de las ciencias de la naturaleza. *Revista de Enseñanza de la Física*, 21-33

Baram-tsabari, A., & Segev, E. (2011). Public Understanding of Science. *Public Understanding of Science*.

Bardin, L. (1986). *Análisis del contenido*. Madrid: Akal.

Bauer, M. (2009). The Evolution of Public Understanding of Science Discourse and Comparative Evidence. *Science, Technology and Society*, 221-240.

- Bird, C., & Frey, J. (2013). Chemical information matters: an e-Research perspective on information and data sharing in the chemical sciences. *Chemical Society Reviews*, 6754-6776.
- Cardoso, L., & Andrade, G. (2013). Imagem pública e divulgação da química: desafios e oportunidades. *Química Nova*, 36(10), 1561-1569.
- Chamizo, J. (2011). La imagen pública de la química. *Educación Química*, 22(4), 320-331.

4. Contenidos

El trabajo de investigación contó con una estructura de 9 capítulos que permitió abordar la problemática planteada:

- En el capítulo del marco conceptual, se dividió en los antecedentes y el desarrollo de los fundamentos teóricos desde los cuales se apoyó la investigación (referente didáctico y epistemológico). En el referente didáctico, se trabajó desde la imagen pública de la ciencia y de la química y la Comprensión Pública de la Ciencia. En el referente epistemológico, se trabajó desde la visión de la ciencia posnormal y la transposición del conocimiento científico al cotidiano.
- En el capítulo de la metodología, se destaca el tipo de investigación, el método de análisis, los criterios de rigor usados y los instrumentos desarrollados; fue considerada la técnica de análisis de datos del análisis de contenido de Bardin (1986) pero distanciándonos de lo clásico para ir hacia lo etnográfico. Este proceso se desarrolló en tres fases, las cuales guiaron la determinación de categorías emergentes, a través de la determinación de unidades de codificación o de registro y categorías de análisis.
- En el capítulo de los resultados y su análisis, se evidenció que: en la **fase I: Selección**, los artículos publicados desde 1952 hasta el 2015, en el año 2009 se halló la mayor cantidad de publicaciones.
- Para la **fase II: Codificación y Caracterización**. A partir de la codificación de los artículos y fragmentos fue posible determinar seis categorías de manera inductiva: Comunicativa (CO), Educativa (ED), Social (SO), Cultural (CU), Histórica (HI) y la Ético-moral (EM). Los resultados de muestran que en el campo de la CPCyT.
- En la **fase III: Identificación e Interpretación**. Se analizó cada subcategoría y temática, para determinar las implicaciones para la formación del profesorado. Se presenta que el campo de la formación de profesores de ciencias, como campo de investigación consolidado, debe considerar un aspecto más, el de la Comprensión Pública de la Ciencia y como resultado de este trabajo también la Comprensión Pública la Química.
- En el capítulo de las conclusiones se destaca que análisis de la tendencias y perspectivas de la línea, permiten concluir que son pocos los estudios en relación con la comprensión pública de la química (CPQ) y en especial frente a su impacto socio-ambiental; este aparente vacío en las tendencias de investigación de esta línea de investigación brinda la posibilidad de realizar más estudios y de esta forma identificar como el análisis de la CPQ y su impacto socio-ambiental tiene mucho que aportar al establecimiento de la relación del público con la ciencia y la tecnología.
- En las recomendaciones se sugiere: 1) analizar las publicaciones de la comprensión pública de la ciencia desde el año 1952 hasta la actualidad, 2) Ampliar la búsqueda y análisis del desarrollo y avance del campo de la comprensión pública de la química y su impacto socio-ambiental. 3) Proponer un programa de formación de profesores en el campo de la comprensión pública de la ciencia. 4) Proponer un diseño curricular en el que se tengan en cuenta las temáticas analizadas en cada subcategoría, y así se pueda cumplir con el objetivo de disminuir la distancia entre los científicos y el público, y así, todos comprendan y utilicen los productos de la CyT de manera consciente, analizando los riesgos y beneficios y tomando decisiones al respecto.

5. Metodología

La metodología de investigación fue cualitativa, siendo un estudio, exploratorio, descriptivo, interpretativo, holístico e inductivo. Se usó técnica de análisis de contenido; el objeto de estudio fueron los artículos de revistas en las que se publicó sobre comprensión pública de la ciencia en el periodo 2010-2015.

Fases de la investigación

- **Fase I: Selección:** En esta fase se hizo una revisión preliminar de los documentos que sirvieron como objeto de estudio. Obteniendo un total de 281 artículos en 134 revistas, pero después de una caracterización bibliográfica, se obtuvieron 97 artículos en 63 revistas.
- **Fase II: Codificación y caracterización:** Selección de unidades de análisis; unidades de muestreo. La unidad de registro seleccionada fue el “tema” y la unidad de contexto elegida fue el “párrafo”. Se determinó un sistema de codificación. Luego, se empezó a registrar por artículo, en una base de datos de Excel las unidades de registro y de contexto de cada artículo. Se realizó un inventario y clasificación de la información, para determinar de manera inductiva las categorías.
- **Fase III: Identificación e Interpretación:** En esta fase se identifican y comparan las categorías de análisis en relación con el desarrollo de los objetivos y resolución de la problemática del trabajo, en donde se determinaron las tendencias y perspectivas en relación con la comprensión pública de la ciencia y en específico en la comprensión pública de la química frente a su impacto socio-ambiental.

6. Conclusiones

A nivel general, el análisis de las tendencias y perspectivas de la línea, permitieron concluir que son pocos los estudios en relación con la comprensión pública de la química (CPQ) y en especial frente a su impacto socio-ambiental; este aparente vacío en las tendencias de investigación de esta línea de investigación brinda la posibilidad de realizar más estudios y de esta forma identificar como el análisis de la CPQ y su impacto socio-ambiental tiene mucho que aportar al establecimiento de la relación del público con la ciencia y la tecnología.

Frente a los objetivos específicos propuestos se concluye lo siguiente:

Para el diseño de una trama evolutiva de la línea de investigación *Public Understanding of Science*:

- **El diseño de la trama evolutiva de la línea de investigación *Public Understanding of Science***, se identificó mediante el análisis de la categoría histórica, en la que se presenta que la línea surgió desde la década de 1940 cuando la Association of Scientific Workers (ASW) de Gran Bretaña editó un documento en el que se mostraban los primeros lineamientos para el estudio de la relación del público con las actividades científicas. En el año de 1970 se estudian las actitudes públicas de la ciencia, pero solo hasta el año de 1980 se institucionalizó la reflexión teórica de las mismas, con el surgimiento de los movimientos *Science Literacy* y *Public Understanding of Science*. Posteriormente en los años 80, emergen estudios en la nanociencia y en el 2001 se realizan los primeros estudios. En la década de 1990 hasta la actualidad se están realizando estudios en este campo en diferentes contextos, pero en particular en el europeo, anglosajón y latinoamericano. En el contexto colombiano, por medio de Colciencias, se ha realizado la tarea de explorar las percepciones de los ciudadanos al respecto de la CyT.

Sobre la caracterización de la línea respecto a la comprensión pública de la Química y su impacto social y ambiental:

- Esta **caracterización** se hizo a través del análisis de las categorías:

En la categoría Comunicativa, las subcategorías “Comunicación de la Química”, “actualidad y desafíos” “relación de la comunicación con la democracia y las políticas públicas”. En la categoría social (SO) y sus subcategorías presentaron que la ciencia y la química han tenido una imagen negativa, debido a los impactos sociales y ambientales generados por su actividad. La categoría Educativa (ED), permitió determinar el papel de las universidades en la comunicación de la ciencia y en la formación de profesionales en este campo. En la Categoría Histórica (HI), se evidenció que la línea se ha desarrollado principalmente en tres contextos, el europeo, anglosajón y latinoamericano. En la Categoría Cultural (CU), se concluyó que es necesario que la sociedad forme una cultura científica. Finalmente, la categoría ético-Moral (EM), permitió comprender como los científicos tienen la responsabilidad de comunicar su trabajo.

Asimismo, frente al impacto socio-ambiental se encontró que la comprensión pública de la ciencia permite al público aprovechar los adelantos científicos y tecnológicos, tomar decisiones respecto a su salud y de las diferentes situaciones presentadas en el medio que le rodea, en específico en problemáticas ambientales, porque esta comprensión le permite obtener una adecuada comprensión y apreciación de la naturaleza de los riesgos y de cómo interpretarlos.

En los **análisis de la tendencia** de la línea no se encuentran resultados que presenten a la comprensión pública de la química frente a su impacto socio ambiental directamente, pero se encontraron aspectos que determinan la reacción del público con lo ambiental. En esta línea hubo apartados específicos que mostraron que los Estudios de *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA)*, han trabajado en el desarrollo de esta comprensión pública de la ciencia y de la química, pero aún de forma insuficiente.

Sobre las recomendaciones para el abordaje e inclusión de esta línea en la formación del profesorado de química.

- Fue propuesto que este campo coincide un aspecto más, el de la Comprensión Pública de la Ciencia y como resultado de este trabajo, la Comprensión Pública la Química. Esta adición a la formación de profesores surge debido a la creciente desmotivación y analfabetismo de los estudiantes frente a temas científicos y químicos. Lo que se concluye es que este campo debe contemplar la posibilidad de formar a los docentes en la comprensión pública de la ciencia y de la química para poder enseñar a los estudiantes su importancia. El desarrollar diseños curriculares en ciencias y de la química basados en proceso de alfabetización científica y tecnológica -ACT-, no es la única opción para determinar el vínculo del público con la ciencia, ahora se propone el diseño de currículos basados en los objetivos, características y modelos de la comprensión pública de la ciencia, que amplía la propuesta de la ACT y desarrolla otros aspectos de la relación ciencia y público. Por este motivo, es indispensable fomentar la capacitación de los docentes no solo en didáctica de la disciplina sino también en la historia, sociología y filosofía de la ciencia, como aspectos fundamentales de ayudan a consolidar su conocimiento didáctico del contenido o CDC.

Elaborado por:	Leidy Vanessa Mora Gutiérrez
Revisado por:	Diana Lineth Parga Lozano

Fecha de elaboración del Resumen:	29	Agosto	2016
--	----	--------	------

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	16
LISTA DE TABLAS.....	17
LISTA DE SIGLAS	19
INTRODUCCIÓN.....	21
1. JUSTIFICACIÓN	24
2. MARCO CONCEPTUAL.....	27
2.1 ANTECEDENTES.....	27
2.1.1 Antecedentes de la imagen pública de la ciencia y de la química.....	27
2.1.2 Antecedentes de la Comprensión Pública de la Ciencia	30
2.2 REFERENTE DIDÁCTICO	32
2.2.1 Imagen pública	32
2.2.1.1 Imagen pública de la química.....	33
2.2.2 Comprensión desde el modelo de enseñanza para la comprensión (EpC).....	38
2.2.3 Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología desde la Línea de Investigación Public Understanding of Science.....	39
2.2.4 La comprensión pública de la ciencia y de la tecnología vista desde la postura de los científicos.....	48
2.2.5 La comprensión pública de la ciencia y de la tecnología desde la postura del presente trabajo de investigación	51
2.2.6 Alfabetización científica y tecnológica	52
2.2.7 Enfoque ciencia, tecnología, sociedad, ambiente, CTSA.....	58
2.2.7.1 La Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología a partir de los Estudios Sociales de la Ciencia o Línea de investigación CTSA.	62
2.2.7.2 La naturaleza de la ciencia como línea de investigación a partir de la Comprensión Pública de la Ciencia	65
2.3 REFERENTE EPISTEMOLÓGICO	71
2.3.1 Ciencia posnormal.....	71
2.3.2 Del Conocimiento Científico al Conocimiento Público.....	75
2.3.2.1 ¿Por qué es necesario divulgar el conocimiento científico y tecnológico?.....	77
2.3.2.2 Transposición epistemológica: del conocimiento científico al conocimiento cotidiano	80
2.3.2.3 Mecanismos de divulgación de la ciencia.....	86
2.3.2.4 Divulgación Científica y Periodismo Científico.....	87

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	95
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	95
3.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	97
4. OBJETIVOS	99
4.1 OBJETIVO GENERAL	99
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	99
5. METODOLOGÍA.....	100
5.1 CARÁCTER DE LA INVESTIGACIÓN	100
5.2 TÉCNICA DE ANÁLISIS: ANÁLISIS DEL CONTENIDO.....	101
5.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	102
5.3.1 Fase I: Selección.....	102
5.3.2 Fase II: Codificación y caracterización.....	109
5.3.2.1 Etapa de codificación	109
5.3.2.2 Etapa de Categorización.....	112
5.3.3 Fase III: Identificación e Interpretación	114
5.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	115
5.5 CRITERIOS DE RIGOR DE LA METODOLOGÍA.....	115
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	116
6.1 RESULTADOS DE LA FASE I: SELECCIÓN	116
6.2 RESULTADOS FASE II: CODIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN	138
6.2.1 Etapa de Codificación.....	138
6.2.2 Etapa de Caracterización	139
6.2.2.1. Resultados y su análisis para la Categoría Comunicativa (CO)	141
6.2.2.2 Resultados y su análisis para la Categoría Social (SO)	202
6.2.2.3 Resultados y su análisis para la Categoría Educativa (ED).....	228
6.2.2.4 Resultados y su análisis para la Categoría Histórica (HI).....	249
6.2.2.5 Resultados y su análisis para la Categoría Cultural (CU).....	266
6.2.2.6 Resultados y su análisis para la Categoría Ético-Moral (EM).....	271
6.2.2.6 Triangulación de resultados a partir de las Categorías y Subcategorías	275
7. IMPLICACIONES DEL TRABAJO EN EL CAMPO DE LA FORMACIÓN DE PROFESORES EN CIENCIAS	282

8. CONCLUSIONES.....	290
8.1 CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE ACUERDO CON LAS FASES DE INVESTIGACIÓN	290
8.2 CONCLUSIONES FRENTE A LA PREGUNTA PROBLEMA.....	292
8.3 CONCLUSIONES RESPECTO A LAS TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN PUS.....	294
8.4 CONCLUSIONES FRENTE AL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS.....	295
9. RECOMENDACIONES.....	300
10. REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS	301
11. ANEXOS	314
11.1 ANEXO 1. Tabla de caracterización de las revistas y artículos publicados en el campo de la CPCyT desde 1952 – 2009.....	314
11.2 ANEXO 1. Tabla de caracterización de las revistas y artículos publicados en el campo de la CPCyT desde 2010 – 2015.....	341
11.3 ANEXO 3. Base de datos de la codificación y caracterización de cada una de las categorías.....	351

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Síntesis de la fase I.....	108
Figura 2. Ejemplo de código alfanumérico.	111
Figura 3. Síntesis de la fase II.....	113
Figura 4. Síntesis de la fase III.....	114
Figura 5. Resultados de las revistas con mayor cantidad de artículos publicados en el campo de la CPC y T desde 1952 al 2009.	116
Figura 6. Relación número de revistas y artículos del campo CPCyT, según el contexto geográfico en los años 1952-2009.....	117
Figura 7. Relación de países con mayor número de revistas y artículos publicados en el campo de la CPC y T. Fuente: Elaboración propia.	118
Figura 8. Relación decreciente entre el año y la cantidad de artículos publicados desde el 1952-2009.	119
Figura 9. Relación decreciente entre el año y la cantidad de artículos publicados desde el 2010-2015.	131
Figura 10. Resultados de las revistas con mayor cantidad de artículos publicados en el campo de la CPC y T desde 2010 al 2015.....	133
Figura 11. Relación número de revistas y artículos del campo CPCyT, según el contexto geográfico en los años 2010-2015.....	134
Figura 12. Relación de países con mayor número de revistas y artículos publicados en el campo de la CPC y T. Fuente: Elaboración Propia.	135
Figura 13. Frecuencia de aparición de las subcategorías de la categoría comunicativa.	141
Figura 14. Frecuencia de aparición de las subcategorías de la categoría social.	202
Figura 15. Frecuencia de aparición de las subcategorías de la categoría educativa.	229
Figura 16. Frecuencia de aparición de las subcategorías de la categoría histórica. Fuente: Elaboración propia.....	250

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Definición de comprensión.....	40
Tabla 2. Roles del profesorado y estudiantado al abordar el enfoque CTSA	59
Tabla 3. Estrategias de enseñanza –aprendizaje del enfoque CTSA.....	60
Tabla 4. Aspectos a analizar en la NdC	69
Tabla 5. Disciplinas metacientíficas en la que se apoya la filosofía de la ciencia	71
Tabla 6. Aspectos importantes de los artículos del campo de la CPC de la década del 50' a la década del 2000'.....	119
Tabla 7. Caracterización de los artículos publicados desde el 2010 hasta el 2015	121
Tabla 8. Revistas clasificadas según campo de investigación e índice de impacto.....	131
Tabla 9. Índice de impacto y citación de las revistas y artículos de Colombia publicados desde 2010-2015.....	136
Tabla 10. Resumen análisis fase I.	137
Tabla 11. Resumen análisis revistas Colombianas.	137
Tabla 12. Categorías inductivas del campo de la CPCyT.	138
Tabla 13. Categoría comunicativa (CO) y sus subcategorías.....	139
Tabla 14. Fragmentos encontrados en las categorías y subcategorías analizadas.....	140
Tabla 15. Temáticas de la subcategoría “Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología”.....	142
Tabla 16. Temáticas de la subcategoría “Medios de Comunicación en Ciencia y Tecnología”.....	153
Tabla 17. Temáticas de la subcategoría “Divulgación Científica y Tecnológica”	165
Tabla 18. Temáticas de la subcategoría “Museos y Centros Interactivos de Ciencias y Tecnología”.....	176
Tabla 19. Temáticas de la subcategoría “Transposición epistemológica del conocimiento científico al conocimiento cotidiano”.....	184
Tabla 20. Temáticas de la subcategoría “Periodismo Científico”	189

Tabla 21. Temáticas de la subcategoría “Popularización de la Ciencia”	194
Tabla 22. Temáticas de la subcategoría “Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología”	203
Tabla 23. Temáticas de la subcategoría “Actitudes hacia la Ciencia y la Tecnología”	215
Tabla 24. Temáticas de la subcategoría “Relación Ciencia y Público”.	220
Tabla 25. Temáticas de la subcategoría “Políticas Públicas”	224
Tabla 26. Temáticas de la subcategoría “Modelos de la CPCyT”	229
Tabla 27. Temáticas de la subcategoría “Educación Científica”	236
Tabla 28. Temáticas de la subcategoría “Alfabetización Científica y Tecnológica”	240
Tabla 29. Temáticas de la subcategoría “Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT)”	242
Tabla 30. Temáticas de la subcategoría “Estudios de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología”	244
Tabla 31. Temáticas de la subcategoría “Estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA)”	246
Tabla 32. Temáticas de la subcategoría “Historia de los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología”	250
Tabla 33. Temáticas de la subcategoría “Historia de la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología”	256
Tabla 34. Temáticas de la subcategoría “Historia de la Línea de Investigación CPC”	258
Tabla 35. Temáticas de la subcategoría “Historia de la Línea de Investigación CPC”	263
Tabla 36. Temáticas de la subcategoría “Cultura Científica y Tecnológica”	266
Tabla 37. Síntesis y Relación de las Categorías y Subcategorías.....	275
Tabla 38. Triangulación de las Categorías, Subcategorías y Temáticas de la Línea de Investigación Public Understanding of Science.....	280

LISTA DE SIGLAS

1. ACT - Alfabetización Científica y Tecnológica.
2. ASCyT - Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología.
3. ASW - Association of Scientific Workers.
4. ASW - Association of Scientific Workers.
5. CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior.
6. CDC - Conocimiento Didáctico del Contenido.
7. CO – Comunicativa.
8. CONICYT - Comisión Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
9. COPUS - Comité para la Comprensión Pública de la Ciencia.
10. CPCyT - Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología.
11. CPQ - Comprensión Pública de la Química.
12. CTSA - Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente.
13. CU – Cultural.
14. CyT – Ciencia y Tecnología.
15. DOAJ - Directory of Open Access Journals.
16. DQU - Departamento de Química.
17. ED –Educativa.
18. EE.UU – Estados Unidos.
19. EM – Ético- moral.
20. EpC - Enseñanza para la Comprensión.
21. ESCyT - Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología.
22. FECTY - Federación Española para la Ciencia y la Tecnología.
23. HI –Histórica.
24. HighWire - HighWare Stanford University.
25. HPS – History and Philosophy of Science y Science Teaching.
26. IEDCYT - Instituto de estudios documentales sobre Ciencia y Tecnología.
27. IN-RECS - Índice de impacto de Revistas Españolas de Ciencias Sociales.
28. IOS - Issue-Oriented-Science.
29. ISA – Impacto Socio Ambiental.
30. ISI - Institute of Scientific Information.
31. JCR - Journal Citation Reports.
32. NASW - National Association of Scientific Writers.
33. NASW - National Association of Scientific Writers.
34. NdC –Naturaleza de la Ciencia.
35. OCYT - Observatorio de Ciencia y Tecnología de Colombia.
36. ODS - United Nations Official Document System.
37. OEI - Organización de Estados Iberoamericanos.
38. OKR - Open Knowledge Repository.
39. PoP - Publish or Perish.
40. PUS - Public Understanding of Science.
41. PVC - Policloruro de Vinilo.

42. Reduc - Red Latinoamericana de Información y Documentación en Educación.
43. RICYT - Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología.
44. SATIS - Science and Technology in Society.
45. SJR - SCImago Journal y Country Rank.
46. SNCT - Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.
47. SO – Social.
48. SSK - Sociología del Conocimiento Científico.
49. SSyC - Scope, Sequence and Coordination.
50. TDR - Trabajos Doctorales en la Red.
51. TED –Tecné Episteme y Didaxis.
52. UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
53. UPN – Universidad Pedagógica Nacional.
54. UPTC – Universidad Pedagógica Tecnológica de Colombia.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación se desarrolló en el marco del grupo de investigación “Alternativas para la enseñanza de las ciencias: ALTERNACIENCIAS” y en la línea de investigación “Didáctica de los Contenidos Curriculares en Química” de la Universidad Pedagógica Nacional, en la cual se consideró importante realizar una investigación del campo de la comprensión pública de la ciencia y de la química debido a su creciente desarrollo en las últimas tres décadas, generando como resultado la Línea de Investigación *Public Understanding of Science (PUS)* que se ha encargado de divulgar y generar investigaciones sobre la relación público, ciencia y tecnología, pero que por su reciente creación, es poco conocida y explorada en los países de América Latina a diferencia de países como los Estados Unidos, Italia, Francia, Gran Bretaña, España y Japón, en los cuales su evolución ha sido significativa.

De acuerdo con lo anterior, en el primer capítulo de este trabajo se presenta la justificación en la que se manifiestan los motivos que han dado origen al estudio de la comprensión pública de la ciencia y la tecnología (CPCyT), tales como el aseguramiento del financiamiento económico de la actividad científica; el reaccionar ante movimientos anti-ciencia y ser un beneficio para los ciudadanos para tomar decisiones y posiciones críticas frente al desarrollo de la ciencia y la tecnología. Así mismo se expresa que esta investigación se justifica por los pocos análisis en la línea de aspectos relacionados con la Comprensión Pública de la Química (CPQ) y en especial frente a su impacto socio-ambiental (ISA) y educativo, en particular, en la formación del profesorado de ciencias y de la química ha sido poco tratado.

El segundo capítulo desarrolla el marco conceptual, dividido en los antecedentes y el desarrollo de los fundamentos teóricos desde los cuales se apoyó la investigación (referente didáctico y epistemológico). En los antecedentes se presentan los trabajos que permiten conocer e identificar las investigaciones al respecto de la imagen y comprensión pública de la ciencia y la tecnología y de la química, trabajos que evidencian como la química ha tenido a lo largo de la historia una imagen positiva y negativa en relación con el desarrollo de su actividad e impacto socio-ambiental y en relación con la comprensión pública de la ciencia, tecnología y la química se presentan investigaciones similares a la presente que se han dedicado a estudiar la evolución y tendencias de la PUS donde se evidencia que no se han realizado investigaciones de la comprensión pública de la química (CPQ) e impacto socio-ambiental y se dedica una sección para la descripción sobre como el desarrollo científico y tecnológico ha tenido interés de tipo económico y político sin considerar la responsabilidad social y ética que estos implican.

En el referente didáctico se expresa qué se está entendiendo por imagen pública para analizar lo respectivo a la imagen pública de la química. De la misma forma se encuentra la delimitación de lo que se considera lo público, la comprensión y la ciencia para presentar el desarrollo de lo que hasta el momento se conoce de las tendencias y perspectivas de la línea PUS. En esta misma sección se describe sobre la Alfabetización Científica y

Tecnológica (ACT) como medio que permite la formación ciudadana en relación con la CPC y finalmente se presenta como el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) ha permitido desarrollar proyectos que acercan al público a la ciencia y la tecnología a partir de una visión sostenible pero no sustentable; en el referente epistemológico se presenta una descripción de cómo la ciencia y la tecnología, y en consecuencia los científicos y tecnólogos son vistos en la posmodernidad en relación con su responsabilidad ética y moral.

En el tercer capítulo “Planteamiento del problema” se presenta como la CPC y de la química se ha convertido en un problema de investigación, entre otras porque los científicos no se han preocupado por reflexionar y analizar las imágenes que el público posee de ellos y de su actividad y como estas imágenes están afectando la comprensión que la sociedad posee de la actividad científica, por lo que es un campo que solo hasta hace tres décadas se empezó a estudiar y se han realizado aportes para reconciliar la visión científica con la visión pública de la ciencia, pero son estudios que se han centrado en la CPC, pero no en la CPQ en especial, frente a su impacto socio-ambiental, por lo que el estudio analizará y comparará el desarrollo de estas temáticas en el contexto Anglosajón y Europeo en relación con el contexto Latinoamericano. En el cuarto capítulo se presenta el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

El quinto capítulo describe el tipo de investigación a desarrollar el cual fue de tipo cualitativo, de orden descriptivo e interpretativo. La técnica propuesta para analizar los datos fue el análisis del contenido desde la perspectiva de Bardin (1986), tomando distancia de las técnicas cuantitativas para el objeto de estudio, pero aproximándonos a un análisis más etnográfico de los artículos de revistas y centrándonos el análisis de un aspecto interpretativo de la información para generar propuestas y aportes a la temática de trabajo. En este sentido, se presentan tres fases de la investigación, la fase I de Selección, en la que se realizó la revisión preliminar de la temática CPCyT y CPQ en distintas fuentes de información para identificar y caracterizar las revistas que proporcionaron los documentos a analizar, comparando el desarrollo de estas temáticas en el contexto anglosajón y europeo en relación con el contexto latinoamericano. En la fase II o Codificación y Caracterización, se seleccionaron las revistas a trabajar según índices de impacto o inscripción en algún sistema de indexación, número de publicaciones anuales y relevancia con la temática objeto de investigación; de las revistas seleccionadas se tomaron 97 artículos a los que se les realizó un proceso de codificación teniendo como unidad de registro el tema y como unidad de contexto el párrafo. En la fase, III o de identificación e Interpretación, se clasificaron las unidades en categorías que determinaban su contenido, las cuales permitieron hallar las tendencias y perspectivas de la CPCyT, para realizar los aportes al estudio de la CPQ frente a su impacto socio-ambiental.

En este capítulo se presentan las técnicas de recolección de información utilizadas, las que consistieron en el diseño y aplicación de matrices de presentación y análisis de la información analizada y codificada en cada una de las fases de la investigación; se

presentan también los criterios de rigor de la metodología, los cuales son la dependencia o confiabilidad cualitativa y la credibilidad de la información.

En el capítulo seis, se presentan los resultados encontrados y su análisis, destacándose los aportes de cada categoría, subcategoría y temática al desarrollo de la investigación. Se determina en la Categoría Comunicativa, que la comunicación pública de la ciencia y la tecnología, es esencial para lograr que el público comprenda la ciencia y la tecnológica. En la Categoría Social, se hace énfasis en las percepciones que el público tiene de la ciencia y la tecnología. En la Categoría Educativa, se enfatiza en la responsabilidad de las universidades en la comunicación pública de la ciencia y en la formación de profesionales de la ciencia. También se resalta el desarrollo e implementación de procesos de enseñanza-aprendizaje que involucren aspectos CTSA, sociales, psicológicos, didácticos y la historia y filosofía de la ciencia. La Categoría Histórica enfatiza en el origen de la Línea de Investigación “Public Understanding of Science”, la cual se ha desarrollado principalmente en dos contextos: el europeo y el anglosajón, pero en la que el latinoamericano, ha realizado aportes importantes. La Categoría Cultural demuestra la necesidad que tiene la sociedad de crear una cultura científica y tecnológica, para mejorar el conocimiento de las personas de la ciencia, y finalmente la Categoría Ético – Moral, que expresa la importancia del desarrollo del pensamiento científico responsable.

El capítulo siete presenta las implicaciones en la formación de profesorado, en la que se como el campo de la formación de profesores de ciencias, como campo de investigación consolidado, debe considerar un aspecto más, el de la Comprensión Pública de la Ciencia y como resultado de este trabajo también la Comprensión Pública la Química. También se presenta la importancia del estudio de la comprensión pública de la química y su impacto socio-ambiental, en la formación del profesorado, ya que es un aspecto que no ha sido desarrollado directamente. Por lo que el ejercicio docente no se puede separar de su objeto histórico - epistemológico, del conocimiento psicopedagógico, del contexto escolar y por supuesto de la disciplina que se enseña, es decir, del conocimiento didáctico del contenido curricular (CDC), el cual gira en torno del qué y cómo enseñar desde el diseño curricular, en este caso, de un CDC de química.

En el capítulo ocho, se encuentran las conclusiones que destacan que los estudios de la comprensión pública de la ciencia y de la química, han sido muy pocos y por lo que es un campo que tiene mucho que explorar en relación con el interés para que el público comprenda a la química y su impacto socio-ambiental.

Y en el último capítulo, están las recomendaciones que expresan principalmente la necesidad de ampliar el rango de tiempo del estudio, ampliar los estudios en el campo de la comprensión pública de la ciencia y de la química y finalmente, el realizar un diseño curricular en la formación inicial del profesorado para que conozca el desarrollo de la línea de comprensión y de la comunicación de la ciencia y la química en particular.

1. JUSTIFICACIÓN

El campo de la comprensión pública de la ciencia ha ido adquiriendo a partir de las últimas tres décadas un nivel cada vez mayor de importancia en relación con el desarrollo de investigaciones cualitativas y cuantitativas al respecto y en la preocupación y/o generación de políticas que promuevan activamente a través de agencias gubernamentales, representantes de la comunidad científica y el público en general, un análisis y reflexión de como la sociedad está comprendiendo la actividad científica (Polino, Fazio y Vaccarezza, 2003).

Los recientes intereses por aumentar esta conciencia pública en asuntos científicos tienen diversos motivos, los cuales están enfocados a argumentos científicos, otros más hacia lo intelectual, lo estético, lo social o hacia lo político y económico, que según el campo que se esté analizando, algunos se consideraran a favor o en contra de lo que se considera o debería abarcar la comprensión pública de la ciencia, pero que son necesarios de contemplar y conocer ya que indican por qué la sociedad y la comunidad científica están considerando que se debe estudiar y promover la comprensión pública de la ciencia.

Por lo tanto, uno de los primeros motivos y el más antiguo que dio origen a estos estudios, fue la preocupación de la comunidad científica “por asegurar el financiamiento público necesario para el funcionamiento de las instituciones y mecanismos de la ciencia. Es decir, el intento por legitimar socialmente la actividad de investigación y desarrollo” (Polino, Fazio y Vaccarezza, 2003, p.2), para mantener el éxito del mercado científico, que se basa, en la posesión de programas de investigación, para la generación de bienes y servicios y de esta manera mantener la participación en la competencia internacional por la riqueza económica (Thomas y Durant, 1987). De la misma manera están aquellos motivos que surgen como reacción a los movimientos y organizaciones que critican y juzgan la actividad científica y tecnológica debido a la generación de problemas sociales y ambientales y como reacción al auge de políticas públicas que intentan reconciliar y ajustar las demandas sociales con las demandas científicas (Polino, Fazio y Vaccarezza, 2003), con el objetivo de que los países que promuevan y poseen la mayor demanda de científicos y oferta de conocimientos, mantengan su posición de liderazgo intelectual e ideológica en el mundo.

Así mismo, existen motivos que están más influenciados por el beneficio propio de la ciencia y de los individuos. Beneficio para la ciencia porque el comprenderla permite que aumente el número de personas interesadas en estudiar carreras científicas y el apoyo público a la misma, lo que a su vez generará el respeto y la admiración por la ciencia y no un “odio” o miedo por la misma, es decir, un “antídoto para la anti-ciencia” (Thomas y Durant, 1987) y beneficio para los individuos, porque un público informado es capaz de decidir y tomar decisiones frente al impacto de la ciencia y la tecnología y ejercer como mecanismo de control de los mismos, el mundo se vuelve más interesante y con menos amenazas para ellos ya que al comprender el funcionamiento de las cosas permite sacar el máximo provecho a los avances de la ciencia y la tecnología.

Estos aspectos están íntimamente ligados con el beneficio de acortar la brecha entre la ciencia y la cultura en general, es decir, la distancia entre los profesionales especializados de una disciplina científica y los que son legos en cada campo en particular (Thomas y Durant, 1987, p.6), evitando que una falta de comprensión de la ciencia genere imágenes erróneas de la misma.

Asimismo, se encuentran los motivos en relación con lo estético y lo moral. En lo estético porque el comprender la ciencia permite conocer la capacidad de revelar el orden y la belleza del universo y en lo moral porque la promoción de la comprensión pública de la ciencia permite que las normas y valores internos de ésta se transfieran a la cultura, es decir, que principios éticos como la verdad objetiva no existen, que se debe trabajar en equipo y que la coerción no es el medio de autoridad para que se logren los objetivos; estos hacen que la sociedad posea una base para la auto-responsabilidad y un diseño para la vida (Thomas y Durant, 1987).

El exponer estos motivos no tiene como objetivo el indicar que son aquellos que se consideran los más adecuados y correctos para promover la comprensión pública de la ciencia e incluso de la química, sino el objetivo es evidenciar que este campo está haciendo un llamado a que se considere que la ciencia y la tecnología desempeñan un papel crucial en el mundo y para la sociedad, debido a los efectos, positivos o negativos, que puede generar en la vida de las personas y que por lo tanto, se debe invertir en hacer investigaciones que aporten al estudio de las interacciones del público con la actividad científica y tecnológica.

De otro lado, estos criterios permiten determinar que debido a la diversidad de argumentos a favor de uno u otro motivo, no existen, o aun no son claras, para la sociedad y para la misma comunidad científica cuáles son las tendencias, orientaciones, perspectivas y objetivos de la comprensión pública de la ciencia y de la química. De la misma manera se quiere demostrar que en los motivos que guían los estudios en este campo, no se encuentran aspectos relacionados con la formación del profesorado en ciencia y en particular de la química frente a su impacto socio-ambiental, por lo que es necesario que este campo de la comprensión pública de la química y sus impactos a nivel social y ambiental se conviertan en objeto de estudio y análisis de los profesores y así desde la escuela, se pueda trabajar y desarrollar a favor de una inclusión de esta temática.

Por lo tanto, este trabajo de análisis pretende aportar referentes teóricos y metodológicos a la comprensión pública de la química en relación con su impacto socio-ambiental y así mismo aportar bases de trabajo de la línea PUS en el campo educativo, en particular en la formación del profesorado de ciencias. Aportes que están direccionados y relacionados con la intención de brindar una nueva visión y perspectivas al enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente), que “proporciona a las propuestas de alfabetización en ciencia y tecnología una visión centrada en la formación de actitudes, valores y normas de comportamiento respecto a la intervención de la ciencia y la tecnología en la sociedad... con el fin de ejercer responsablemente como ciudadanos y tomar decisiones razonadas y

democráticas en la sociedad civil” (Mora y Parga, 2010, p.86), convirtiéndose en un campo que trabaja en conjunto con la educación, investigación y política pública en aspectos sociales, económicos y ambientales de la ciencia (Acevedo, Vásquez y Manassero, 2002), pero desde una visión del desarrollo sostenible donde lo económico se basa en el crecimiento y eficiencia, lo ambiental (ecológico) a favor de la integridad de los ecosistemas y respeto a los límites de la explotación de los recursos naturales y lo social se encarga de la equidad y movilidad social (Mora, 2012), dejando de lado factores como lo político, ético y cultural, es decir aspectos del desarrollo humano sustentable en donde son fundamentales valores, creencias, sentimientos y saberes) que articulan la calidad de vida y la armonía del ser humano y la naturaleza (Mora, 2012) y que son y pueden ser trabajados con una mayor complejidad desde la comprensión pública de la ciencia.

Esto hace que sea oportuno, necesario y significativo realizar un análisis de las tendencias de la reciente línea de investigación *Public Understanding of Science*, porque esta se ha encargado de divulgar los aspectos de las interrelaciones entre la ciencia y la tecnología con el público, incluyendo sus representaciones populares, los sistemas de creencias científicas y seudocientíficas, la historia de la ciencia, la educación popular de la ciencia, la ciencia y los medios de comunicación y cada uno de los motivos anteriormente mencionados. Estudio que se centrará en analizar el desarrollo de la línea desde el año 2010 hasta el 2015.

Igualmente se justifica este análisis porque los mayores aportes a esta línea se han realizado principalmente en países como Estados Unidos, Japón, Canadá y Europa Occidental, pero en países de Iberoamérica como Argentina, Brasil, Colombia, España y México, la comprensión pública de la ciencia y en especial de la Química es un tema novedoso y poco estudiado con algunos estudios de tipo cualitativo y aplicación de encuestas para medir la comprensión de la ciencia que posee el público. Es así como este trabajo adquiere importancia al aportarle a este campo de investigación de la CPCyT nuevas perspectivas y propuestas de investigación basadas en la CPQ frente a su impacto socio-ambiental, a partir del conocimiento de su evolución y tendencias investigativas en el contexto Anglosajón y Europeo en relación con el contexto Latinoamericano, y a su vez aportar desde el ámbito de la formación del profesorado de la química en particular.

2. MARCO CONCEPTUAL

Para el desarrollo del presente trabajo es necesario tener en cuenta los trabajos que le anteceden y que han abordado el análisis de la evolución, tendencias y perspectivas de la línea de investigación *Public Understanding of Science* en el ámbito nacional e internacional, con el objetivo de realizar aportes metodológicos y conceptuales a este campo desde la formación de profesores de ciencias y en especial de la química.

2.1 ANTECEDENTES

Un análisis evolutivo de esta línea de investigación implica reconocer las tendencias de investigación de los trabajos que se han realizado al respecto, lo que se logra mediante la búsqueda y lectura razonada de los informes de investigación, tesis, artículos y textos escritos por las personas que adelantan investigaciones en distintos niveles de formación en este campo, igualmente es necesario señalar los encuentros académicos como congresos, seminarios y foros que se encargan discutir y divulgar este tema.

Después de realizar una búsqueda sistemática en diferentes bases de datos con el objetivo de identificar los documentos en el ámbito nacional e internacional en los que se ha publicado y discutido el tema de la comprensión e imagen pública de la ciencia y de la química, se han encontrado pocas publicaciones en revistas iberoamericanas y anglosajonas, Journal, Handbook's, tesis y libros, que han reflexionado y analizado esta temática con un objetivo informativo y se han centrado en casos específicos de investigación, pero son publicaciones que aportan al desarrollo y consolidación del marco conceptual de esta temática. De la misma manera solamente se encontraron 7 trabajos que han realizado un balance de la evolución, tendencias y perspectivas de la línea de investigación, a diferencia de la gran cantidad de documentos relacionados con el estudio de la evolución y tendencias de las actitudes hacia la ciencia, la enseñanza y aprendizaje de la misma.

Por lo tanto, los antecedentes se presentan en dos sentidos, el primero en el que se mencionarán algunos de los documentos que permiten conocer e identificar las investigaciones realizadas al respecto de la imagen y comprensión de la ciencia y de la química, y en el segundo sentido, se presentan los estudios que hacen un balance de la línea de investigación *Public Understanding of Science (PUS)*.

2.1.1 Antecedentes de la imagen pública de la ciencia y de la química

El artículo base que dio origen a la presente investigación fue el realizado por Mora y Parga (2010) titulado "*La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje*" publicado en la revista TED; este muestra como la química posee una imagen popular y académica negativa, ya que se le atribuye la generación de los problemas medio ambientales que presenta la sociedad, lo que incide en la generación de actitudes negativas hacia esta y su aprendizaje; se presenta la línea de investigación *Public Understanding of Science* como el medio que permite reconciliar la visión científica con la visión social de la ciencia y la química, y proponiendo que el conocimiento de esta línea y de la epistemología e historia de la ciencia son fundamentales

para una didáctica de la química orientada hacia la alfabetización en química y a la formación docente en torno al diseño curricular.

Campanario, Moya y Otero (2001) en el trabajo "*invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad*", publicado en la revista Enseñanza de las Ciencias, expresan como la ciencia es presentada de una manera no adecuada en anuncios de periódicos de difusión nacional (El País, El Mundo...), revistas generales, no dirigidas a especialistas (Hola, Cambio 16, ...) y suplementos dominicales de periódicos de difusión nacional; allí, la ciencia es vista como una fuente de autoridad que respalda las reclamaciones relativas a los productos o servicios que ella produce, demostrando que existen exageraciones y alabanzas a las cualidades de la ciencia. Este estudio se destaca porque su unidad de análisis son documentos como los periódicos y revistas.

Igualmente Gálvez y Waldegg (2004) en su trabajo "*ciencia y científicidad en la televisión educativa*", publicado en la revista Enseñanza de las Ciencias describen como construir simbólicamente mediante el lenguaje audiovisual, la idea de "la ciencia y lo científico" en el modelo mexicano de la telesecundaria. Se analizaron las palabras, las imágenes, los sonidos, las ideologías y códigos de los programas ¡Comenzamos! y La ciencia de la vida, los cuales fueron seleccionados de 20 programas a partir de una revisión de sus contenidos en la Guía didáctica. Los resultados muestran las siguientes representaciones sociales de la ciencia: La ciencia como descubridora de la realidad, de las leyes de la naturaleza, una ciencia acumulativa, lineal, observadora, inductiva, utilitaria, elitista y una ciencia superior a otros conocimientos. Este trabajo se selecciona por su aporte metodológico en tanto hace un análisis de las palabras, imágenes, sonidos, ideologías y códigos de los programas como unidades de codificación.

Reis, Rodrigues y Santos (2006) en el trabajo "*Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas*", en la Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, describen un estudio cualitativo sobre las concepciones de la naturaleza de la ciencia de un grupo de 48 alumnos del 1º Ciclo de la Educación Básica (2 y 4 años de escolaridad). A través del análisis de contenido de los cuentos y dibujos sobre el trabajo de los científicos, preparado por estudiantes, se identificaron que estos poseen ideas estereotipadas y distorsionadas de la ciencia como llena de alquimistas, científicos como héroes y salvadores de la sociedad o científicos locos, malos, peligrosos y sin escrúpulos, imágenes transmitidas por los medios de comunicación social. Por otra parte, se observa la ausencia de cualquier intervención escolar en el análisis crítico de las ideas y la discusión de los aspectos de la naturaleza ciencia. Este estudio se valora por realizar el análisis de contenido de los cuentos y dibujos realizados por los estudiantes.

En los trabajos de Petrucci y Dibar (2001); Solbes y Traver (2003); Shummer (2003); Mengascini, Menegaz, Murriello y Petrucci (2004); Reis y Galvão (2006); Laszlo (2006); Schummer y Spector (2007); Petit y Solbes (2012); Oleques, Boer, Ladvocat y Santos (2013); Solbes y Traver (2001); Hodson (1985); Gil (1993); Giordán (1988); Mellado y

Carrecedo (1993); Ede (2006) evidencian como los estudiantes y el público en general, poseen dos visiones de ciencia y de la química, una que tiene valoraciones positivas sobre las ciencias relacionándolas con el avance, progreso, ideal de belleza, un arte moderno y con mejores condiciones de vida, que considera que el fin de la ciencia es humanitario, aumentar los conocimientos, buscar explicaciones, encontrar respuestas, predecir, transmitir el conocimiento, formular teorías, postular teorías, divulgación, inventar y romper con mitos o leyendas. De la misma manera, que estas son el resultado de la actividad humana, tratan de encontrar solución a los problemas que se plantea el ser humano, se producen a través de un método científico, a través de ellas no se llega a la verdad, tienen valor según lo que hace, presentándose la dicotomía entre lo que se considera “natural” y lo “químico”, donde la ciencia y la tecnología son interdependientes y manifestando su inclusión o no en temas científicos. Pero se encuentra la segunda visión con valoraciones negativas asociando la ciencia y la química con catástrofes, guerras, destrucción o dominio sobre las personas, asociándolas con venenos, peligros, guerra química, contaminación ambiental, pasando por aspectos pseudo-científicos de la alquimia, la brujería y una impostura de Kitsch (pretenciosa, pasada de moda o de muy mal gusto), con una visión empírica, inductivista basada en el método científico y donde la religión no es compatible con la ciencia.

También se evidencia en estos estudios que la sociedad posee dos visiones de los científicos: la primera como el “científico típico” viejo, “re-estricto”, con anteojos y con guardapolvo; tipo aislado, encerrado en un laboratorio, con visiones desfavorables como que son egoístas, gente mala, con malos modales, no piensan en los resultados y no se hacen responsables de ellos, viven en un mundo irreal y quieren dominar el mundo; y el “científico actual” que se encuentra en el ámbito académico, en las industrias químicas permitiendo la prosperidad de los países, que busca, investiga y piensa, metódico y riguroso, con algún grado de ética, responsables y estudiosos, que intentan salvar personas, bien pagados y están muy motivados.

Imágenes que distan de contar con una visión de la ciencia que se aproxime tanto a la de los científicos como a la de los epistemólogos. Donde es claro que existe una falta de conocimientos procedimentales y epistemológicos acerca de la ciencia, así como la existencia de concepciones erróneas de la actividad científica, que han sido el producto de las concepciones deformadas de la naturaleza de la ciencia y de los químicos a lo largo de la historia.

La mayoría de los autores proponen la inclusión de la historia y la filosofía de la ciencia como referencias que deben guiar las asignaturas en el currículo de los cursos de formación de profesores de ciencias, lo cual aumentaría el interés hacia el estudio de la ciencia y la química, ya que de esta manera se puede mostrar una imagen de la ciencia más adecuada y próxima a la realidad del trabajo de los científicos y al contexto en la que este se desarrolla y se ha desarrollado a lo largo de la historia.

Estos antecedentes muestran que no hay un trabajo relacionados con la comprensión pública de la química y su impacto socio-ambiental.

2.1.2 Antecedentes de la Comprensión Pública de la Ciencia

Dierkes y Von Grote (2000) en el capítulo 14 "*Public Understanding of Science and Technology: state of art and consequences for future research*" del libro "Between Understanding and Trust: The Public, Science and Technology", presentan un recorrido histórico de la evolución del campo de la comprensión pública de la ciencia y la tecnología, mostrando cuales han sido sus campos de estudio y las investigaciones que han realizado al respecto, mencionando que es un campo relativamente reciente de investigación que está sólo vagamente delimitado y tanto analítica y conceptualmente aún es confuso.

Montañes (2010) en su tesis doctoral "*Problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia*" presenta un análisis del campo de la comprensión pública de la ciencia. Se trata de una investigación de las actividades relacionadas con la comunicación pública de la ciencia. Se analizaron los problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia, y el objetivo principal fue hacer evidente el tipo de conocimiento involucrado en la comprensión y la comunicación pública de la ciencia. En un primer momento se realizó el estudio histórico de la popularización de la ciencia-evolución de las actitudes, motivaciones, e intenciones predominantes y en un segundo momento se estudiaron las bases teóricas de la popularización, la comprensión y la comunicación pública de la ciencia.

Los aportes de la tesis fueron: 1) demarcación de la divulgación y el periodismo científico y del análisis de la noción de alfabetización científica, 2) análisis de los estudios de percepción pública de la ciencia-presupuestos teóricos implícitos, resultados obtenidos desde sus inicios, estudio de la noción de alfabetización científica de dichos estudios, y principales logros y 3) análisis de los fundamentos de los dos principales modelos teóricos de la comprensión pública de la ciencia, y de las implicaciones de su aplicación al ámbito de la comunicación pública de la ciencia.

En el artículo *Public understanding of science* de Ziman (1991) publicado en la revista *Science, Technology and Human Values*, presenta los extractos de tres conversaciones dadas en la conferencia "Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología", de Londres, en abril de 1990. Conferencias en las que se introduce una iniciativa de investigación británica en la comprensión pública de la ciencia, proyecto que fue desarrollado y coordinado por el Grupo de Apoyo a la Política Científica. Igualmente, de esta reunión se puso en marcha una nueva revista para especialistas en esta área: *Comprensión Pública de la Ciencia*, que fue editada por John Durant, del Museo de Ciencia de Londres, Reino Unido. Se esperaba que el primer número de la revista apareciera en abril de 1991, donde la Ciencia, la Tecnología, y los Valores Humanos reafirmarán el compromiso a largo plazo en la publicación de investigaciones sobre las actitudes e interés en el campo de la ciencia y la tecnología.

Gregory y Lock (2008) en su artículo *The Evolution of 'Public Understanding of Science': Public Engagement as a Tool of Science Policy in the UK*, de la revista *Sociology Compass*, presenta la revisión histórica de la evolución de la relación ciencia-sociedad en Gran Bretaña después de la posguerra. En la década de los 80 se genera la transformación de la idea sobre la comprensión pública de la ciencia, presentando como los científicos y los legos se diferenciaban por los conocimientos científicos que poseían; por la idea de comprensión pública de la ciencia en la que los científicos, los legos y responsables políticos negocian la política para el futuro de la ciencia y la tecnología. De esta manera, se realizó un estudio a las críticas a esta participación pública en la construcción de políticas.

Bauer (2009) en su artículo *The Evolution of Public Understanding of Science-Discourse and Comparative Evidence* de la revista *Science Technology and Society*, presenta que la Comprensión Pública de la Ciencia (PUS) es un campo de actividad y un área de investigación social; su evolución comprende una comprensión pública cambiante, por lo que en la primera parte de este documento se presenta el cambio de la Alfabetización Científica a la PUS y en la segunda parte se presenta la evidencia empírica sobre cómo la PUS ha cambiado apoyándose en datos de las medidas de esta PUS a través de pruebas o encuestas a gran escala, concluyendo que la relación Ciencia-Sociedad es variable.

Suerdem, Bauer, Howard y Rubí (2013) en su artículo *PUS in turbulent times II – A shifting vocabulary that brokers inter-disciplinary knowledge* de la *Public Understanding of Science*, reflexionan sobre los 20 años de la revista, se presenta un estudio lexicográfico y bibliométrico de los artículos publicados en esta revista. Análisis lexicográfico del vocabulario de 465 resúmenes en dos periodos, 1992-2001 y 2002-2010. En estos se evidencia la preocupación por la actitud del público y los medios de comunicación; el lenguaje se ha desplazado de la "comprensión pública 'al' compromiso público" y las preocupaciones ambientales han disminuido. El análisis bibliométrico rastrea la posición de la revista en la red de inter-citación de 165 revistas relacionadas (*Web of Science citation*), agrupadas en 10 disciplinas, con el propósito de este análisis. Indicadores que muestran que la lógica establecida por la PUS se ha mantenido estable desde 1997 y que la revista PUS presenta un papel de intermediación entre las disciplinas. Su posición de la red inter-citación permite trabajos de expansión de los límites interdisciplinario que ofrece un espacio seguro para la experimentación de ideas.

Por último, el trabajo de Meneses, Santos-Rocha y Furnival (2009) titulado *Compreensão Pública da Ciência: Breve representação da produção científica dos últimos dez anos*, publicado en *LECOMCIENCIA II Seminario Lecotec de comunicação e Ciência*, en el cual se analizan los indicadores bibliométricos cuantitativos sobre el tema de la "Public Understanding of Science" en el periodo de 1997-2007 en dos grandes bases de datos: *Scopus* y *Web of Science*. Empiezan brindando una descripción de lo que ha sido y desarrollado la PUS en estos años; analizan el área de producción de conocimiento, las publicaciones realizadas, los temas desarrollados en estos 10 años, los idiomas y países de publicación, para finalizar con algunas consideraciones tales como la importancia de realizar estudios adicionales con otros parámetros, para el reconocimiento de otras

características del tema, como el considerar la posición de la comunidad científica, los modelos de comunicación de la ciencia, un lenguaje más accesible y la capacidad de comprender del público, mostrando un tipo de estado del arte de los enfoques de la PUS heredados de la Ciencia y la Tecnología, sus consecuencias en la sociedad, controversias y riesgos, buscando la manera de encontrar el camino para la toma de decisiones más democráticas de cambio social que impliquen la relación Ciencia, Tecnología y Sociedad.

2.2 REFERENTE DIDÁCTICO

2.2.1 Imagen pública

Antes de mencionar los diferentes aspectos que conforman la imagen pública de la química es necesario precisar lo que en este trabajo se asumirá por imagen pública.

Como lo expresa Zepeda (2006, p.32) “la imagen juega un papel importante en las sociedades contemporáneas. Sin embargo, existen pocos estudios realizados en América Latina sobre su naturaleza epistémica y su influencia en la toma de decisiones de los individuos”. La imagen pública es la percepción, representación mental, modelización e idealización que posee el colectivo o la sociedad de la realidad, es decir, de los hechos, situaciones, fenómenos, procesos, objetos, personas y temáticas que se generan en su entorno y con las cuales construyen su saber. Por lo tanto, esta imagen se construye y se basa en la cultura, idiosincrasia, mediaciones sociales y experiencias de las personas que se adquieren a lo largo de los años; se va consolidando a través de las relaciones e interacciones de las personas en un ambiente social determinado (Zepeda, 2006).

Lo que ocasiona que la imagen adquiera propiedades como el ser *relativa*, ya que cada persona percibe a su manera los diferentes fenómenos; es *polisémica* porque está sujeta a múltiples interpretaciones y conceptualizaciones, es decir, las personas se generan una imagen a partir de lo que quieren ver, observar o analizar, por eso algunas imágenes pueden ser a favor o en contra de una misma realidad o fenómeno; *simbólica* “ya que evoca símbolos, dando un valor y una connotación superior y más profunda que a las de las imágenes mismas” (Zepeda, 2006, p.33); *dinámica* porque están en constante construcción y modificación según los intereses y decisiones de las personas; *disímbola* ya que puede tomar diferentes características según el papel o función de las personas en la sociedad y como está siendo percibida esta función en diferentes contextos sociales, generándose a veces desequilibrios entre lo que se proyecta y el rol o papel que se desempeña; es una *emoción*, ya que genera sentimientos positivos o negativos; *económica* porque acorta las demostraciones y abrevia las explicaciones y por último es un *factor de poder* porque le genera valor y ventajas competitivas a lo que se le construye la imagen, igualmente hace que esa imagen modifique conductas o movilice emociones hacia los fenómenos, objetos o personas (Zepeda, 2006).

Por lo tanto, al analizar la imagen pública se deben tener presentes diferentes objetos de estudio como: la realidad iconográfica (fuente emisora de la imagen pública, es decir, los individuos, grupos u organizaciones y su acción), el sujeto que percibe la imagen (qué

percibe, cómo lo hace, qué y cómo lo interpreta de acuerdo con su cultura y experiencia), los medios de comunicación que transmiten un tipo de imagen, las interpretaciones en la sociedad de estas imágenes y el contexto en el que se capta la imagen (Zepeda, 2006), teniendo presente que se pueden presentar obstáculos como la creación de estereotipos, imágenes erróneas y/o inadecuadas que generan prejuicios en el público a causa de la transmisión de información verídica o no del objeto o fenómeno que se desea representar y construir una imagen de él.

Por consiguiente, siempre un fenómeno, proceso, situación, temática y objeto, poseerá una imagen positiva o favorable o una imagen negativa o desfavorable, de acuerdo con los objetos de estudio antes mencionados, y es así como aquellas situaciones que posean una imagen pública desfavorable buscarán la manera de mejorarla para volverla positiva. Las acciones que se pueden emprender en este sentido, son: establecer los objetivos que se desean alcanzar, es decir, qué imagen se quiere formar y cómo se quiere que los demás la perciban; reflexionado en las acciones que se realizan y cambiando aquellas negativas y generando nuevas y mejores acciones a favor de la sociedad, acercándose al público, para conocer y tratar de resolver sus problemas y satisfacer las expectativas sociales, siendo consecuentes con lo que se piensa, dice y hace, generando una buena reputación y trabajando en ella a diario para conservarla; desarrollar un lenguaje y mensaje que el público entienda y comprenda; se debe transmitir, generar confianza y sentido de responsabilidad, entablando espacios de diálogo e interacción entre el público (Zepeda, 2003). Por tanto, la imagen pública, es la base para hablar sobre la imagen pública que se tiene de una ciencia como la química.

2.2.1.1 Imagen pública de la química

El desarrollo científico y tecnológico ha crecido y evolucionado al pasar de los años, generando una serie de cambios e impactos en la sociedad y en la forma de vivir de las personas. La química como ciencia ha sido participe y parte fundamental de este avance científico y tecnológico, pero aún a pesar de que nadie duda del papel que cumple la química como ciencia en el desarrollo y progreso de la sociedad y en la comprensión del mundo, lo anterior no implica directamente que se genere un interés en las personas hacia esta ciencia y su aprendizaje, lo que le atribuye una imagen social y cultural, que en la mayoría de los casos ha sido negativa, debido a su asociación directa con los efectos negativos a nivel social y ambiental.

La imagen pública de la química en los últimos años se ha convertido en el objeto de investigación de los profesionales en este campo, en especial, de los docentes de química, porque como lo mencionan Schummer, Bensaude-Vincent y Van Tiggelen (2006) de todas las disciplinas científicas la química parece ser la que más ha obtenido una imagen negativa del público, siendo popularmente asociada con venenos, peligros, guerra química, contaminación ambiental, pasando por aspectos pseudocientíficos de la alquimia, hasta la brujería y entendida como una actividad misteriosa, extraña, mística, sombría y peligrosa (Mora y Parga, 2010. p.68). Es así como la imagen pública de la química siempre ha estado en medio de dos posiciones, en relación con su impacto social y ambiental, una imagen

positiva que la considera una ciencia y tecnología útil, fuente de información del mundo y sus fenómenos y una imagen negativa que la considera ser la causante de los problemas que posee la sociedad (Ziman, 2003).

Consideraciones acerca de la imagen negativa de la química que han existido a lo largo de la historia, como lo expresa Chamizo (2011) quien presenta el recorrido histórico que la imagen pública de la química ha tenido en cada una de las cinco revoluciones químicas establecidas por Jensen (1998), pasando de ser una ciencia basada en lo experimental y manual, realizada por artesanos o alquimistas exotéricos, alquimistas estafadores, luego como una ciencia organizada en comunidades científicas que buscan la unificación de teorías y lenguajes, posteriormente a ser una química en constante conflicto en relación con la estructura del átomo y con las explicaciones físicas, pasado por una química centrada en la síntesis de productos a través de la instrumentalización y reduccionismo químico, para terminar en la imagen actual de la química, como la generadora de los problemas ambientales de la sociedad. Este autor hace evidente que a pesar de esta serie de evoluciones de la imagen de la química, aún permanece la siguiente descripción realizada por Laszlo y Greenberg (1991):

La química tiene una mala imagen. La gente desconfía de ella por considerarla una ciencia compleja e incomprensible. Existe la tradición de aprender la química de memoria en lugar de comprenderla. Los químicos aparecen como personas retraídas y un poco peligrosas, aislados en sus laboratorios, donde confeccionan mezclas elaboradas que son peligrosas al olerlas y quizá hasta venenosas (Laszlo y Greenberg, 1991, p.29).

Y así mismo las falacias que son presentadas por estos autores aún permanecen en algunas personas como son: el considerar que la química solo es física aplicada, con un enfoque empírico y con una falta de comprensión de las matemáticas, donde la repetición mecánica es suficiente para aprender química porque no es más elaborada que la cocina, solo es cuestión de seguir una receta, la cocina es mucho más que química, la química es de poca ayuda para comprender la vida, los productos químicos no son algo natural, la química es responsable de contaminación y muerte, los químicos son hacedores de bombas y la industria química es la única salida para los químicos (Laszlo y Greenberg, 1991)

Asimismo estas imágenes no solo visualizan a la naturaleza de la ciencia, sino también a las personas que desarrollan alguna actividad científica, los cuales se transforman en genios locos y solitarios, que trabajan en laboratorios oscuros y tenebrosos, como se puede evidenciar en un estudio de Haynes (1994, citado por Mora y Parga, 2010), quien clasifica las imágenes de los científicos en seis grupos: *El alquimista medieval* que es maniaco y obsesivo que busca un objetivo intelectual diabólico y quimérico, que actualmente representa al bioquímico que produce nuevas especies por ingeniería genética, *el sabio despistado* que no sabe dónde se encuentra y que es más cómico que siniestro, *el científico romántico* que no consigue una relación sentimental lo que le atribuye sentimientos de lástima y de admiración por su dedicación a la ciencia, *el aventurero heroico* que busca nuevos conocimientos y que posee una confianza absoluta en la ciencia, *el científico*

desvalido el que pierde el control de su actividad y es responsable de los problemas de la sociedad y el *científico idealista* que es bueno porque antepone los valores éticos y humanos al progreso tecnológico y científico.

Laszlo (2006) al respecto menciona como esta imagen pública que los químicos han tenido en diferentes momentos históricos, en especial de las décadas de 1950 hasta 1990, se ha caracterizado por considerarlos un grupo homogéneo, aislado, centrado en la construcción de fórmulas estructurales, que utilizan un lenguaje particular y poco comprensible, que manejan y/o estudian las matemáticas, pasando por una imagen propia de los químicos quienes se consideran como los constructores de beneficios para la sociedad, artesanos con manos inteligentes y creativas, quienes también son valorados por la comunidad científica o sus pares debido a sus investigaciones, en especial en el campo de la farmacia y terminando por la imagen que considera que ser químico es una profesión que merece ser valorada por lo que es y no desprestigiarla al afirmarse que es la generadora de los problemas ambientales que sufre el planeta a causa de la síntesis y utilización de los productos químicos producidos en los laboratorios.

Cabe señalar que la aparición de estos tipos de imagen pública de la química, han sido en gran parte, producto de la divulgación de estas mismas por los diferentes medios de comunicación, que a través de la radio, periódicos, prensa, revistas, libros y la televisión, exponen una serie de imágenes y/o comunicaciones que le atribuyen a la química unas propiedades que no son de su naturaleza y características propias. Publicidad que vende ideas falsas de la ciencia como el ser la solución de todos los problemas humanos, cumpliendo el papel fundamental de guiar e informar de sus aplicaciones, las cuales pueden explotarse en beneficios de causas como “riqueza de la creación del conocimiento”, “la competitividad internacional”, “la seguridad nacional”, “la salud pública”, o “el bienestar social” (Mora y Parga, 2010), pero con el objetivo implícito de que la sociedad adquiera y consuma los productos generados por la ciencia y acepte sin ninguna objeción la actividad científica. De la misma manera hay que mencionar que estas imágenes se generan por la escasa formación educativa y científica del público que se ha vuelto consumidor activo de los productos científicos y tecnológicos debido a la mentalidad mercadotécnica (Tena, 2003). Pero aunque la ciencia y la química generan beneficios para la sociedad, también es necesario que las personas no se dejen llevar por sus emociones o por la publicidad y emprendan procesos de formación en el campo de las ciencias, ya que esto permite comprender el sentido, la estructura y significado de cada uno de los actos científicos y sus beneficios o desventajas para la sociedad, ayuda a formarse como sujetos críticos, capaces de tomar decisiones y de cuestionar la función de la ciencia para determinar qué es lo bueno y lo malo de esta actividad y así poseer una imagen de la química y de la ciencia basada en argumentos sólidos y no en especulaciones.

Con la intención de superar lo anterior, es necesario que se cierre el vacío de comunicación entre los científicos y los no científicos (legos), a través de un proceso de alfabetización científica, que permita que las personas conozcan, interpreten y sean conscientes de los fenómenos y procesos desarrollados por las ciencias, que puedan participar activamente y

de manera crítica en las decisiones y políticas a las que estén expuestos, y de esta manera obligar a los medios de comunicación a presentar la información de manera responsable, acorde con las propiedades de cada ciencia y de una forma clara que permita a las personas conocer el producto y la manera de utilizarlos (Mora y Parga, 2010).

Por lo tanto, las anteriores caracterizaciones de las imágenes de la ciencia conllevan a que se reflexione y analice frente a las acciones que son necesarias tomar para disminuir un poco el bajo prestigio y reconocimiento de esta ciencia, cambios y acciones que se pueden lograr si la comunidad de profesionales en química enfrentarán la problemática de esta mala imagen de la química desarrollando programas de investigación verdaderos, que permita entender el porqué de esa imagen y sus efectos en la comprensión de la misma. Un primer aspecto que se debe analizar y que puede contribuir a que en las políticas públicas de cada país se considere la construcción y evaluación de metodologías que permitan conocer y modificar la imagen pública de la ciencia que posee la sociedad, es considerar que esta imagen es adquirida por las personas porque está incorporada en: a) objetos y servicios que permean la cotidianidad de las personas, por ejemplo los medios de divulgación y comunicación científica como la radio, periódicos, prensa, revistas, libros y la televisión; b) la cultura científica de la sociedad, con los valores y costumbres que han adquirido a lo largo de la historia y de su interacción con las demás personas, que generalmente poco utilizan fuentes confiables de divulgación de la actividad científica como revistas especializadas y por lo tanto la discusión y toma de decisiones de las personas frente a las aplicaciones del conocimiento científico y tecnológico no se realizan de manera frecuente y razonada, c) individuo como persona, en sus percepciones de la ciencia frente a sus intereses, valoraciones y expectativas, d) por último y el más relevante aspecto, es que la imagen de ciencia es trabajada y transmitida por las instituciones educativas, en particular del profesor de ciencias a través de su práctica pedagógica que no necesariamente están vinculadas con la actividad científica.

Un segundo aspecto y fundamental de desarrollar es el educativo, porque las imágenes negativas de las ciencias generarán actitudes negativas hacia ellas (Mora, 1997), las investigaciones al respecto (Shrigley y Jhonson, 1974; Schibecci, 1984; Yager y Penich, 1986; Romo, 1998) muestran como los estudiantes a medida que van avanzando en edad y en el nivel de estudios pierden el interés hacia la ciencia y la química, piensan que estudiar ciencias no es importante y que los contenidos que ven en sus clases no tiene relación con sus cotidianidad. En estudios como los de Furió y Gil (1989) y Porlán (1998), se ha evidenciado que el profesor es uno de los principales impulsores de la formación de imágenes hacia la química y la ciencia, en los contenidos este aspecto es poco trabajado en el aula de clase, los profesores piensan que la química es difícil de aprender y por lo tanto aceptan el fracaso de sus estudiantes en esta área, se ignora los aportes de la epistemología e historia y por último en las clases de ciencia olvidan hacer evidente en sus explicaciones la naturaleza de la ciencia.

En este contexto se debe mencionar que según trabajos de Hodson (1985); Gil (1993); Giordán (1988); Mellado y Carracedo (1993), la imagen de la química que se presenta en

la mayoría de los programas curriculares que se ofrecen en las instituciones, distan mucho de lo que los filósofos, historiadores, psicólogos y didactas de la química, consideran una formación adecuada en esta ciencia, para los futuros científicos y para la sociedad en general, como lo menciona Caamaño (2012):

La necesidad de introducir la comprensión de la naturaleza de la ciencia en los currículos de ciencias ha sido largamente reivindicada en los últimos años. Sin embargo, todavía una parte fundamental del currículo se centra en enseñar ideas de la ciencia sin incorporar ideas sobre la ciencia, relativas a cómo se ha obtenido ese conocimiento (Caamaño, 2012, p.105-106).

Por lo tanto, para trabajar a favor de una imagen pública de la química desde el campo de la educación se requiere de la utilización de estrategias que generen propuestas de formación docente centradas en diseños curriculares y organización de contenidos. No se puede dejar mencionar al respeto que los currículos actuales de la educación secundaria tratan de incorporar modificaciones a la enseñanza y/o aprendizaje de la química y las relaciones CTS-A, por ejemplo los mencionados por Mora y Parga (2010): el Proyecto SALTERS de la Universidad de York en Inglaterra, Science and Technology in Society (SATIS) del Reino Unido, Science and Technology in Society (SATIS) del Reino Unido, "Scope, Sequence and Coordination" (SSyC), de la NSTA, y el Proyecto 2061 de la AAAS, Química del Consumidor, de Carl Snyder, CEPUP: Chemical Education for Public Understanding Program, Lawrence Hall of Science (Berkeley) y finalmente Chemistry in Context.

Pero son pocos los que se han centrado en la incorporación de la naturaleza de la ciencia, por ejemplo se encuentra el Real Decreto 1631/2006 de España, el Decreto 142/2008 de Cataluña y los currículos de países europeos como el National Curriculum for Science del Reino Unido, donde este último es el que mayor énfasis en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia y que han permitido el desarrollo del proyectos como el XXI Century Science y Science in Society. El primero estructurado con base en las explicaciones científicas de ideas sobre la ciencia, y el segundo que se basa en los métodos de la ciencia, la ciencia como actividad humana y la ciencia y sociedad (Caamaño, 2012). Sin embargo, se debe agregar a estos proyectos la inclusión de la revisión epistemológica e histórica de la química, por lo tanto se deben generar propuestas que incluyan el análisis de la naturaleza de la química, sus orígenes, desarrollo y compromisos, analizando métodos, teorías, conceptos, disputas de sus protagonistas, evitando de esta manera que se generen en los estudiantes y en el público en general visiones deformadas de la ciencia y de la química (Fernández, Gil, Carrascosa y Cachapuz, 2002).

Conocer la imagen pública de la química permite entender como el público está comprendiendo esta ciencia; porque la comprensión pública de la química tiene su origen en los diferentes tipos de imágenes que la sociedad posee de ella: *Imagen académica*, producida por científicos y filósofos; *escolar*, encontrada en los textos escolares y del trabajo del profesorado en las aulas de clase y *popular*, generada en la interacción cotidiana de las personas con los medios de comunicación (Mora, 1997). Analizando indirectamente

en este trabajo como la actual comprensión pública de la química se debe a imágenes escolares y populares que el público posee.

2.2.2 Comprensión desde el modelo de enseñanza para la comprensión (EpC)

Antes de expresar lo que es la comprensión pública de la ciencia y la tecnología, se debe establecer qué es la comprensión. Para el presente trabajo este concepto ha sido adoptado y modificado de la propuesta del modelo de la Enseñanza para la Comprensión (EpC).

Este modelo de la EpC es fruto del trabajo de un grupo de investigadores del Proyecto Zero de la Universidad de Harvard, el que se tomaron las teorías de sus mismos investigadores como David Perkins, Howard Gardner, Vito Perrone, S. J. Bruner, R.F. Elmore, y M.W. McLaughlin. En este se manifiesta una concepción de la enseñanza, el aprendizaje y una postura ética sobre la certeza de que todos somos capaces de comprender y que, además, se puede ayudar a que esto sea posible a través de una enseñanza pertinente (Pogré, 2000, p.27).

En este modelo para definir la comprensión hay que primero diferenciarla de conocimiento y habilidad. En la escuela se busca que los estudiantes se gradúen con amplios conocimientos, con habilidades bien desarrolladas y que comprendan el sentido, significado y uso de los que han aprendido, por lo que la comprensión, el conocimiento y las habilidades son conceptualmente diferentes y buscan objetivos distintos, así como lo expresa Perkins citado en Stone (1999):

“Conocimiento es información a mano. Nos sentimos seguros de que un alumno tiene conocimientos si puede reproducirlos cuando se lo interroga”

“Habilidades son desempeños de rutina a mano. Descubrimos si las habilidades están presentes extendiendo la mano” (p.69)

Comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe. Para decirlo de otra manera, la comprensión de un tópico es la “capacidad de desempeño flexible” con énfasis en la flexibilidad” (Stone, 1999, p.70)

Por lo tanto, comprender no es conocimiento porque no solo consiste en reproducir la información, y no es habilidad porque el hacer algo mecánicamente no significa que comprenda el sentido de su funcionamiento.

La comprensión vista como capacidad de desempeño flexible implica que la persona que comprende lo demuestre, por ejemplo, explicando, resolviendo un problema, construyendo un argumento o armando un producto (Perkins citado en Stone, 1999). Esta demostración de lo que se comprende, permite identificar el nivel de comprensión y al mismo tiempo permite aumentar este nivel.

Perkins citado en Stone (1999) expresa que se reconoce la comprensión por medio de un *criterio de desempeño flexible*. Si una persona piensa, actúa, explica, justifica, extrapola, vincula y aplica de una manera rápida, sencilla y coordinada lo que sabe o partir de lo que sabe, se puede decir que ha comprendido, pero si por el contrario la persona solo puede

repetir lo que ha memorizado o realizar algo que sabe por rutina y no sabe qué hacer en otras situaciones, esto indica una falta de comprensión.

El comprender implica el desarrollo de *desempeños de comprensión*, que son actividades que van más allá de la memorización y la rutina. Un desempeño de comprensión siempre obliga a ir más allá el realizar una tarea se convierte en un desempeño de comprensión cuando su solución no las conocemos o nunca se había realizado, y por lo tanto se necesita pensar en esta y utilizar lo que sabemos en su solución. Esto no quiere decir que la información que sabemos de memoria o por rutina, es decir los conocimientos y habilidades, no sean importantes, si lo son, pero son un apoyo en el proceso de construcción de la comprensión que se adquirirá al resolver una situación (Stone, 1999).

Por lo tanto, se concluye que para el modelo de EpC la comprensión es un desempeño flexible, en el que la comprensión se presenta cuando la gente puede pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que sabe. Se afirma que la comprensión es el desempeño flexible, en donde relacionar, operar, describir, comparar, diferenciar, adecuar, relatar, diagramar, analizar, decidir, representar, secuenciar, organizar, etc., son desempeños que si bien permiten reconocer la comprensión, se puede afirmar que son la comprensión misma (Pogré, 2007). Donde las acciones y procesos mentales son desempeños.

2.2.3 Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología desde la Línea de Investigación Public Understanding of Science

Después de revisar el significado de la palabra “Comprensión” para el modelo EpC, el cual lo define como la capacidad de desempeñarse flexiblemente, se debe considerar la definición que desde la línea de investigación Public Understanding of Science se establece. Sin embargo, antes de mencionar que es la comprensión para la línea, es bueno aclarar que de acuerdo con el contexto geográfico, el nombre de la línea cambia y por lo tanto su enfoque también.

En el contexto anglosajón, siendo Estados Unidos, el país representante, esta línea es denominada *Scientific Literacy (Alfabetización Científica)* dada su preferencia por estimar cuestiones vinculadas al nivel de conocimiento de los contenidos sustantivos de la ciencia y de la lógica de su proceder (Durant citado en Torres, 2005).

En el contexto europeo o británico, la línea es denominada *Public Understanding of Science - PUS (comprensión pública de la ciencia)*, porque el objetivo no es solo alfabetizar sino lograr que el público comprenda la actividad y naturaleza de la actividad científica y tecnológica; actualmente en el contexto europeo se está comenzado a cambiar la comprensión por el término *Public Engagement of Science (Compromiso Público de la Ciencia)* por ser un enfoque más diversificado, en el que después de comprender la actividad científica y tecnológica tanto el público como los científicos deben adquirir el compromiso de pensar y actuar de acuerdo con sus conocimientos y ponerlos en práctica en su vida diaria, lo que se proporciona también el compromiso de tomar decisiones y postura crítica frente a lo que la ciencia y la tecnología desarrollan.

En países con influencia francesa, esta línea de la comprensión pública de la ciencia y la tecnología se denomina *Cultura Científica*, con el objetivo de ofrecer una perspectiva de análisis más amplia, y de superar la limitación de las tesis manejadas por los estudios habituales de la comprensión y alfabetización tecnocientífica (Torres, 2005).

En el contexto latinoamericano, la línea de la CPCyT, ha sido denominada principalmente como Comunicación Pública de la Ciencia y de la Tecnología, pero en el transcurso de su desarrollo ha adquirido distintas denominaciones consideradas todas sinónimos, como son: Divulgación Científica (México, España y otros países latinoamericanos), Popularización de la Ciencia (fundamentalmente en el Cono Sur), Alfabetización Científica, Vulgarización de la Ciencia, Difusión Científica, Diseminación de la Ciencia, Comunicación Científica, Masificación de la Ciencia, Comprensión Pública de la Ciencia, Comunicación Popular de la Ciencia, Periodismo Científico, Ciencia Popular, Socio-difusión de la Ciencia, Acción Cultural Científica, Publicación Científica, Apropiación Social de la Ciencia, conocimiento público de la Ciencia, Difusión de la Ciencia y de la Tecnología, etcétera (Espinoza, 2012).

En esta parte es importante resaltar que en Colombia los términos utilizados son Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología (ASCyT) y Popularización de la Ciencia y la Tecnología, pero el más común y más utilizado es el de “**Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología (ASCyT)**”.

Para el desarrollo del presente trabajo, el análisis se realiza a partir de la concepción tradicional de la línea, es decir, desde la *Public Understanding of Science* y considera que la comprensión es diferente a la alfabetización, cultura científica, comunicación, apropiación y demás términos utilizados.

Desde la línea PUS, definir el término “comprensión” es un tanto difícil, porque no se encuentra de manera explícita en la mayoría de los artículos que son publicados, pero por medio de su contextualización, es posible determinar a qué se hace referencia cuando se menciona la palabra comprensión, en diferentes explicaciones como las siguientes:

Tabla 1. *Definición de comprensión.*

Autor (es)	Definición	Interpretación
(Prewett citado en Thomas y Durant, 1987)	Una persona que comprende es aquella que tiene las habilidades y conocimientos necesarias para tener éxito en situaciones desconcertantes e intimidantes, es decir, frente a la llegada de nuevos lenguajes científicos o la introducción de nuevas técnicas y aparatos tecnológicos, no se sienten desconcertados, sino familiarizados con los fundamentos científico-tecnológicos de la sociedad, debido a que hacen que el sistema funcione a su propio beneficio debido a la posesión de conocimientos científicos. Comprensión que les permiten (Thomas y Durant, 1987):	En esta situación, la comprensión, es vista como una habilidad, conocimiento y capacidad básica que las personas deben poseer para sobrevivir en una sociedad en la que los conocimientos científicos y tecnológicos cada vez son mayores e invaden la forma de vivir y que si les comprende se adquiere una serie de beneficios propios frente al desarrollo de la ciencia y la tecnología.

	<p>Apreciar la naturaleza, objetivos y limitaciones de la ciencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Le conceden la capacidad de generalizar, sistematizar y extrapolar, los papeles de la teoría y la observación. ✓ Conocer la forma en que la ciencia y la tecnología en realidad trabajan. ✓ Appreciar las interrelaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, el papel de los científicos y técnicos como expertos en la sociedad, la estructura de los procesos de toma de decisiones pertinentes y el lenguaje de la ciencia. ✓ La capacidad de asimilar y utilizar la información técnica y los productos de la tecnología. ✓ Adquirir la idea de a dónde o a quién preguntar información y/o asesoramiento sobre cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología. ✓ Ser capaz de: hacer frente eficazmente a las cuestiones científicas que puedan surgir en el curso de la vida; hacer frente a la ciencia de una manera que es a la vez respetuoso de conocimientos científicos y legítimo; reconocer la ciencia como lo que es, y por lo tanto hacer juicios exigentes acerca de su relevancia personal y social. 	
<p>(Elías, 2012, p.7)</p>	<p>La comprensión es más que comunicación pública (que incluye la enseñanza de la ciencia en todos los niveles educativos) o la propia comunicación científica entre pares. La comprensión implica a un receptor activo que es capaz de invertir en el flujo comunicativo y darle un nuevo contenido al mensaje. Entre comunicar y comprender se extiende un abismo. Es decir, no es un estudio de un flujo unidireccional desde el emisor científico hacia el receptor de la opinión pública; sino que abarca cómo la esfera pública entiende la ciencia y cómo ésta influye en la psicología social y, por extensión, en el comportamiento de grandes masas de personas</p>	<p>La comprensión en esta situación es vista como algo que va más allá de la simple transmisión y recepción de información, implica una acción del receptor, una capacidad del mismo que lo hace transformar esa información y darle un nuevo sentido para cambiar en su comportamiento.</p>
<p>(Fayard, 1992; Lévy-Leblond, 1992 citados en Thomas y Durant, 1987) y (Lewenstein, 1992 citado en Thomas y Durant, 1987).</p>	<p>La comprensión de la ciencia, hace referencia a tener conocimiento de los hechos de los contenidos de la ciencia y a tener apreciación de la ciencia en general y de las innovaciones particulares</p>	<p>Definición que asume de nuevo la comprensión como conocimiento.</p>

(Blanco, 2004)	La comprensión pública de la ciencia se considera como uno de los valores intrínsecos a las sociedades democráticas. Los científicos, educadores y divulgadores, asumen la necesidad de hacer llegar y de hacer partícipe a la sociedad de la ciencia y la tecnología que los especialistas van construyendo y desarrollando.	En esta definición la comprensión es un valor de la sociedad que la hace participar en los desarrollos de la ciencia y la tecnología.
(Tytler, Duggan, y Gott, 2001).	La comprensión pública de la ciencia, es un intento para que las personas superen el déficit de conocimiento que poseen frente a las ideas científicas, así pueden juzgar las cuestiones de la ciencia y ser más partidarios de la política científica. La comprensión pública no es solamente la asimilación pasiva de la ciencia por las personas sino el acomodo de dos culturas: la de los científicos y la de los profanos.	Así, la comprensión se convierte " en un medio para " aceptar algo, en este caso, los constructos de la ciencia y la tecnología, para que se creen interacciones entre los científicos y los no científicos (legos).
(Márquez, 2009)	La participación y deliberación democrática de las personas en un mundo con avances científicos y tecnológicos cada vez mayores, requiere de una comprensión de la ciencia y la tecnología, lo que significa conocer la ciencia, la naturaleza y la dinámica de la investigación científica	En esta definición comprensión significa conocimiento para participar en la democracia.
(Plessis, 2007,p.27), (Plessis, 2007, p.28) y (Informe sobre la Ciencia y la Tecnología, 2000)	La comprensión, según el Diccionario de Oxford Advanced Learner, significa el conocimiento que una persona tiene sobre un tema en particular; saber o comprender por qué sucede algo; y cómo funciona o por qué es importante. En internet la definen como la capacidad de aplicar el conocimiento en las situaciones que puedan ocurrir, para reconocer las desviaciones significativas, y llevar a cabo las investigaciones necesarias para llegar a soluciones razonables. Así mismo el informe sobre la Ciencia y la Tecnología (2000) de la Comisión Especial de Ciencia y Tecnología en el Reino Unido, definió la Comprensión Pública de la Ciencia como el conocimiento de las cuestiones científicas, de la naturaleza de los métodos científicos, incluyendo las pruebas de hipótesis mediante experimentos.	La comprensión en este sentido implica el aprendizaje y/o conocimiento sobre o de algo, en este caso de la ciencia.
(Mammino, 2001)	La comprensión implica tener una visión general de cómo se desarrollan las cosas, de cómo tienen lugar los fenómenos y cómo los estudiamos. Involucra un nivel más profundo que una simple acumulación de informaciones individuales.	La comprensión definida como una representación general de las cosas y situaciones.

<p>(Raigoso, 2006 citado en Daza y Arboleda, 2010, citados en Hermelin, 2013)</p>	<p>La comprensión unas veces significa conocimiento de los saberes y los métodos considerados como científicos (alfabetización científica); a veces significa apreciación (con una fuerte carga de admiración y reverencia por los productos y agentes asociados a este tipo particular de cultura); y otras, formación de ciudadanos políticamente activos con capacidad de acción, organización y participación en las decisiones científicas, y por lo tanto políticas, que impliquen alguna incidencia en la vida y desarrollo de las personas y comunidades .</p>	<p>La comprensión vista como conocimiento, apreciación y formación.</p>
<p>(Nieto, 2009)</p>	<p>Comprender tiene su raíz en el verbo del latín <i>comprehendere</i> (cum, con y <i>prehendere</i> coger). Comprender es entonces un acto de apropiación, un proceso de traducción de lo desconocido a lo familiar, de incorporación y de domesticación, al igual que de reconocimiento de lo extraño.</p> <p>Para Martin Heidegger, comprender no es el acto de conocimiento o posesión de algo que se encuentra "ante los ojos", sino que es un acto constitutivo del "ser ahí". Comprender para Heidegger tiene el sentido de una proyección en la cual se constituye el "ser en el mundo"; "Comprender es siempre una forma de auto-comprensión, ya que no es posible sino únicamente en la medida en que se reconoce nuestra coexistencia con los demás y con el mundo"</p> <p>H.G. Gadamer, señala que "Comprender es siempre en el fondo comprenderse a sí mismo, más no al modo de una auto-posesión previa o ya alcanzada. El motivo o lo que incita la comprensión es la alteridad, y empieza cuando algo nos llama la atención y por lo tanto implica movimiento, ir y venir entre lo extraño y lo familiar.</p> <p>Está implícito, un acto reflexivo que no se puede limitar al proceso de aprehensión o comprensión de algo externo, sino que se trata de un proceso en el cual participan activamente y se transforman tanto el sujeto que comprende como los objetos de la comprensión. Es un proceso en el cual de manera simultánea se construyen los agentes y los objetos de la apropiación.</p>	<p>La comprensión vista como una apropiación, traducción, incorporación y domesticación de algo (información, conocimiento).</p> <p>La comprensión como una actividad que permite ser o constituye el ser.</p>
<p>(Bauer, 2009)</p>	<p>La comprensión pública de la ciencia, pretende lograr que el sentido común de las personas este por encima de las supersticiones, la ignorancia total y la incomprensión de la ciencia, que dan lugar a movimientos anti-ciencia. La comprensión de la ciencia es un compromiso con el activismo, para mejorar la imagen y divulgación de la ciencia, y de esta manera movilizar actitudes favorables de apoyo a la ciencia y las nuevas tecnologías, aumentar el interés por la ciencia en los jóvenes y otros sectores de la</p>	<p>La comprensión es vista como un compromiso para cambiar la imagen, actitudes e interés de las personas por la ciencia.</p>

	sociedad, y para intensificar la participación del público con la ciencia en general y por el bien de la sociedad.	
(Acuña, Irigoyen, y Jiménez, 2013, p.8)	La comprensión vista “como la interacción entre el estudiante y los objetos referentes (materiales de estudio, por ejemplo, texto, video, conferencia, gráfico, material multimedia) en condiciones definidas por el área de conocimiento, los requerimientos a cumplir en la interacción (explicitados por los saberes conceptuales, instrumentales y de medida de dicha área de conocimiento) y las condiciones situacionalmente necesarias para que la interacción entre éstos pueda ocurrir. Propuesta que desmitifica a la comprensión dejando de concebirla “como un evento oculto al margen de aquello que se comprende y de las condiciones que posibilitan o interfieren en su ocurrencia”, y por lo tanto, como un fenómeno no susceptible de análisis”	La comprensión es concebida como la interacción y pertinencia entre lo que se dice y hace, siempre y cuando se sigan unos criterios establecidos para esta interacción.
De Vega, 1984; Johnston, 1989; León, 1996; Sánchez, 1974 citados en Acuña, Irigoyen, y Jiménez, 2013, p.81) y (Johnston, 1989 citado en Acuña, Irigoyen, y Jiménez, 2013, p.81).	Un estudiante comprende porque ocurren cambios en el interior de su organismo, sea a nivel cognoscitivo (como algún tipo de representación mental) o neuronal, otorgándole un papel fundamental al estudiante y a su posibilidad “comprensiva”. Desde esta perspectiva, no se puede concebir a la comprensión sin la existencia de una estructura o proceso como la memoria. La memoria viene a constituirse como una estructura o proceso bifuncional que, por una parte, sería la responsable de almacenar el cambio logrado como aprendizaje en alguna ubicación del sistema nervioso central preferentemente y, por otra, sería la reguladora que selecciona, activa y recupera lo comprendido para su uso o ejercicio en ocasiones posteriores.	La comprensión es este caso es vinculada a la concepción de conocimiento y de memoria , se comprende porque se posee un cambio en los conocimientos que se encuentran en la memoria, y debido a su acumulación se aprenden y se usan cuando se necesitan.
(De Vega, Díaz y León (1999) citados en Acuña, Irigoyen, y Jiménez, 2013, p.82).	La comprensión, implica un proceso complejo o de orden superior, a través del cual, el lector construye activamente una representación del significado poniendo en relación las ideas contenidas en el texto a partir de sus conocimientos. Este modelo mental –o también denominado modelo de la situación– está constituido por representaciones dinámicas –que van cambiando a medida que se avanza en la lectura del texto.	La comprensión vista como una representación o modelo mental .
(Acuña, Irigoyen, y Jiménez, 2013, p.81-85).	El concepto de comprensión se usa en situaciones en las que se presenta una adecuación y/o ajuste del desempeño de un individuo frente a algo que se le es solicitado en una situación particular. En el caso del contexto escolar este concepto es referido a cuando el estudiante es capaz de desempeñarse cumpliendo requerimientos impuestos por el docente y en los mismos materiales de estudio (objetos referentes –que pueden ser una imagen, un video, una conferencia y/o un texto–) a los cuales se enfrenta cotidianamente.	Por lo tanto se asume que la comprensión es un desempeño , que se realiza y observa cuando hay una solicitud social y/o educativa y existen criterios de ajuste a esta situación. El realizar lo que se pide de una manera efectiva y natural, demuestra que se ha comprendido.

Lo que lleva a suponer que comprender es una actividad especial, que tiene lugar adicionalmente a los comportamientos que se aprenden (a lo que se dice o se hace), y en algunos casos concebidos como un evento que antecede a la acción “comprensiva”. Toda vez que el comprender no se “observa” directamente, se asume una actividad paralela, que causa, determina o facilita que ocurra un cambio en el comportamiento del estudiante y sus resultados (lo que se comprende).

La expresión y/o el término comprensión tiene que ver más con la descripción episódica del logro o logros del estudiante con respecto a un criterio, así como las maneras en que lo que se hace tiene lugar como tendencia que predice un desempeño y las circunstancias en que puede o no ocurrir, como probabilidad (no como evento aislado).

(Ribes, 2004 citado en Acuña, Irigoyen, y Jiménez, 2013, p.85)	Comprender no es un evento, sino el resultado de una serie de eventos acompañantes que tienen lugar durante el fenómeno [...] Es a ese conjunto de acompañamientos y al hecho de comprender (logro) a lo que llamamos comprender”	Comprensión como un evento .
--	---	-------------------------------------

Nota Fuente: Elaboración Propia.

La creciente importancia que la ciencia y la tecnología han alcanzado en la sociedad y la generación de imágenes positivas y negativas de la ciencia y de la química, han dado origen a un nuevo campo de indagación que ha ocupado un lugar central en las agendas académicas y políticas de diferentes países, el cual se encarga de realizar estudios de las relaciones que se están estableciendo entre la sociedad y la ciencia y la tecnología, más específicamente en el cómo la sociedad está comprendiendo la actividad científica y tecnológica.

En este sentido, han surgido en dos contextos diferentes estudios al respecto, por un lado están los aportes y estudios realizados en los Estados Unidos, que en un inicio su campo de estudio se etiquetó como Scientific Literacy (alfabetización científica), por preferir investigaciones que analizaran como vincular los contenidos de la ciencia y la tecnología en los niveles de conocimientos de las personas (Torres, 2005) generando en 1957 con el apoyo de la National Association of Scientific Writers (NASW) y la Rockefeller Foundation, la primera encuesta de percepción pública de la ciencia y quienes continúan realizando estudios de tipo cuantitativos que permiten medir la comprensión del público de la ciencia (García, 2010).

El segundo contexto de investigación de este campo es el generado en los países europeos en especial por el Reino Unido quienes designaron el término de *Public Understanding of Science* porque deseaban tener un enfoque más diverso y menos centrado en el dilema de una mayor o menor alfabetización y popularización de la ciencia y la tecnología (Torres, 2005) por eso desde 1940 con la edición de la Association of Scientific Workers (ASW) de Gran Bretaña de un documento en el que se presentaban los primeros lineamientos para el

estudio de la relación del público con las actividades científicas, y con la presentación del reporte elaborado por la Royal Society de Gran Bretaña en 1985, "han puesto de manifiesto la preocupación de los científicos y de los diseñadores de políticas científicas por la interacción de la ciencia con el público y por establecer los parámetros en función de los cuales sería estudiada en las siguientes décadas" (García, 2010, p.2), generando desde 1992 una línea de investigación y una revista con el nombre *Public Understanding of Science* que tiene como objetivo ser "un foro de expresión de investigaciones en torno a las dimensiones públicas de la ciencia y la tecnología" (Perales y Cañal, 2000).

El trabajo de Villarroel, Valenzuela, Vergara y Sepúlveda (2013) nos muestran como las investigaciones de la comprensión pública de la ciencia se han centrado en diseñar, aplicar y estandarizar encuestas que miden la relación ciencia-público y el interés, conocimiento y comprensión de la ciencia por parte del público. Los principales instrumentos internacionales de referencia que miden estos aspectos son los de la National Science Foundation, en Estados Unidos, y el Eurobarómetro, en la Unión Europea. Se debe mencionar que los resultados provienen en su mayoría de estudios realizados en el Reino Unido, pero como lo mencionan Baram-tsabari y Segev (2011) existen pocas investigaciones en relación con lo que el público está interesado en saber acerca de la ciencia y por lo tanto se necesita buscar la forma de convertir la actividad científica un ámbito atractivo para los distintos públicos.

Los resultados de estas encuestas y/o cuestionarios evidencian que la sociedad presenta un alto interés en temáticas ambientales de base científica, el público está más interesado en la ciencia que (por ejemplo) el deporte y el conocimiento de la misma les causa más gratificación por la ciencia (Durant, Evans y Thomas, 1989), pero este interés es muy superior al nivel de comprensión e información respecto a los contenidos y funcionamiento de ciencia y tecnología; porque es un interés que ha sido influenciado en gran parte por los medios de comunicación en donde la comprensión pública de la ciencia se ve afectada por la forma en que los programas presentan a la ciencia como un productor de certeza, sin oportunidad de crear incertidumbre, porque a medida que se acerca más a la ciencia se obtienen certezas absolutas (Collins, 1987), lo que ocasiona que junto al bajo acceso a fuentes de información especializadas en estos temas, se posea un nivel bajo de comprensión de la ciencia lo que afecta negativamente la capacidad de tomar decisiones razonadas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia, incluso se presentan casos que estudiantes preparados en ciencia no están interesados en cursar carreras científicas (Scotchmoor, Thanukos y Potter, 2009).

Igualmente se encuentra que el surgimiento de las tecnologías ha incrementado la asociación de los riesgos con el desarrollo técnico y estos han generado que la sociedad occidental haya perdido la confianza en la autoridad de las instituciones científicas (Einsiedel, 2000), concibiendo la ciencia como una cultura y una actividad práctica en contextos sociales específicos, estableciendo como la construcción de la ciencia es vista como una empresa pública, lo que permite comprender las interacciones entre la actividad científica y los procesos de cambio social y político (Russell, 1993). Es así como se evidencian dos tipos de público, uno que es "pleno de confianza" o menos crítico respecto de la ciencia y el otro que considera que la ciencia posee un bajo prestigio epistemológico

en el contexto social y en la conciencia del riesgo ambiental (Villarroel, Valenzuela, Vergara y Sepulveda, 2013).

Por otra parte, se menciona la preocupación por la obtención de resultados desfavorables que ha tenido los procesos de alfabetización científica en su objetivo de acercar al público a la actividad científica y a su comprensión, generándose interrogantes como ¿Es un fracaso de la comunidad científica al "transmitir su mensaje"? ¿Cómo se interpreta esto? ¿El público está poco interesado en cuestiones científicas? ¿La relación entre el público y los científicos, y la dispersión y absorción de la información, es más sutil que la que los modelos de medición suponen? (Miller, 2001).

Estudios que explican esta falta de comprensión pública de la ciencia, debido a que las personas no entienden el motivo y las implicaciones de lo que se está realizando en la ciencia y la tecnología, debido a que no posee la información y formación adecuada al respecto, lo que es considerado en esta línea como un **déficit del sistema** de información pública y un déficit de conocimiento por parte de la sociedad frente a la ciencia (Hyman, 2001). Modelo de déficit que ha sido el causante de una serie de controversias, debido a que para algunos autores este modelo "*no tiene en cuenta el contexto social, o que tienden a cargar las culpas de los problemas existentes en la ciudadanía y de esta manera exoneran de sus responsabilidades a la Ciencia, a sus instituciones y a la propia cultura científica*" (Membiela, 2007, p. 108), ajustando la comprensión pública de la ciencia a una lógica monolítica y a la percepción de la ciencia asociada a la racionalización, lo que ha generado visiones empobrecidas de las perspectivas cognitivas de los individuos hacia la ciencia y a su vez aumento del escepticismo del público hacia la ciencia (Locke, 2001).

En este sentido, se han realizado propuestas que proponen la existencia de "déficits de conocimiento" en los expertos (Conrad, 2006) y que se deben revisar otros factores como los que proponen la sociología del conocimiento científico (SSK, por sus siglas en inglés) y a la psicología retórica para crear una crítica sociológica de la ciencia, donde la ciencia en la modernidad no es monolítica, sino múltiple, donde el conocimiento científico surge de las interacciones particulares de las personas, por lo que es una construcción humana y social (Locke, 2001).

En este sentido, la ciencia se está convirtiendo cada vez más en parte de la cultura, debido a la proliferación de discursos de consumo ético, la sostenibilidad y la conciencia ambiental, pero no se sabe hasta qué punto el público se involucra en la evaluación de los logros científicos y sus argumentos acerca de la relación entre el consumo humano y las catástrofes ambientales a nivel mundial, pero a diario las personas evalúan las afirmaciones científicas y pseudocientíficas que se ofrecen en la publicidad, aceptando a las primeras y dudando de la segundas (Dodds et al, 2009)

De la misma manera se encuentran resultados que presentan que la sociedad posee una "Quimiofobia", debido a la complejidad y falta de unificación de temas de esta ciencia, en especial la falta de comunicación de los beneficios y peligros de la misma (Hartings y Fahy, 2011), pero se presenta como la creciente preocupación mundial sobre la energía y los recursos hídricos y el medio ambiente, y el nivel de alfabetización química y la comprensión pública de la ciencia ha generado cambios en el siglo XXI en la enseñanza y aprendizaje

de la química. Por lo tanto surge la enseñanza de la química tetraédrica que es una nueva metáfora que hace hincapié en las anteriores dimensiones de la química y que destaca la importancia del alumno en la red de relaciones humanas (Mahaffy, 2004).

Por lo tanto, de los anteriores resultados surgen unas primeras propuestas que buscan que el campo de la comprensión pública de la ciencia, se fortalezca y evolucione. Se encuentran propuestas (Einsiedel, 2000; Harpp, Fenster y Schwarcz, 2011; Isaev, 2011; Turney, 1996; Daley, 2000) sobre cómo mejorar la confianza del público por la actividad científica; crear espacios de discusión con el público en el que se brinde información de la ciencia, a través de diferentes medios de comunicación como la radio, la televisión, Internet, conferencias, artículos y cursos, con el objetivo de cambiar la percepción pública de la ciencia y generar entusiasmo e intereses en los jóvenes para formarse en esta carrera y en valorar los aportes de esta ciencia.

Espacios de discusión en el que los químicos y los científicos tienen la responsabilidad de establecer un mejor diálogo con las personas, conocer su opinión frente a estos temas y generar confianza en los científicos y las fuentes de información, lo que implica que la química y la ciencia cambien su discurso, dejar de ser objetivas, racionales, y reduccionistas a nivel disciplinar y basadas en el modernismo a nivel social. Igualmente dejar los objetivos de la investigación científica y tecnológica con un énfasis en las necesidades de la industria, para empezar a integrar la meta-perspectiva (filosófica, histórica y socio-cultural) en la investigación científica y práctica de la educación, generando procesos de autocrítica por la ciencia y sus supuestos, lo que permitiría la legitimación de las mismas y de esta manera mejorar la comprensión pública de la ciencia y la química a largo plazo (Sjöström, 2007; Wynne, 1995).

Para terminar se propone que el público esté informado sobre la naturaleza y el proceso de la ciencia, lo que se puede lograr a través de la construcción de estrategias de educación formal e informal y de relaciones públicas, donde se analice la relación entre la ciencia escolar y la conciencia pública de la ciencia (Fensham, 1999), para que las personas tomen decisiones respecto de la ciencia y la tecnología. Igualmente la comunidad científica debe aceptar el compromiso social de desarrollar nuevas líneas de argumentación y análisis y realizar continuos procesos de calificación, como parte de un compromiso más amplio con la idea de la ciencia comprometida públicamente (Stilgoe, Lock y Wilsdon, 2014).

Con lo anterior se puede evidenciar que el campo de la comprensión pública de la ciencia, ha enfocado sus investigaciones solo hacia la comprensión de la ciencia en general, pero son pocos los estudios en relación con la comprensión pública de la química (CPQ) y en especial frente a su impacto socio-ambiental, por esto este aparente vacío en las tendencias de investigación de esta línea de investigación brinda la posibilidad de realizar un análisis de las tendencias y perspectivas de la CPQ y su impacto socio-ambiental.

2.2.4 La comprensión pública de la ciencia y de la tecnología vista desde la postura de los científicos.

El desarrollo científico y tecnológico ha generado una serie de productos y bienes que hacen que la vida de las personas sea más fácil y sencilla de desarrollar, generando un bienestar en los individuos, la sociedad y el entorno; pero debido al uso excesivo e irracional que las

personas le otorgan a estos productos, terminan convirtiéndose en un problema de tipo social e incluso ambiental por el consumo irresponsable de los mismos bienes. Problemas que con el tiempo empiezan a acumularse por la falta de acciones y toma de decisiones del público para resolver estas situaciones, permitiendo que el desarrollo científico y tecnológico avance sin ningún tipo de restricción y a su vez vaya disminuyendo el bienestar de las personas y la sociedad (Baram-tsabari y Segev, 2011).

Los problemas sociales y ambientales de la sociedad se deben a un desarrollo científico y tecnológico descontrolado e irresponsable, que busca asegurar el financiamiento económico y mantener la posición social de la ciencia y la tecnología; este desarrollo tiene fines de lucro, alentados desde el estado; ha estado descuidado e incluso eliminando de sus prioridades aspectos como la salud, la educación y la regulación de las actividades de comercio, las normas ambientales y laborales, para permitir que las empresas y/ actividades que generan beneficios económicos puedan trabajar libremente y con todo el apoyo posible, lo que deja en un segundo plano la responsabilidad del estado y de este desarrollo con el público y la sociedad que está o que va a utilizar los productos o bienes resultantes de este desarrollo; pero lo sorprendente de estas acciones es que son tan influyentes y convincentes que indirectamente se convierten en parte del subconsciente de las personas haciéndoles creer que por voluntad propia aceptan este desarrollo y que están a su favor y de esta manera evitan que el público reaccione y no controle su accionar. Situación que solo tiene como objetivo que las élites que poseen el poder económico ratifiquen su posición y continúen gobernando la riqueza social (Baram-tsabari y Segev, 2011).

El conocimiento científico y tecnológico ha buscado siempre el apoyo de estas elites y por lo tanto la condición que se les impone y que realizan sin objeción, y es que deben retribuir esta financiación con la búsqueda de apoyo y cambios en las ideologías de la sociedad (Pestre, 2003 citado en Bencze, Alpso y Bowen, 2009) y una de las formas de empezar este ciclo de cambio de pensamiento, imágenes y actitudes hacia el desarrollo científico y tecnológico, es a través de la financiación de los programas de las universidades para que acerquen a los estudiantes a su estudio brindando los materiales y recursos para la realización de las investigaciones; y otro medio es la construcción y participación de instituciones científicas en distintos espacios como laborales, académicos e industriales(Baram-tsabari y Segev, 2011) .

Nadie duda de la importancia de la colaboración que las industrias brindan a las entidades académicas, porque a través de este apoyo las personas pueden realizar un proceso de formación que les permite adquirir una serie de habilidades y aprendizajes que aplicar en la vida diaria, pero los conocimientos que se generan en este proceso de colaboración ya no son un bien público sino una propiedad intelectual privada que sirve o debe servir a unos intereses privados (Bencze, Alpso y Bowen, 2009).

Aspecto que permite preguntarse por la ética que están desarrollando el estado y las empresas que financian la ciencia y la tecnología, y por la ética de los científicos que se encargan de vender sus concomimientos y trabajar por conseguir un benéfico económico y

no social, donde el cumplir unos intereses económicos, políticos y culturales, están vulnerando la integridad, autonomía y valores propios de estas ciencias e incluso el valor y respeto por los demás han quedado en un segundo plano a la hora de competir por el reconocimiento y permanencia de la posición. Uno de los factores afectados por esta falta de ética en la actividad científica es que por obtener productos y bienes a corto plazo, la conveniencia ha invalidado la originalidad, los científicos ya no se dedican a investigar y a generar nuevos productos sino a repetir y variar las fórmulas en pequeñas propiedades y así se evitan realizar todos los parámetros de calidad y de verificación del producto para comercializar los productos inmediatamente (Baram-tsabari y Segev, 2011)

De la misma forma las investigaciones que se realizan son aquellas que tienen garantizado un mercado amplio de difusión (Angell, 2004 citado en Bencze, Alpo, y Bowen, 2009). Las empresas y los científicos están perdiendo su credibilidad en sus investigaciones, al no realizar o contratar a las instancias encargadas de supervisar sistemáticamente que los productos que serán comercializados y al brindar una opinión o comentario de los mismos favorable aun conociendo sus posibles efectos negativos y si algún estudio o entidad les cuestiona sus resultados se dedican a desacreditar a la persona o institución (Baram-tsabari y Segev, 2011)

Con el fin de mantener y aumentar el pensamiento económico en la sociedad, el estado y la comunidad científica se ha encargado que a través de la educación se promueva la confianza y la aceptación de los científicos y su actividad pero sin preguntar e intervenir en sus decisiones e investigaciones y que por lo contrario se acepten los resultados sin preguntar por sus beneficios, intereses y consecuencias, es decir, se está generando indirectamente una falta de comprensión de la actividad científica y tecnológica, aspecto que entra en contradicción con los objetivos que busca la comprensión pública de la ciencia (Baram-tsabari y Segev, 2011)

Por lo tanto, si los científicos y las élites lo que buscan es mantener su posición, satisfacer unos intereses propios e implícitos y conseguir el desarrollo económico a través de la financiación de sus investigaciones, el problema de la comprensión pública de la ciencia además de analizar y reflexionar acerca de los procesos de formación ciudadana para generar en la sociedad la capacidad de tomar decisiones, construir argumentos y adquirir una postura crítica en temas de la ciencia y la tecnología, debe centrarse en promover que los ciudadanos en general o laicos y aquellos que se están formando para ser científicos o para enseñar ciencias comprendan el verdadero sentido de hacer ciencia y naturaleza de la misma, para que puedan ser sujetos activos que puedan controvertir las implicaciones sociales, éticas y políticas que hay detrás de eso que se llama el desarrollo científico y tecnológico (Baram-tsabari y Segev, 2011). El público no es consciente de lo que implica hacer ciencia actualmente y de que los intereses que se les presentan en la mayoría de los casos no son para el beneficio de ellos sino para su propio bienestar y que los científicos poseen una enorme responsabilidad ética y moral las cuales no deben ser vulneradas (Baram-tsabari y Segev, 2011).

2.2.5 La comprensión pública de la ciencia y de la tecnología desde la postura del presente trabajo de investigación

¿Pero entonces que es eso llamado Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología? Para entender el significado que este trabajo le ha otorgado, primero es necesario expresar la concepción que se tiene de la **comprensión** y de lo **público**.

- **Comprensión**

En este trabajo se está de acuerdo con la definición de **comprensión** que suministra Perkins citado en Stone, 1999, aunque a esta definición se le realizan unos modificaciones y aportes nuevos.

La **comprensión** es la capacidad de desempeñarse flexiblemente, es decir, de demostrar lo que uno sabe, en cualquier momento y situación; es cuestión de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que se sabe. Utilizando para ello diferentes desempeños de comprensión, como por ejemplo, el explicar, justificar, extrapolar, vincular, sintetizar, aplicar y demás. Desempeños que demuestran la comprensión y por lo tanto son la comprensión misma.

La comprensión implica el conocimiento de los saberes y los métodos considerados como científicos (alfabetización científica); significa también apreciación (admiración y reverencia por los productos y agentes asociados a este tipo particular de cultura); y formación de ciudadanos políticamente activos con capacidad de acción, organización y participación en las decisiones científicas, y por lo tanto políticas, que impliquen alguna incidencia en la vida y desarrollo de las personas y comunidades. Esta comprensión es usada por las personas para transformar y participar en la sociedad (Raigoso, 2006 citado Hermelin, 2013).

Se puede concluir que la comprensión es una competencia que permite desempeñarse flexiblemente. En otras palabras permite “saber”, “saber hacer”, “saber ser” y “saber estar”.

- **Público**

Por otra parte se encuentra la definición de “**Público**” que se adoptara en este trabajo.

Al mencionar *público* se hace alusión a la sociedad, en específico a las personas y/o ciudadanos que no tienen una formación profesional en el campo de la ciencia y/o la tecnología, es decir, que su actividad profesional o laboral es diferente a la de los representantes de la comunidad científica. En algunos aportados al público se denomina “legos” o personas no científicas (Thomas y Durant, 1987).

Existen dos tipos de público, el público del contexto escolar, como son los docentes y estudiantes, y el público del contexto popular, en el que se encuentra el ciudadano común que se dedica a labores no relacionadas con la ciencia y la tecnología.

- **Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología.**

Por lo tanto, después de definir que es la comprensión y lo público, se puede concluir que la *Comprensión Pública de la Ciencia* hace referencia a las capacidades, conocimientos, habilidades, actitudes, destrezas y disposiciones cognitivas, socio afectivas y psicomotoras, que poseen las personas no científicas, y que les permiten desempeñarse flexiblemente en diferentes contextos, para encontrarle el sentido y resolución a la situaciones en la que se encuentren presentes en su vida diaria y que tienen relación directa con la ciencia y la tecnología.

Lo que implica que las personas que comprenden la ciencia y la tecnología es porque poseen las competencias que les permite interpretar, explicar, justificar, extrapolar, vincular, sintetizar, aplicar, reflexionar, juzgar, criticar, aprehender, percibir, apreciar, asociar, pensar, actuar, crear, relacionar, describir, comparar, diferenciar, analizar, representar, secuenciar, organizar, generalizar, conocer, comunicar, hacer frente y participar, en lo relacionado con la actividad, desarrollo, naturaleza y fundamentos de la ciencia y la tecnología.

Por lo tanto, que el público comprenda la ciencia y la tecnología significa que adquiere y usa sus conocimientos científicos y tecnológicos en su cotidianidad; asume actitudes y posiciones críticas frente al desarrollo y avances de la ciencia y la tecnología, las cuales le permiten tomar decisiones basadas en argumentos frente a lo que la comunidad científica ofrece y/o presenta. Lo anterior no implica que el público deba ser un experto en ciencia y tecnología para lograr un trabajo en el campo científico o tecnológico, pero tampoco significa que las personas sean un receptor de información científica, vacío y/o pasivo, sino que con sus competencias y desempeños pueda enfrentar las cuestiones científicas con las que convive y beneficiarse de las mismas, mejorando e enriqueciendo su calidad de vida y de esta forma evitar sentirse desconcertados, rechazados u oprimidos por el lenguaje y desarrollo científico y tecnológico; pero también que opine, critique y evalúe las decisiones y avances de esta y en la medida de sus responsabilidades que participe políticamente de la CyT.

Al comprender la ciencia y la tecnología, se reconoce que está a disposición del público, que se puede hacer parte de su evolución, hacer exigencias acerca de su relevancia personal y social, participar y deliberar activa y democráticamente en las dinámicas de las investigaciones científicas y finalmente que se pueden reducir las barreras de comunicación y divulgación entre la comunidad científica y el público.

2.2.6 Alfabetización científica y tecnológica

La alfabetización científica y tecnológica (ACT) ha llegado a ser como lo manifiesta Fourez (1994) necesaria para la promoción de la dignidad humana en las sociedades llamadas desarrolladas. Aclarando que para el presente trabajo la Alfabetización Científica y tecnológica es diferente a "letramento". No basta con dominar el lenguaje científico escrito para generar la transformación en las personas, es decir, no importa tanto lo que el saber

escribir y leer hace a las personas sino lo que las personas hacen al saber escribir, cómo comprenden y usan sus conocimientos en la resolución de problemas y en la participación de toma de decisiones.

La emergencia de la ACT y del movimiento CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad, Ambiente) comienza hacia el fin de los años cincuenta como respuesta a la crisis o fracaso de la enseñanza clásica de las ciencias, al considerar que la enseñanza de las ciencias realizada en las escuelas secundarias no se desarrolla de una manera que permita que al pasar los años los estudiantes recuerden lo visto y lo apliquen en sus actividades, debido a sus contenidos incoherentes e irrelevantes en relación a las necesidades actuales (Fourez, 1994).

Esta crisis también se presenta a nivel socioeconómico cuando los estudiantes rechazan la idea de estudiar carreras afines a la ciencia provocando una penuria de científicos y de ingenieros (Sabariego y Manzanares, 2006). Por este motivo se desarrolló una política de educación en ciencias que tenía como objetivo político y económico formar una elite de científicos y tecnólogos que hicieran triunfar la investigación americana, objetivo que se cumplió solo a corto plazo (Fourez, 1994), debido a que la enseñanza científica solo consistía en la transmisión de conceptos, métodos, resultados y doctrinas que se les inculcaban a los alumnos sin tener en cuenta las circunstancias que habían presidido su elaboración.

Por lo tanto, a fin de los años sesenta se presentaron reacciones como la enseñanza renovada en Bélgica, la reforma Haby en Francia, donde docentes y reformadores exigían la mirada hacia la importancia de un contacto con una realidad social más global y con las raíces de los alumnos, sin embargo en la enseñanza de las ciencias este cambio no fue tan notable porque se presentaron dos obstáculos: 1) Los docentes estaban preparados solo para enseñar un contenido disciplinar y 2) No sabían cómo trabajar interdisciplinariamente, por lo que fue necesario esperar hasta los años ochenta en el cual aparecieron las bases epistemológicas necesarias que resolverían estos problemas (Fourez, 1994).

Estas crisis permitieron que se renovara la enseñanza de las ciencias y estas se relacionara más con su contacto humano, construyendo de esta manera el concepto de alfabetización científica, a través de la combinación de tres ejes de valor: El económico-político, el social y el humanista (Fourez, 1994).

El *eje económico y político* remarca que es necesaria la participación de la población en la cultura científica y técnica, para que las economías no tengan problemas y no se demoren en despegar (Fourez, 1994), el *eje social* admite que si no hay una cultura científica y tecnológica los sistemas democráticos serán más dependientes de la tecnocracia, y que por lo tanto el objetivo de la ACT sería:

Divulgar bastantes conocimientos en la población para que las decisiones de los técnicos puedan ser suficientemente comprendidas y también controladas democráticamente. Se trata de otorgar a la sociedad responsabilidades, de llegar a una situación en la cual los

ciudadanos no experimenten un sentimiento de impotencia tan grande a las ciencias y a las tecnologías, y a todo lo vinculado con ellas (Fourez, 1994.p. 23).

Y *el eje humanista* pretende que cada ser humano tome parte de la cultura científica, que se comunique con los otros acerca de las cosas que pasan en el mundo y que mantenga una posición al respecto, lo que significa ser “cultivado” en ciencias, que emerge de una serie de dimensiones como la *dimensión histórica*: comprender como las ciencias y las tecnologías han nacido en una historia humana de la que hacen parte. Una *dimensión epistemológica*: comprender como se construyen las ciencias en nuestra sociedad y como trabajan los científicos. Una *dimensión estética*: Disfrutar de una teoría o de máquinas bien realizadas que se adapten a una situación en particular. Una *dimensión corporal*: relacionar el cuerpo como un lugar inteligente. Una *dimensión de comunicación*: las ciencias y la tecnología permiten construir una visión del mundo compartida y comunicable y una *dimensión ética*: las ciencias ofrecen una representación de las posibilidades de nuestro actuar (Fourez, 1994).

De esta manera el concepto de alfabetización científica y tecnológica se ha consolidado a través del surgimiento de diversos fenómenos o sucesos históricos, que son esenciales de conocer para abordar este concepto de una manera global y compleja, y poder relacionar su importancia en la construcción de una comprensión pública de la ciencia y de la química. Por lo tanto hablar de un concepto de ACT implica considerar los diversos aportes que se han realizado en el trascurso de la historia al respecto como los siguientes:

- La alfabetización científica significa que la gran mayoría de las personas dispone de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, resolver los problemas y necesidades de salud y supervivencia básicos, tomar conciencia de la importancia de las relaciones entre ciencia y sociedad, y considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo (Furió y Vilches, 1997).
- Es concebida como un proceso de “investigación orientada”, que supera el reduccionismo conceptual y permite a los alumnos participar en la ciencia, enfrentarse a problemas relevantes, (re) construir conocimientos científicos, que son transmitidos por la enseñanza de manera ya elaborada (Sabariego y Manzanares, 2006).
- Considera tres elementos: 1) Aprender ciencia, adquiriendo y desarrollando conocimientos teóricos y conceptuales. 2) Aprender acerca de la ciencia, la naturaleza y métodos de la ciencia y su relación con la sociedad. 3) Hacer ciencia, mediante la investigación científica y la resolución de problemas (Hodson, 1992).
- Agrupa tres dimensiones: *Conceptual (comprensión y conocimientos necesarios)*: Conceptos de ciencia y relaciones ciencia y tecnología. *Procedimental*: obtención y uso de la información científica, aplicación de la ciencia en la vida cotidiana. *Afectiva*:

emociones, actitudes, valores y disposición ante la alfabetización y aprecio e interés por la ciencia (Kemp, 2002)

- Implica sugerir unos objetivos básicos para *todos*, que conviertan a la educación científica en parte de una educación general, debido a que actualmente la sociedad se encuentra inmersa en productos realizados a partir de la indagación científica, por lo tanto, las personas necesitan utilizar la información científica para realizar las opciones que se plantean cada día; necesitan ser capaces de implicarse en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecen compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural. Así mismo es necesario que aprendan a resolver problemas concretos utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos (Gil, Sifredo, Valdésy Vilches, 2005).
- Aunque algunos autores como Fensham (2002) y Shamos (1995) afirmen que la sociedad no necesita estar alfabetizada, ya que la tecnología y los productos están concebidos para que los usuarios no tengan ninguna necesidad de conocer los principios científicos en los que se basan para poder utilizarlos.
- Persigue tres fines: *la autonomía del individuo* (componente personal) que se escapa de la receta y permite juzgar el interés de conocimientos distinguiendo aquellos que aumentan la dependencia a los conocimientos expertos o especialistas, de los que permiten al individuo establecer con ellos una relación más pareja e igualitaria, *la comunicación con los demás* (componente cultural, social, ético y teórico) en temas de la vida cotidiana, reforzando la teorización, que es proveerse de palabras, conceptos y estructuras de representación que permitan encontrar como comunicar a otros la que nosotros vivimos y *un cierto manejo del entorno*(componente económico) que implica un saber hacer y un poder hacer (Fourez, 1994).
- Posee tres niveles de desarrollo por Marco (2000) los cuales son:

Un primer nivel de *alfabetización científica práctica*: que permite utilizar los conocimientos en la vida diaria con el fin de mejorar las condiciones de vida, el conocimiento de nosotros mismos, etc. Es un tipo de conocimiento científico y tecnológico que puede utilizarse para ayudar a resolver las necesidades básicas de salud y supervivencia.

Un segundo nivel de *alfabetización científica cívica*: para que todas las personas puedan intervenir socialmente, con criterio científico, en decisiones políticas, es decir, que el ciudadano tenga participación en la resolución de los problemas sociales.

Y un tercer nivel de *alfabetización científica cultural*: relacionada con los niveles de la naturaleza de la ciencia, con el significado de la ciencia y la tecnología y su incidencia en la configuración social y cultural, es decir, la que se plantea y cuestione ¿Qué es la Ciencia?, ¿qué es la Tecnología? y ¿Cómo inciden ambas en la configuración social?

Concepciones de la ACT que implican que una persona alfabetizada científica y técnicamente debe cumplir y realizar una serie de criterios como los establecidos por la National Science Teacher Association de los Estados Unidos en los años 80 (Fourez, 1994, p. 25-36), los cuales son:

- **Utilizar conceptos científicos e integrar valores y saberes para adoptar decisiones responsables en la vida corriente:** Objetivo que no es atendido habitualmente aceptando las recetas que indican cómo actuar, mientras que los conocimientos científicos permiten un análisis crítico de las consecuencias de las decisiones.
- **Comprender que la sociedad ejerce un control sobre las ciencias y las tecnologías, y asimismo que las ciencias y las tecnologías imprimen su sello a la sociedad:** Las personas consideran que las ciencias y la tecnología son los que producen los impactos sociales y ambientales, pero no admiten que ellas son productos de las sociedades y las reflejan a su vez.
- **Comprender que la sociedad ejerce un control sobre las ciencias y las tecnologías por la vía de las subvenciones que les otorga:** el estado y la sociedad civil subsidian las investigaciones de la tecnología y la ciencias, por lo tanto los ciudadanos deben controlar esos desarrollos y a los investigadores, y no dejar que tomen la decisión otros.
- **Reconocer tanto los límites como la utilidad de las ciencias y la tecnología en el progreso del bienestar humano:** Además de reconocer que existen más saberes que no son necesariamente científicos pero que tienen igual valor.
- **Conocer los principales conceptos, hipótesis y teorías científicas, y ser capaz de aplicarlos:** es decir, conocer las representaciones básicas de la ciencia como que es un átomo o un microbio, pero aceptando que no hay una serie de conocimientos particulares precisos, sino un conjunto global que permite orientarse en el universo.
- **Apreciar la ciencia y las tecnologías por la estimulación intelectual que suscitan:** Sobrepasar la instrumentalidad de las ciencias o de las tecnologías y sentir placer por un desafío científico o técnico.

- **Comprender que la producción de saberes científicos depende a la vez de procesos de investigación y de conceptos teóricos:** Serán alfabetizados aquellos que tengan conciencia de las estructuras sociales necesarias para el desarrollo de la tecnología y comprendan sobre epistemología y socio-epistemología.
- **Saber reconocer la diferencia entre resultados científicos y opiniones personales:** La población debe ser consciente de la relatividad de las producciones intelectuales de la comunidad científica sin que ello se confunda con un relativismo desencantado.
- **Reconocer el origen de la ciencia y comprender que el saber científico es provisorio y sujeto al cambio según el grado de acumulación de los resultados:** Reconocer las interacciones con una historia humana y social como por sus correspondencias con el mundo de las cosas.
- **Comprender las aplicaciones de las tecnologías y las decisiones implicadas en su utilización:** Comprender que las tecnologías y las ciencias dan forma a nuestra manera de pensar, de organizarnos y de actuar.
- **Poseer suficiente saber y experiencia como para apreciar el valor de la investigación y del desarrollo tecnológico:** Preguntarse si las propuestas e investigaciones apuntan al bienestar cultural de las poblaciones o a los intereses de las comunidades científicas.
- **Extraer de su formación científica una visión del mundo más rica e interesante:** Es necesario que las ciencias sean estudiadas en relación con los proyectos humanos que han contribuido a su elaboración.
- **Conocer las fuentes válidas de información científica y tecnológica y recurrir a ellas cuando hay que tomar decisiones.**
- **Tener una cierta comprensión de la manera en que las ciencias y las tecnologías fueron producidas en la historia.**

Crterios que son aceptados por algunos autores o rechazados por otros, pero que hacen que el campo de la ACT se convierta en el medio por el cual el público adquiere una formación científica y tecnológica adecuada que permite superar la distancia que existe entre la sociedad y la comunidad científica, evitando y/o modificando las imágenes distorsionadas de la ciencia y de la química, pero que debido a los nuevos aportes de la reciente línea de investigación de la comprensión pública de la ciencia y de la química, este proceso de alfabetización debe adquirir nuevos enfoques y perspectivas que trabajen en favor de una mayor y correcta comprensión de la ciencia y de la química, porque de nada

sirve desarrollar los anteriores criterios de alfabetización sino se comprende el porqué, el cómo y en qué consiste la actividad científica y tecnológica (Turney, 1996).

Por lo anterior, desarrollar un proceso de ACT en pro de la comprensión pública de la ciencia y de la química, debe considerar aspectos en relación con la naturaleza de la ciencia y la tecnología, es decir, qué se considera que es la ciencia y la tecnología y cómo deben ser enseñadas, igualmente debe abordar las vías y medios de información científico – tecnológica formales e informales y por último buscar la manera de interpretar y solucionar aspectos como el saber qué el público está aprendiendo y comprendiendo de la ciencia y la tecnología, cómo las está comprendiendo y que interacciones tienen estos aspectos con el desarrollo de un currículo científico.

2.2.7 Enfoque ciencia, tecnología, sociedad, ambiente, CTSA.

El enfoque CTSA surgió en Norteamérica desde los años sesenta; en los sesenta se desarrolló en las universidades y desde los años ochenta en la educación secundaria, como respuesta a las relaciones que mantenía la sociedad con la ciencia y la tecnología, al empezar a aparecer preguntas por los límites del crecimiento de la ciencia y la tecnología y las consecuencia e impactos de las mismas. Su importancia en la enseñanza de las ciencias experimentales empezó a hacerse evidente en los documentos de la ASE *Alternatives for Science y Education through Science* en los años 1979 y 1981 o el documento de la NSTA *Science-technology-society: Science education for the 1980s*. A partir de los cuales ha generado una serie de propuestas y proyectos curriculares que han servido como modelos para las reformas en la educación científica en diferentes países como por ejemplo *ChemCom* en EEUU, el curso de nivel 11 de *Science and Technology* en Canadá, el *Siskon in Schools* y el *SATIS* en el Reino Unido, el *PLON* en Holanda, el *Science, Technology and Society* en Australia (Membiela, 2002, p. 92).

Desde entonces se ha constituido como un campo de investigación pedagógica y didáctica dedicado a promover la ACT, con un importante énfasis en la formación de ciudadanos científica y tecnológicamente preparados para la participación en las controversias sociales del mundo contemporáneo (Martínez, Villamil y Peña, 2006) de manera que los ciudadanos puedan participar en los procesos democrático y se promueva su acción encaminada a la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología.

Considerando como objetivos: Conocer la ciencia y la tecnología para fines personales, ciudadanos o culturales y destrezas de aprendizaje; realizar investigación científica y tecnológica para recoger información, resolver problemas y tomar decisiones; desarrollar valores, a través de las interacciones CTSA, para temas públicos y políticos, locales o mundiales (Bybee, 1985 citado en Acevedo, Vásquez y Manassero, 2002); preparar a los estudiantes para usar la ciencia y la tecnología en el entendimiento y mejoramiento de su vida diaria; aplicar el conocimiento científico en la vida cotidiana e introducir las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo científico y tecnológico; utilizar los aspectos y problemas sociales para lograr satisfacer las necesidades de la sociedad; hacer énfasis en todos los niveles sobre la relevancia social y humana de la química y por último

ayudar a los estudiantes a mejorar en pensamiento crítico y razonamiento lógico (Mora y Parga, 2010, p.87).

Pero es un enfoque que implica también dar prioridad a los contenidos actitudinales (cognitivos, afectivos y valorativos) y axiológicos (valores y normas), por lo que convierte en *“un campo decampo de trabajo interdisciplinar en educación, investigación y política pública, que se centra en los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que concierne a sus condiciones sociales como en lo que atañe a sus consecuencias sociales, políticas, económicas, éticas y ambientales”* (Acevedo, Vásquez y Manassero, 2002, p.1).

Cabe resaltar, entonces, que el enfoque CTSA interviene en el proceso educativo, pero a diferencia de otros modelos didácticos y de la misma tradición educativa, éste campo reconoce los actores del proceso enseñanza y/o aprendizaje, y como lo plantean Martínez, Villamil y Peña (2006), el estudiante y el profesor tienen papeles, así:

Tabla 2. *Roles del profesorado y estudiantado al abordar el enfoque CTSA*

Papel del estudiante	Papel del profesor
Es un sujeto crítico en formación que se prepara para asumir el rol de ciudadano en una sociedad impregnada de constructos científicos y tecnológicos, que requiere un compromiso con el análisis de la producción científica y tecnológica desde su naturaleza hasta sus alcances.	Es un intelectual que asume el rol de investigador en el aula, a propósito de las relaciones entre CTSA, esto implica una comprensión entre los aportes de la epistemología, historia, sociología de la ciencia y el desarrollo de los movimientos sociales y ambientalistas que cuestionan las consecuencias que ha traído el progreso científico y tecnológico.
Reconoce el conocimiento más allá de la lógica interna de los cuerpos teóricos y metodológicos de la ciencia y la tecnología, preocupándose además por los problemas sociales, ideológicos y ambientales que ha implicado la evolución de la ciencia y la tecnología.	Debe construir un ambiente apropiado para la participación y la autonomía en los estudiantes.
Articula la construcción de actitudes, intereses y valores hacia la ciencia con su formación científica, tecnológica y ciudadana.	Además, debe hacer que los estudiantes vean la utilidad de la Ciencia y la Tecnología, sin ocultar sus limitaciones para resolver los problemas sociales. Educar para la vida y para vivir en el complejo escenario global.

Nota. Fuente: Adaptado de Martínez, Villamil y Peña. (2006).

En atención a lo anterior, el enfoque CTSA pretende, además, dar respuesta a ciertos problemas que se han encontrado al momento de enseñar ciencias; por ejemplo, como lo expone Acevedo (1996, p.1) “muchos profesores, que son conscientes de los objetivos deseables, no saben luego cómo llevarlos a la práctica y continúan enseñando de la misma manera que siempre”, para lo cual la CTSA, intenta, mediante las diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje que pueden abordarse desde sus postulados, aportar a las soluciones de tales problemas.

Para llevar a cabo lo planteado, dentro de este movimiento se plantean distintas estrategias de enseñanza-aprendizaje que pueden permitir cumplir los fines de la educación CTSA, anteriormente planteados; así, Acevedo (1996a) planteó hace varios años unas estrategias

que hoy son empleadas y que tienen un impacto favorable en el establecimiento de las relaciones CTSA en los estudiantes. Tales estrategias de enseñanza-aprendizaje son:

Tabla 3. *Estrategias de enseñanza –aprendizaje del enfoque CTSA.*

Resolución de problemas abiertos incluyendo la toma razonada y democrática de decisiones.
Elaboración de proyectos en pequeños grupos cooperativos.
Realización de trabajos prácticos de campo.
Juegos de simulación y de "roles" (<i>role-playing</i>).
Participación en foros y debates.
Presencia de especialistas en el aula, que pueden ser padres y madres de la comunidad educativa.
Visitas a fábricas y empresas, exposiciones y museos científico-técnicos, complejos de interés científico y tecnológico, parques tecnológicos, etc.
Breves períodos de formación en empresas y centros de trabajo.
Implicación y actuación civil activa en la comunidad.

Nota. Fuente: Díaz (2001).

Se puede ver como el enfoque no se limita a una metodología que dirija el trabajo llevado a cabo por el profesor, sino que tiene una variedad de opciones, las cuales no son inmutables, sino que pueden tener variaciones dependiendo del contexto del estudiante y las necesidades particulares de la población con la cual se trabaja.

La mayoría de investigaciones al respecto se han centrado en analizar aspectos de las aplicaciones de la ciencia y sus relaciones con el medio ambiente, en estudiar las visiones de los estudiantes de secundaria aplicaciones de la ciencia y la tecnología y en desarrollar propuestas que permitan que las personas y en especial los estudiantes conozcan que es y qué función cumplen la ciencia y la tecnología, para mejorar la imagen y actitudes empobrecidas de la ciencia y la tecnología, centrándose en aquellos aspectos relativos a la formación de futuros ciudadanos y ciudadanas, lo que ha permitido el desarrollo de propuestas que incorporan la historia en la enseñanza de las ciencias en este enfoque, incorporar la dimensión CTSA en materiales didácticos de diferentes niveles educativos, la evaluación de los desarrollos científicos y tecnológicos, la educación científica para la toma de la conciencia de las personas acerca de los problemas que afectan al planeta y sus posibles soluciones y por último incluyen una adecuada formación ciudadana para la participación ciudadana, la responsabilidad social y la toma fundamentada de decisiones (Solbes y Vilches, 2004).

Sin embargo, se debe reconocer que las limitaciones que posee este campo de investigación pueden resultar en un factor determinante para el éxito o no de la implementación de sus estrategias de enseñanza-aprendizaje; lo anterior en atención a que la mayoría de los currículos, no sólo de Colombia sino en general de América Latina, reducen las relaciones CTSA a unas cuantas líneas dentro de su estructuración, y no van más allá de entender realmente la necesidad de potenciar en los estudiantes la argumentación, la proposición, y la comprensión de los conceptos científicos desde una mirada interdisciplinar y amplia, que le brinde elementos para mejorar sus habilidades y mirada hacia la ciencia.

Este enfoque se ha centrado en buscar alternativas de solución a problemáticas de la fragmentación de la enseñanza de la ciencia y la tecnología, a través de la inclusión de los estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), ha trabajado únicamente desde una visión de Desarrollo Sostenible, como paradigma donde la participación de las personas en la toma de decisiones afecta su vida actual y tiene repercusiones en el futuro. Visión que tiene un fuerte énfasis en el análisis de las consecuencias negativas que el crecimiento económico ha provocado al medio ambiente, proponiendo que es necesario satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, estableciendo un proceso de justicia social y de preservación del medio ambiente (Cantú y Pérez, 2012), orientando los sistemas económicos, sociales y productivos al cambio de actitudes hacia el conocimientos científico y tecnológico para generar espacios de equidad y respeto a la diversidad de las generaciones presentes y futuras (Mora, 2012).

Esta visión posee una serie de críticas y vacíos porque incluye y tiene presente solo los aspectos sociales, económicos y ecológicos del desarrollo del conocimiento científico y tecnológico, donde el enfoque CTSA se ve limitado a considerar las implicaciones e impactos que se generan en la sociedad al comprender el medio ambiente como un bien de capital y servicio que hay que explotar pero conservándolo a la vez, solucionando los problemas ambientales desde la utilización de un aparato científico – tecnológico (Mora, 2012). Dejando de lado los aspectos a nivel socio humanístico como los culturales, políticos y éticos, que son desarrollados por una visión sustentable “*donde se debe tener en cuenta valores, creencias, sentimientos y saberes que renuevan los sentidos existenciales, los mundos de vida y la forma de habitar el planeta*” (Mora, 2012).

Por lo tanto, este enfoque no ha considerado aspectos como la comprensión pública de la ciencia, el interés del público por diversos asuntos de la ciencia y la tecnología, la curiosidad por los temas actuales frente a los impactos científicos y tecnológicos, la imagen y confianza de los científicos y en su actividad y sobre la responsabilidad ética y moral que deben poseer los científicos y tecnólogos al hacer ciencia, de la misma manera no han desarrollado estos aspectos en relación con la CPQ frente a su impacto socio-ambiental.

Es así como este enfoque brinda el espacio para que desde la labor docente y en su formación se incorporen aspectos de la CTSA pero enfocados al conocimiento de lo que el público en general y los estudiantes en específico deben conocer para que se formen científica y tecnológicamente de una manera adecuada y que a través de las interacciones entre la Ciencia, Tecnología, Sociedad y el Ambiente comprendan la actividad científica y tecnológica y de esta manera las imágenes de la ciencia y de la química negativas se conviertan en imágenes positivas debido al desarrollo de una comprensión correcta de la ciencia y la tecnología. Por lo tanto, para lograr lo anterior, el docente debe primero conocer en qué consiste y cuál ha sido del desarrollo de este línea de investigación centrada en la CPC para realizar desde este análisis aportes al enfoque CTSA y a la formación del profesorado de ciencias y de química en particular.

2.2.7.1 La Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología a partir de los Estudios Sociales de la Ciencia o Línea de investigación CTSA.

Como se expresó en el apartado anterior, el enfoque CTSA tiene como uno de sus propósitos principales, el promover la alfabetización en ciencia y tecnología, para que los ciudadanos se capaciten y participen en los procesos democráticos, tomen decisiones y promuevan acciones en la resolución de problemas relacionadas con el avance de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

Este enfoque también es conocido como Estudios Sociales de la Ciencia, Tecnología y Sociedad y más reciente, ambiente (CTSA), los cuales corresponden a una línea de trabajo académico y de investigación, que tiene por objeto el estudio de la naturaleza social del conocimiento científico-tecnológico y sus incidencias en los diferentes ámbitos económicos, sociales, ambientales y culturales de las sociedades (Osorio, 2001 citado en Quintero, 2010). Otros autores como González García, López, Lujan, Martín, Osorio et al. (1996, Citados en Quintero, 2010), también señalan que el objeto de estudio de este enfoque son los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que concierne a los factores sociales, políticos y económicos que influyen sobre el cambio científico-tecnológico, como en lo que concierne a sus consecuencias y antecedentes sociales, ambientales, éticas y culturales de esos cambios.

Estudios que debido a la creación de nuevas corrientes de investigación en filosofía y sociología de la ciencia, y al incremento en la sensibilidad social e institucional sobre la necesidad de una regulación democrática del cambio científico-tecnológico, se ha conformado desde hace tres décadas como un campo de trabajo de investigación académica, educativa y de política pública (Organización de Estados Iberoamericanos, OEI, 2015), que ha tenido como objetivos:

- Promover la alfabetización científica, mostrando la ciencia como una actividad humana de gran importancia social y que forma parte de la cultura general en las sociedades democráticas modernas.
- Estimular o consolidar en los jóvenes la vocación por el estudio de las ciencias y la tecnología, a la vez que la independencia de juicio y un sentido de la responsabilidad crítica.
- Favorecer el desarrollo y consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o la intervención ambiental.
- Propiciar el compromiso respecto a la integración social de las mujeres y minorías, así como el estímulo para un desarrollo socioeconómico respetuoso con el medio ambiente y equitativo con relación a generaciones futuras.
- Intentar contribuir a salvar el creciente abismo entre la cultura humanista y la cultura científico-tecnológica que fractura nuestras sociedades.

Sin embargo, el desarrollo que este enfoque ha logrado en aspectos a nivel socio humanístico como los culturales, políticos y éticos, en los que se encuentra el origen de la

comprensión pública de la ciencia, han sido mínimos; pero al mismo tiempo han permitido que a partir de este vacío se comiencen a realizar estudios más específicos y focalizados en esta nueva línea de investigación.

Se han encontrado críticas en la biografía internacional al enfoque CTSA, como el ser una innovación educativa definida con poca precisión (Layton, 1994 citado en Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003, p.93), con múltiples enfoques curriculares (Cheek, 1992 citado en Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003, p.93) y una gran variedad de aproximaciones a la enseñanza de las ciencias con orientación CTS (Ziman, 1994 citado en Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003, p.93). Por lo que Marco (1997, citado en Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003) expresa que "el movimiento CTSA carece de una base unificadora" y que, no cubre todos los niveles de alfabetización científica necesarios" p.93. Aunque hay autores como Aikenhead (2002, citado en Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003) que expresan que estos problemas se deben a que el enfoque CTS posee muchos propósitos y que su éxito depende es del énfasis que se coloquen en uno u otros de los mismos, y que esto solo demuestra su vitalidad y no una debilidad.

Por otra parte, una crítica importante y que tiene relación con la línea PUS, es aquella que menciona el sesgo en la enseñanza de las ciencias que se realiza en EE.UU y Canadá, en la que el enfoque CTS se basa en los impactos sociales y ambientales de la ciencia y la tecnología (Issue-Oriented-Science, IOS) y ha dejado de lado los aspectos culturales y los procesos sociales de la ciencia y la tecnología (Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003). Yager (1986, citado en Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003) expresa que el motivo, es que EE.UU está influenciado por la tradición universitaria norteamericana de los estudios políticos de la ciencia y la tecnología, que es más pragmática y activista, y Canadá está influenciado por la tradición universitaria europea de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, que es más teórica y académica, aunque esto no puede ser el motivo, ya que los proyectos de Europa también se guían por el IOS (Acevedo y Acevedo, 2002; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002a; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001, citados en Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003).

Esta crítica no es totalmente mala, es bueno que el enfoque CTSA se centre en los impactos socio-ambientales del desarrollo científico y tecnológico, uno de los aspectos más relevantes en la Comprensión Pública de la Ciencia, lo que falta en el enfoque CTSA, es que estos impactos se relacionen con la comprensión que las personas poseen de los mismos, para lo cual es necesario analizar la parte cultural, social, ética, moral, política y económica de esta relación.

La anterior posición, la confirma el estudio realizado por Rosenthal (1989, citado en Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003), en el que expresa que el trabajar el enfoque CTSA a partir de los impactos socio-ambientales de la ciencia y la tecnología, les interesa más a los estudiantes y al público en general, porque en ellos encuentran las interacciones que tienen a diario con la ciencia y la tecnología, así mismo el IOS permite realizar una mejor estructuración del currículo siguiendo la secuencia de temas científicos. Sin embargo, el

principal obstáculo que se encuentra a la relación del IOS con los asuntos culturales y los procesos sociales de la ciencia y la tecnología, es la formación disciplinar del profesorado que hace que se encuentre más cómodo con una educación CTSA orientada como una extensión de los temas habituales de ciencias, porque los asuntos culturales y procesos sociales implican modificaciones radicales del currículo, en las que los contenidos científicos y tecnológicos más usuales podrían quedar relegados a un segundo plano (Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003, p.95).

Esta falta de relación habitual que se realiza en la práctica en el enfoque CTSA, no ha permitido que las interrelaciones CTSA desde perspectivas diferentes a las disciplinares, sean tenidas en cuenta y por lo tanto su comprensión a pesar de ser uno de los principales objetivos de la educación CTSA, han sido olvidados, como por ejemplo, las perspectivas filosóficas en la que se discuten aspectos epistemológicos y éticos; las sociológicas en la que se tratan lo interno y externo de las comunidades de científicos y tecnólogos; las históricas y políticas donde se toman decisiones, cuestiones legales y de defensa nacional; y finalmente las económicas y estéticas.

Es así como argumentos como el de Marco (2002, citado en Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003) expresan explícitamente que el enfoque CTSA no ha prestado atención a lograr una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia, y que la solución debe ser establecer unos objetivos basados en comprender la ciencia o de la tecnociencia contemporánea y utilizar la resolución de cuestiones y problemas científicos y tecnológicos de interés social a través del enfoque en los impactos socio-ambientales.

Lamentablemente los libros de texto y proyectos nacionales “continúan ignorando la mayoría de las cuestiones básicas necesarias para un planteamiento CTSA capaz de facilitar una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas” (Acevedo, Vázquez, y Manassero, 2003, p.96), lo que permite la permanencia de la hegemonía de los contenidos científicos disciplinares frente a los sociales, políticos y afectivos. Cumpliéndose el peligro del mito de la homogeneidad del currículo, como lo expresa Osborne (2000) citado en Acevedo, Vázquez, y Manassero (2003):

Cada vez más, la enseñanza de las ciencias se planifica desde la idea falaz de que los estudiantes necesitan un currículo homogéneo y se establecen estándares nacionales. Pese a su retórica, estos currículos se sustentan en raíces ideológicas que, en su ejecución, privilegian la teoría sobre la práctica y los contenidos de hechos y conceptos sobre los procesos; esto es, no responden realmente a la finalidad de promover una verdadera comprensión pública de la ciencia. Además, suelen ignorar que, para restablecer o mantener la confianza popular en la ciencia, es preciso que los mecanismos reguladores que garantizan las competencias científicas sean accesibles y comprendidos por el mayor número posible de personas (p.97)

Es así como, esta homogeneidad del enfoque CTSA, ha dejado al estudio de la comprensión de la naturaleza de la ciencia como una asignatura pendiente, un reto y/o una perspectiva a futuro (Marco, 2005), lo cual afecta tanto positiva como negativamente a la

comprensión pública de la ciencia y la tecnología (CPCT). El aspecto negativo es que el campo de la CPCT no ha sido investigado y desarrollado en beneficio de una mejor educación científica y tecnológica para todas las personas, y en lo positivo porque esta falta de estudio justifica la creación de nuevas líneas de investigación cuyo objetivo central sea lograr que el público comprenda a la ciencia y la tecnología, lo que les permita ser parte activa de la sociedad, y finalmente permite que el enfoque CTSA supere una de sus principales críticas y por lo tanto empiece a identificarse como uno de los enfoques más completos que maneja la interacción ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

2.2.7.2 La naturaleza de la ciencia como línea de investigación a partir de la Comprensión Pública de la Ciencia

El incluir como una prioridad en el enfoque CTSA el estudio de la naturaleza de la ciencia, posibilita o posibilitó, que se creen nuevas líneas de investigación basadas en los aspectos sociológicos y filosóficos de la ciencia, como por ejemplo, la línea de investigación *Public Understanding of Science* – PUS (Comprensión Pública de la Ciencia).

Sin embargo, para conocer el origen de la línea PUS a partir de los estudios sobre la naturaleza de la ciencia (NdC), se requiere conocer primero que todo, los rasgos principales y contenidos de esta última, ya que estos son los que se trasladan al campo de la educación científica y de esta manera se mejora la Comprensión Pública de la Ciencia.

El conocer los rasgos principales de la NdC, significa identificar que cuando se habla de naturaleza de la ciencia, se hace referencia a la capacidad de dar razón de lo qué es la ciencia, cómo funciona internamente, cómo se desarrolla, cómo construye su conocimiento, cómo se relaciona con la sociedad, qué valores utilizan los científicos en su trabajo profesional, etc. (Acevedo, Vázquez, Manassero, y Acevedo, 2007) como lo expresa Bell y Lederman (2000, citados en Marco, 2005), el conocer su epistemología.

Pero debido a la falta de atención que se le ha otorgado a la NdC, ha ocasionado que los anteriores aspectos sean olvidados, pero la principal consecuencia de este olvido, es la generación de imágenes deformadas de la ciencia (Fernández et al., 2002, 2003; Fernández, Gil-Pérez, Valdés y Vilches, 2005; Gil-Pérez et al., 2005, citados en Acevedo, Vázquez, Manassero, y Acevedo, 2007). Aspecto que se ha intentado superar por medio de la inclusión en los currículos de ciencias de una enseñanza sobre la ciencia misma, es decir, una enseñanza de la NdC, en los que se desarrolla una imagen de la ciencia más acorde con las prácticas científicas actuales (Driver, Leach, Millar y Scott, 1996; Hodson, 1988; Matthews, 1994; Millar y Osborne, 1998; Ryan y Aikenhead, 1992, citados en (Acevedo, Vázquez, Manassero, y Acevedo, 2007).

Igualmente se ha considerado la posibilidad de “desarrollar una concepción de la naturaleza de la ciencia y actuar de acuerdo con ella” (Bell y Lederman, 2000, citados en Marco, 2005), es decir, crear un modelo de ciencia, que responda a lo que es la ciencia en la actualidad. Se propone *el camino desde la estructura* (Conant y Haugeland, 2002 citados en Marco, 2005), en el que el estado actual del pensamiento teórico acerca de la ciencia en su

vertiente historicista, integra a la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia (Solís, 1994 y 1998, citados en Marco, 2005).

Es por este motivo que la NdC se ha convertido en un metaconocimiento sobre la ciencia, que surge de la interacción de estas tres disciplinas (filosofía, la historia y la sociología de la ciencia) y de la discusión entre filósofos, historiadores, sociólogos, científicos, profesores y expertos en didáctica de las ciencias en torno a:

Los métodos para validar el conocimiento científico, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad (Laudan, 1990; Norris, 1997 citados en Acevedo, Vázquez, Manassero, y Acevedo, 2007, p.43-44).

Esta interacción, complementa al enfoque CTSA, ahora se reflexiona en que es la ciencia, sobre la ciencia y su papel en la sociedad, en aspectos sociales, éticos, políticos, económicos y tecnológicos y así mismo motiva a estudiar la historia y la filosofía de la ciencia, analizando las relaciones mutuas entre los desarrollos científicos y tecnológicos y los procesos sociales (Acevedo, 2009, citado en Muñoz, 2014), articulación que permite una comprensión y conexión del conocimiento científico y el conocimiento tradicional, contribuyendo así a la comprensión básica de la ciencia y la tecnología en su actuar público.

Articulación de la NdC que abarca los siguientes aspectos que por consenso han sido aceptados (Acevedo, 2008; citado en Acevedo, Vázquez, Manassero, y Acevedo, 2007):

- El principal propósito de la ciencia es adquirir conocimiento sobre el mundo físico.
- En el mundo hay un orden fundamental que la ciencia pretende describir de la manera más simple y comprensiva posible.
- La ciencia es cambiante, dinámica y provisional.
- No existe un único método científico.
- El conocimiento científico nunca es absolutamente cierto, está sujeto a cambios, con nuevas observaciones y reinterpretaciones de las observaciones existentes.
- El conocimiento científico se basa o se deriva de las observaciones del mundo natural.
- La ciencia está influida y guiada por las teorías científicas y las leyes aceptadas. La formulación de preguntas, las investigaciones y las interpretaciones de los datos se filtran a través de la teoría vigente.
- La subjetividad personal también es inevitable.

- El conocimiento científico se genera mediante la imaginación humana y el razonamiento lógico.
- La ciencia es un empeño humano y está influida por la sociedad y la cultura donde se desarrolla. Los valores de la cultura determinan hacia donde se dirige la ciencia, cómo lo hace, se interpreta, se acepta y se utiliza.
- La ciencia se basa en la observación y la inferencia. Diversas perspectivas contribuyen a múltiples interpretaciones válidas de las observaciones.
- Las teorías y las leyes son diferentes tipos de conocimiento científico. Las leyes describen las relaciones, observadas o percibidas, de los fenómenos de la naturaleza.
- Las hipótesis científicas pueden conducir a teorías o a leyes mediante la acumulación de apoyo sustancial con pruebas y la aceptación por la comunidad científica.
- La ciencia es un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.
- Hacer ciencia implica observar y proponer explicaciones sobre las relaciones en el universo y comprobar la validez de las explicaciones.
- La tecnología es ideas y técnicas para diseñar y hacer cosas, para organizar a los trabajadores, la gente de negocios y los consumidores, y para el progreso de la sociedad.
- La ciencia es el conocimiento base para la tecnología.
- La disponibilidad de tecnología influye en la dirección de la investigación científica.
- La tecnología suministra herramientas y técnicas para la ciencia.
- La tecnología proporciona a la sociedad los medios para mejorar o destruirse a sí misma, dependiendo de cómo se ponga en práctica.
- La ciencia capacita a las personas para poder conocer el mundo.

Es así como la NdC se convierte en una línea de investigación “*nature of science*”, que hace parte del área de investigación que vincula la filosofía y la historia de la ciencia con la educación científica (área conocida internacionalmente como HPS, por la expresión en inglés *history and philosophy of science* y *science teaching*) (Adúriz-Bravo, 2006, p. 27) y a la que también hace parte la sociología de la ciencia. Así como lo expresa Adúriz-Bravo

(2006), la NdC son contenidos de la epistemología del siglo XX, ambientados en la historia de la ciencia y advertidos por la sociología de la ciencia.

De acuerdo con Adúriz-Bravo (2006), el área HPS:

Investiga las diversas contribuciones que las metaciencias (epistemología, historia de la ciencia y sociología de la ciencia, principalmente) pueden hacer a la educación científica formal en todos sus niveles, a la didáctica de las ciencias naturales como disciplina, a la alfabetización científica general de los ciudadanos y ciudadanas, y a la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias naturales. (p.28)

Por lo tanto, una de sus líneas de trabajo es la Naturaleza de la Ciencia, en la que se estudian principalmente:

- Las ideas e imágenes *de* y *sobre* la ciencia y los científicos, de su actividad y transformaciones, que poseen estudiantes, docentes, la comunidad científica y el público en general (Driver *et al.*, 1996; Lederman, 1999 citados en Adúriz-Bravo, 2006).
- Los conocimientos metacientíficos serían necesarios para una educación científica de calidad (McComas, 1998; Flick y Lederman, 2004 citados en Adúriz-Bravo, 2006).
- Las propuestas y criterios más adecuados para enseñar la NdC en la educación científica (Matthews, 1994, citado en Adúriz-Bravo, 2006).
- Los materiales disponibles y necesarios para enseñar la NdC, y que tipo de textos y actividades pueden diseñarse para lograr un aprendizaje significativo de la misma (McComas, 1998, citado en Adúriz-Bravo, 2006).

Para lograr que estas líneas temáticas y los aspectos que por consenso de la NdC han sido aceptados, puedan ser desarrollados, se han implementado diferentes acciones, como por ejemplo, las del grupo de Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales (GEHyD), de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, en Argentina, el cual ha aportado desde producciones teóricas, empíricas y prácticas, a la resolución y/o estudio de las principales ejes de estudio de la NdC.

En las *producciones teóricas*, han estado involucrados en las discusiones a nivel nacional e internacional frente a cuestiones como el tipo de NdC que se debe enseñar en diferentes contextos y el tipo de NdC que deben saber los docentes de ciencias naturales. Se ha propuesto una selección de contenidos de diversas escuelas, autores y textos de la epistemología profesionalizada (Adúriz-Bravo, 2006, p.31).

Aunque estos contenidos no deben enseñarse tal como son, sino que deben modificarse para que las personas construyan una imagen realista y racionalista de la ciencia; deben

ser transpuestos para que sean significativos y el docente pueda “pensar” en la NdC: y finalmente deben ser aquellos contenidos funcionales en la mejora de la enseñanza cotidiana de la ciencias naturales.

En estas producciones teóricas, el grupo tiene como objetivo pensar en los valores que se desarrollan en la actividad científica y la responsabilidad social que adquiere la comunidad científica. Aspectos que de la NdC que proviene de los *estudios sobre la ciencia*, pero ajustados al profesorado, para que ellos reflexionen sobre la ciencia y cambien su forma de enseñarla. Propuesta que intenta responder a tres *preguntas estructurantes* sobre la ciencia (Adúriz-Bravo, 2005b, citado en Adúriz-Bravo, 2006, p.31-32), por medio de siete ideas calves de la NdC, denominados *campos teóricos estructurantes* (Adúriz-Bravo, 2004, citado en Adúriz-Bravo, 2006, p.32):

Tabla 4. Aspectos a analizar en la NdC

Preguntas	Campos
¿Qué es la ciencia?	Correspondencia y racionalidad. Representación y lenguajes.
¿Cómo cambia la ciencia a lo largo del tiempo?	Intervención y metodologías. Evolución y juicio.
¿Cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura?	Contextos y valores. Demarcación y estructura. Normatividad y recursión.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En las *producciones empíricas*, se realizan intervenciones de formación y cualificación a los docentes, por medio de unidades en NdC con diseño de “pre / post” clásico. Intervenciones que ha permitido cambiar el discurso de los docentes.

Por ultimo en las *producciones prácticas*, se desarrollan unidades didácticas por medio de tópicos generativos, para todos los niveles educativos y dirigidos a los docentes en formación inicial y continuada de todas áreas de las ciencias naturales. En estos tópicos, las ideas de la NdC que se desean desarrollar son: modelos y modelización; realismo y racionalismo moderados; juicio científico, con sus influencias internas y externas; ciencia, género y minorías; axiología (ciencia y valores); debates, controversias y fraudes en la actividad científica (Adúriz-Bravo, 2005b, citado en Adúriz-Bravo, 2006).

Es por este motivo, que se propone que el área HPS y la NdC deben ser un campo de estudio activo, dentro de la comunidad de investigadores en didáctica de las ciencias naturales, con ayuda de otros profesionales como epistemólogos, historiadores de la ciencia, psicólogos cognitivos, pedagogos, científicos en actividad y educadores (Adúriz-Bravo, 2006), para lograr una mejor comprensión por parte del público (estudiantes, docentes y público en general) de la Ciencia y la Tecnología.

La finalidad de entender a la ciencia (considerada como actividad, proceso, resultado o producto), cuyo beneficio es la comprensión pública de la ciencia y la tecnología, ha consolidado el campo denominado *teorización filosófica de la ciencia o “filosofía de la*

ciencia”, que elabora esquemas conceptuales interpretativos de carácter filosófico *sobre y de la ciencia* (Lorenzano, 2011).

En esta teorización se considera que la ciencia es un logro intelectual supremo de la humanidad y por lo tanto es una actividad humana compleja, constituida como el fenómeno cultural más importante de la sociedad (Lorenzano, 2011, p.132). Por este motivo la actividad científica ha sido objeto de estudio de profesores, estudiantes, investigadores y administradores, que proponen ideas o teorías para explicar e interpretar los fenómenos en los que participa la misma.

Las investigaciones científicas que gastan miles de millones de dólares anuales, en la creación o introducción de nuevos conceptos, hipótesis, leyes y finalmente teorías, es decir, en la teorización. Inversión que se ve reflejada en los conocimientos que la ciencia produce, reproduce y transmite y que son distintos al saber común, pero que genera resultados diversos, como la adquisición de destrezas, modificaciones en las actitudes, frustraciones, prestigios, etc.

Resultados, que desarrollan el aprecio, respeto y apoyo por la ciencia, en el campo académico, estatal y empresarial; reconocimiento y prestigio gozados por la ciencia que no lo disfrutaban otros fenómenos culturales en tan alta medida (Lorenzano, 2011, p.133). Pero es un aprecio que no ha sido suficiente para resolver las preguntas que el público posee sobre la naturaleza de la ciencia y su funcionamiento, ya que lo que se encuentra en el ámbito educativo y científico son las preguntas y sus soluciones acerca *de la ciencia* y no *sobre la ciencia*.

De esas preguntas sobre la ciencia, se encargan los *estudios metacientíficos* o *estudios sobre la ciencia*, los cuales son saberes de segundo orden porque tienen como objeto de estudio a un saber de primer orden, la ciencia (Lorenzano, 2011); pero este campo de estudio es tan grande que es necesario que cada aspecto de la actividad científica se convierta en objeto de reflexión metateórica, es así como, surgen los estudios psicológicos, sociológicos, antropológicos, políticos, económicos, históricos y filosóficos de la ciencia.

La naturaleza de la ciencia y la comprensión pública de la ciencia, hacen parte de los estudios filosóficos de la ciencia o teorización filosófica de la ciencia, la que es considerada una disciplina metacientífica, que consiste en *transformar un concepto* dado más o menos *inexacto* (el *explicandum*) en otro nuevo exacto (el *explicatum*) o, más bien, en *reemplazar* el primero por el segundo (Lorenzano, 2011, p.135). En la ciencia, consiste en mostrar o hacer explícitos los *conceptos fundamentales* de la actividad científica, como las reglas, *los conceptos* (científicos), *hipótesis*, *leyes y/o teorías* y reordenarlas y/o reconstruirlas para que sean conceptualmente comprensibles por el público en especial, los que no pertenecen a la comunidad científica.

Para lograr esta reconstrucción y comprensión de los contenidos científicos, la filosofía de la ciencia se apoya de otras disciplinas metacientíficas como las citadas por Lorenzano (2011, p.136-137):

Tabla 5. *Disciplinas metacientíficas en la que se apoya la filosofía de la ciencia*

Disciplina Metacientífica	Descripción
<i>Lógica de la ciencia</i>	Se ocupa de investigar la estructura lógica de las teorías científicas y los problemas lógicos y metalógicos de la lógica requerida por la ciencia.
<i>Semántica de la ciencia</i>	Sistematiza los conceptos de sentido, referencia, representación, interpretación, verdad y afines, y analiza su aplicación a la ciencia.
<i>Pragmática de la ciencia</i>	Examina el modo en que los científicos usan los distintos conceptos o esquemas conceptuales, llevando a cabo acciones o conductas lingüísticas o verbales.
<i>Teoría del conocimiento científico</i>	Indaga la especificidad respecto de otros tipos de conocimiento.
<i>Metodología de la investigación</i>	Investiga, en caso de existir, el método general en la ciencia y analiza los distintos procedimientos, dispositivos, aparatos y métodos o técnicas específicos utilizados en las ciencias particulares.
<i>Ontología de la ciencia</i>	Analiza y sistematiza los supuestos y resultados ontológicos de la ciencia.
<i>Axiología de la ciencia</i>	Estudia el conjunto de valores, epistémicos y no-epistémicos, poseído por la comunidad científica.
<i>Praxiología de la ciencia</i>	Analiza las acciones, conductas o prácticas de diversa índole llevadas a cabo por los científicos, sin restringirse a las acciones o conductas de carácter lingüístico o verbal.
<i>Ética de la ciencia</i>	Investiga las normas morales que guían, o deberían guiar, la actividad científica).
<i>Estética de la ciencia</i>	Examina los valores y cánones estéticos presentes en la investigación científica.

Nota. Fuente: Adaptada de Lorenzano (2001).

2.3 REFERENTE EPISTEMOLÓGICO

2.3.1 Ciencia posnormal

Se suele hablar de la crisis ambiental y social que la sociedad posee actualmente por el avance de la ciencia y la tecnología, pero de esta crisis se debe rescatar que ha sido la generadora de la concepción de la ciencia posnormal, en la que se cuestionan aquellos postulados utópicos de la sociedad sostenible, debido a la falta de consideración de que la naturaleza siempre tenderá a buscar su lugar a pesar de las diferentes acciones que tratan de corregir lo incorregible. En esta ciencia posnormal propuesta por Funtowicz y Ravetz (2000) pretende evidenciar que ya no hay un conocimiento único y verdadero que soluciona los diferentes problemas ambientales y sociales de la sociedad y que por lo tanto la ciencia y la tecnología debe dejar de ser elitista y creer que los científicos a través de la generación de bienes y productos no benefician a las personas en general y si no se saben utilizar pueden ser los causantes en la mayoría de los casos del desequilibrio ambiental y social.

El postulado de la ciencia posnormal busca que se generen espacios de discusión y democratización del conocimiento científico, en el que intervengan las personas y los

científicos, para darle fin a la concepción que considera que la ciencia y la tecnología proporcionan verdades absolutas, y empezar a trabajar con las nuevas perspectivas y formas de conocimiento que el público puede generar, donde aspectos como los desacuerdos, la falta de gobernación sobre los demás, el trabajo en equipo y la equidad frente a los riesgos ambientales y sociales son los aspectos a potencializar en la ciencia posnormal (Funtowicz y Ravetz, 2000)

Así mismo, los problemas ambientales y sociales han definido unas características propias de esta ciencia, como son la urgencia, la incertidumbre y los conflictos de valores que se generan en las personas por no saber qué hacer o cómo actuar frente a las decisiones o problemas que surgen en la ciencia, donde es necesario actuar y no desde la ciencia normal (ciencia del laboratorio), la que actualmente no es la solución (Funtowicz y Ravetz, 2000). La solución se encuentra en las mismas personas, en sus acciones y en su capacidad de actuar, ya es el momento que se liberen de las posiciones y mandatos ajenos y empiecen a convertirse en los evaluadores de la actividad científica, donde su voz debe ser escuchada por los expertos científicos y administradores gubernamentales antes de tomar alguna decisión.

La metodología de la ciencia posnormal se centra en dos aspectos de la ciencia, uno que es la calidad de la información suministrada por la ciencia y la tecnología, la cual debe ser analizada en términos de la incertidumbre que genera en el conocimiento de las personas de la ciencia y sus acciones; y el segundo aspecto se refiere a las estrategias de resolución de problemas de tipo ético y moral, donde el problema de asegurar la calidad y el statu de la actividad científica requiere de nuevas concepciones y legitimaciones como de nuevos participantes en los diálogos.

Pero antes de que la ciencia posnormal llegue a consolidarse en la sociedad, se debe empezar a analizar aspectos como el lugar que la ciencia posee en el mundo, el cual ha logrado a través del trabajo en el laboratorio en el que junto a la tecnología han tornado predecible a la naturaleza y han permitido que la vida sea más confortable y agradable, asegurando que la actividad en los laboratorios tenga primacía y dominio sobre otras formas de producción de conocimiento, pero esta misma relación de la ciencia con el mundo ha ido más allá que una intervención a pequeña escala porque no solo aparecen los problemas provocados por las prácticas industriales y agrícolas modernas sino también las interferencias destructivas de la naturaleza causadas por los bienes y productos creados por la ciencia y la tecnología(Funtowicz y Ravetz, 2000).

Los científicos están perdiendo el control, la predictibilidad y la voluntad en sus creaciones, debido a que no han sido conscientes de que se están enfrentando a una incertidumbre ética en la que el conocimiento y la ignorancia juegan un papel fundamental en el momento de tomar una posición y pensar en las consecuencias a corto y largo plazo de lo que se realiza a favor de la ciencia. Los poderes que antes le eran atribuidos a la ciencia por generar nuevas formas de vida y/o condiciones de vida favorables, ahora están convirtiéndose en amenazas para la supervivencia de la misma humanidad (Funtowicz y

Ravetz, 2000). La opción de salida se encuentra en la práctica social de la ciencia como en sus estructuras intelectuales, donde las metas de la ciencia ya no serán las mismas de antes como el alcanzar la verdad y conquistar la naturaleza, ahora serán buscar la forma de generar una relación armoniosa entre la humanidad y la naturaleza.

Funtowicz y Ravetz (2000) proponen que el nuevo rol de los científicos será involucrarse en el dominio de las incertidumbres, ya no bastan las teorías basadas en los experimentos para explicar y predecir lo que sucederá al realizar algún tipo de acción, por eso se deben generar nuevos criterios de calidad y compromisos sociopolíticos tanto del público como de los científicos para afrontar los nuevos retos e incertidumbres que las ciencias ecológicas traen consigo, para que de esta manera la confianza y el estatus científico deje de ser dudoso en relación con su credibilidad e intereses y pase a ser parte de una comunidad que busca el desarrollo científico y tecnológico pero a través del uso de principios éticos, políticos y morales según la naturaleza de la ciencia y no contra ella.

Estos autores plantean que una manera de evaluar esta calidad de este nuevo contexto científico debe considerar a los productos, los productos y a las personas (científicos y no-científicos), lo que se denomina comunidad de pares extendida, la cual debe trabajar en desarrollar una estrategia de resolución de problemas y riesgos ambientales globales, entendiendo como problema de riesgo ambiental global, aquel en donde los hechos son inciertos, los valores están en disputa, lo que se ponen en juego es alto y las decisiones son urgentes (Funtowicz y Ravetz, 2000, p.36). Problemas y características que probablemente la ciencia normal no será suficiente y por lo tanto se debe buscar la estrategia adecuada para cada situación. Así, proponen tres tipos de estrategias de solución a los problemas la ciencia aplicada, consultoría profesional y ciencia posnormal, las cuales a su vez poseen dos rasgos distintivos, la interacción de los aspectos epistémicos (conocimientos) y axiológicos (valores) de los problemas científicos y la incertidumbre y lo que se pone en juego en la decisión (opuestos a la certeza y neutralidad valorativa de la ciencia normal) (Funtowicz y Ravetz, 2000).

En la estrategia de ciencia aplicada se utiliza cuando las incertidumbres de los sistemas como lo que se ponen en juego en la decisiones son de bajo nivel, por lo que se desarrollarán en un nivel técnico donde las rutinas y procedimientos estándar guiarán las acciones, las cuales están enfocadas a cumplir un objetivo o funciones externas, donde los resultados que obviamente ya se sabe con anterioridad cuales van a ser serán utilizados por una empresa y el científico no debe o no puede interesarse en su uso y así mismo la calidad de estos resultados serán aprobados por pares a pesar de las implicaciones éticas que esto puede generar; un resultado al cual se le ha comprobado su validez por un conjunto de condiciones que cumplió, puede ser inapropiado cuando se aplica a otras condiciones (Funtowicz y Ravetz, 2000). En este tipo de resolución de problemas sociales y ambientales, la participación de público es mínima o nula, porque los resultados no son de conocimiento público, no están disponibles para toda la sociedad, solo para ciertas compañías privadas o empresas que subsidian las investigaciones, lo que genera dudas y desconfianza en el público de la comunidad científica, porque el esconder las acciones y

arriesgar a las personas con decisiones ajenas, se convierte en una controversia y en un conflicto por el derecho que tiene el público a saber y comprender los riesgos ambientales y tecnológicos a los que pueden estar expuestos.

De la misma manera Funtowicz y Ravetz (2000) expresan la estrategia de la consultoría profesional, de la que hace parte en una pequeña proporción la ciencia aplicada, pero en esta estrategia la incertidumbre ya no es desarrollada a nivel técnico sino metodológico, porque los problemas son más relevantes y complejos, como la confiabilidad de las teorías y la información. Ya la ciencia no está enfocada en cumplir los propósitos de un cliente o de una industria, porque ya se concibe que los seres humanos no son máquinas y que son conscientes de sus propios propósitos, por lo tanto los científicos empiezan a preguntarse cuando se presentan los problemas ambientales y de riesgo que papel asumir, si su rol como científico que cumple las ordenes de una élite o busca satisfacer las actuales demandas de la sociedad y el público en general, y entra en conflicto de tipo ético y/o moral, donde los errores en las decisiones tiene altos costos personales y profesionales, es así como es legítimo y correcto pedir ayuda y/o opinión de otro tipo de experto sea un científico o el público, donde sus aportes son válidos e importantes y lo más esencial es que son únicos, lo que permite entablar un dialogo de saberes, donde los desacuerdos deberían ser vistos como inevitable y saludables y dado que los conocimientos personales son tan variados como la gente y sus intereses, nadie debería dominar sobre los demás (Funtowicz y Ravetz, 2000, p. 46).

Y por último se encuentra la propuesta de la ciencia posnormal, en la que las incertidumbres y las decisiones a tomar son de alto nivel, en la que la ciencia aplicada y la consultoría profesional hacen parte de la actividad general. Esta ciencia aparece o debe ser desarrollada cuando los problemas e incertidumbre son de tipo epistemológico o ético y cuando las decisiones que se toman están afectando los propósitos y la vida misma de las personas. La resolución de problemas ya no se realizan desde la aplicación de “hechos duros” donde la imposición y las acciones sin consultar desaparecen y se resuelven a través de los “valores blandos” (Funtowicz y Ravetz, 2000) donde las recomendaciones, necesidades, opiniones y participación del público son valorados y aceptados en la toma de decisiones y acciones a realizar, es decir, los acuerdos públicos y la participación de la sociedad y los científicos serán decisivos en la evaluación de los riesgos y el delineamiento de una política, considerando que la incertidumbre incluye también la ética, es decir, en los problemas ambientales globales se deben analizar y reflexionar aspectos de equidad, responsabilidad y bienestar frente a las personas y la naturaleza que son los actores y receptores principales del avance científico y tecnológico. Por lo que la resolución de los problemas considera la ayuda e intervención dinámica de todos los agentes sociales, científicos, políticos, ciudadanos e industria, donde el diálogo entre ellos permite encontrar una solución equitativa para todos, generando nuevas propuestas de investigación. El rol del científico y tecnólogo ya tiene implicaciones éticas y morales, sus actividades son pensadas y desarrolladas siempre en común acuerdo con la sociedad en donde los riesgos y consecuencias son considerados antes de realizar cualquier tipo de acción, anteponiendo los intereses y beneficios humanos a los intereses económicos, donde se reflexiona acerca de qué es lo que se está valorando y cómo se hace, el precio monetario de las cosas y de la actividad científica no está en función del desarrollo y manteniendo de un statu quo y ya

no implica sobrepasar los principios éticos y morales de las personas y de su actividad, sino el precio monetario de la actividad científica indica o refleja que se está trabajando a favor del bienestar social y ambiental de la sociedad (Funtowicz y Ravetz, 2000).

Es en este momento, en el desarrollo de la ciencia normal que la comprensión pública de la ciencia y de la tecnología se convierte en un factor esencial que es necesario revisar y potencializar, porque el público debe comprender la actividad científica para intervenir con argumentos y posturas críticas en la toma de decisiones, siendo consciente de lo que implica hacer ciencia y del cómo esta se realiza, para eliminar esas imágenes y posturas negativas o salvacionistas de la ciencia que no les permiten participar constructivamente en la mejora y resolución de los problemas ambientales y sociales.

2.3.2 Del Conocimiento Científico al Conocimiento Público

Los medios empleados y las ideas de los científicos han estado siempre condicionados por los acontecimientos y las presiones de la sociedad, por eso siempre se ha intentado determinar en qué medida el progreso de la ciencia y la tecnología, ayudan y/o determinan el progreso de la sociedad misma, debido a los cambios económicos y los efectos que las investigaciones y nuevas teorías científicas generan en el pensamiento de las personas. (Bernal, 1976).

La sociedad no sería la misma sin la ciencia, por eso la difusión de las ideas científicas siempre ha sido un factor decisivo en la configuración del modelo general del pensamiento humano (Bernal, 1976, p.23). Las personas temen a que los desarrollos de la ciencia los destruya, pero también mantienen la esperanza de que su calidad de vida mejore debido a la ciencia. Debido a estos dos campos en que la ciencia es considerada por la sociedad, actualmente es necesario conocer el pasado de la ciencia para comprender su presente y para apreciar el lugar de la ciencia en la sociedad.

Como expresa Bernal (1976, p.25) “sea para bien o para mal, la importancia de la ciencia actual no precisa ser subrayada; necesita, con todo, y debido precisamente a su importancia, ser comprendida”, pero esa comprensión debe contemplar cómo se producen los cambios en la ciencia, las actividades a las que se dedica la ciencia, saber que es la misma ciencia, cómo se ha desarrollado en el pasado y cómo ha servido para modelar la sociedad.

Comprensión que debe ser responsabilidad de toda la población, y no solo de los científicos a quienes se les atribuye el control del mecanismo de la civilización y por lo tanto son los culpables de los males y catástrofes de la sociedad. Creencia que obviamente es refutada por los científicos, porque ellos saben que el uso que se le otorga a su trabajo es totalmente ajeno a ellos, su responsabilidad es solo moral, el problema es que esa responsabilidad también es evadida al afirmar que lo que se busca es la verdad y que a veces esa verdad viene acompañada de consecuencias que es indiferente a su trabajo (Bernal, 1976).

Sin embargo, la responsabilidad moral del científico, actualmente no se puede eludir, porque la ciencia y sus productos cada vez más están implicados en los aspectos menos

agradables, en lo social, político y ambiental. La solución es lograr una responsabilidad social más consciente y activa, en la que el desarrollo de la ciencia y la tecnología sirva para fines que le permita al científico aprobarlos libremente y por otra permita extender y transformar a la ciencia misma para que sea parte de la vida y trabajo de todas las personas.

Hacer ciencia es una actividad llevada a cabo por científicos, quienes han desarrollado un lenguaje especial para expresar las entidades y relaciones descubiertas entre ellas, que solo pueden comprender colegas, pero han cometido la falta de que no se han molestado en traducir este lenguaje en uno ordinario, para que el público en general lo pueda entender, por eso a las personas les queda más fácil reconocer y caracterizar a los científicos, que comprender lo que ellos hacen y lo que es la ciencia, por eso definen a la ciencia, como aquellos que los científicos hacen (Bernal, 1976).

Es un hecho, que el científico siempre ha necesitado de trabajar con tres grupos de personas, el patrón, sus colegas y el público. El patrón, puede ser una persona o una institución, que cumple el papel de proporcionar los medios económicos necesarios para que el científico lleve a cabo su trabajo, con el fin de obtener un lucro comercial o personal; y el público, son las personas que juzgan el sentido y valor de la ciencia, el cual ha sido por mucho tiempo, una selecta minoría de la sociedad, impidiendo la inspiración y la comprensión que suscitan de la capacidad y las necesidades del pueblo (Bernal, 1976, p.30). Es así como la ciencia ha sido considerada como el fruto de los científicos y ha estado alejada del efecto de los factores económicos y sociales.

Una sociedad consciente de que su desarrollo necesita de la ciencia, debe asumir la responsabilidad de conocer a la ciencia misma, ya la ignorancia no es una virtud, no es aceptable, aunque no faltan las personas y/o mecanismos, que impiden -por medio del control de la educación y la prensa- la percepción del significado de la acción social y de la comprensión de la naturaleza de la sociedad en que se vive. Pero si es posible trabajar por una difusión científica, que funcione por el pueblo y para el pueblo, por medio de una educación popular, en la que las personas usen y participen en la ciencia y así se pueda finalizar el aislamiento de la ciencia del resto de la cultura y, análogamente, su aislamiento del pueblo (Bernal, 1976b, p.473).

Se propone un acercamiento entre los científicos y el público en general que "implica una comunidad de pensamiento entre los científicos y los no científicos, una amplia comprensión de los problemas sociales por parte de los científicos y una amplia comprensión de la ciencia por parte de la administración, los trabajadores y la población en general" (Bernal, 1976b, p.462). No es solo mostrar el desarrollo de la ciencia, sino también que se logre una amplia comprensión de la relación de la ciencia con el proceso social y la determinación de actuar en consecuencia, lo que generara la confianza de las personas por la ciencia. Pero para lograr el uso adecuado y completo de la ciencia, lo primero que se debe hacer es que la ciencia forme parte de la educación general y así las personas puedan participar activamente en ella.

Este proceso de acercamiento entre el científico y el público en general, o mejor, de la transposición epistemológica que ocurre entre el paso del conocimiento científico al conocimiento cotidiano, se denomina *divulgación científica*, que consiste en la comunicación de la información científica, por parte de una serie de actores (entre los que se incluyen científicos, filósofos o periodistas) a la sociedad, al público en general, mediante un lenguaje sencillo comprensible por la generalidad de los ciudadanos (Martín y Rey, 2007, p.38)

2.3.2.1 ¿Por qué es necesario divulgar el conocimiento científico y tecnológico?

Como lo afirma Miller (1998) citado en Ursua (2002), la demanda de conocimiento científico por parte del público, ha aumentado en las últimas décadas, a pesar de los obstáculos que se presentan al tratar de comunicar la ciencia y la tecnología, como por ejemplo, los bajos niveles de formación científica o técnica de muchos adultos y la aparición de conflictos sociales, como la experimentación con animales, organismos modificados genéticamente, la aparición de nuevas enfermedades, etc. Aspectos que hacen que las personas respeten la producción de conocimiento científico-tecnológico pero le temen también a sus resultados y al cómo usan los mismos.

A las personas les interesa la ciencia y la tecnología, pero no están bien informados, identifican noticias, pero no pueden explicar los conceptos científicos implicados en ellas; la mayoría obtiene sus conocimientos en la televisión y la radio, son pocos los que prefieren leer artículos de revista científicas, asistir a museos de ciencia o bibliotecas; aunque los europeos consideran que la información científica que presenta los periodistas, es negativa y carece de fundamentos, entre las profesiones en que menos confían están el periodismo, los negocios y los políticos.

Aspectos que son el resultado de una inadecuada divulgación científica, que hasta el momento no ha podido controlar el problema de la desconfianza en los desarrollos científicos y tecnológicos, ya que se ha basado en una visión de ciencia en la que se tiene poco en cuenta lo social. De la misma manera Ovejero (2002) citado en Ursua (2002), presenta los siguientes motivos que dificultan la divulgación de la ciencia, por su alejamiento de la experiencia común:

- Las teorías científicas, con su lenguaje propio, van más allá de lo que las personas pueden percibir.
- El desarrollo de la ciencia contemporánea, produce resultados más espectaculares de lo que es capaz de explicar.
- Las intuiciones y/o percepciones de las personas operan con teorías erradas.

Por lo tanto, se ha encontrado que existen dos modelos de relación entre la práctica científica y la sociedad; un modelo que considera a la ciencia desvinculada de la sociedad,

donde se le otorga una fidelidad total al conocimiento disciplinar (Todt y López, 2002; Irwin, y Wynne, 1996; Dickson, 2000 citados en Ursua, 2002); y un modelo en el que conocimiento es resultado de un trabajo interdisciplinar y donde la sociedad juega un papel relevante en la construcción del conocimiento científico-tecnológico (Todt y López, 2002; Bijker, 2001; Latour, 2001 citados en Ursua, 2002).

Pero la divulgación de la ciencia, debe tener en cuenta ambos modelos, los procesos disciplinares y sociales del quehacer científico-tecnológico. Se debe dejar de enfatizar en la transformación de la producción del conocimiento y dar paso al estudio de los cambios sociales e históricos, en otras palabras en la “socialización de la ciencia” y la “contextualización de la ciencia”, en donde, la ciencia y la sociedad están entrelazadas, se pasa de la cultura de la autonomía de la ciencia a la cultura de la responsabilidad con relación a la sociedad, en donde los ciudadanos/as no pueden ser solo receptores pasivos de la traducción o transmisión del mensaje, sino parte integral del proceso (Ursua, 2002,p.378). Es necesario, tender puentes entre el conocimiento científico tecnológico y la sociedad, donde la comunicación sea en los dos sentidos. (Escalas y Deulofeu, *et al*, 1996, citados en Ursua, 2002, p.378).

Esta comunicación requiere que las decisiones importantes referentes al trabajo de los científicos sean tomadas en conjunto, por la comunidad científica y la sociedad, como lo Como afirma Hernando (2006) citado en Martín y Rey (2007) “parece superado el tiempo de la ciencia y la tecnología como elementos autónomos y limitados, y es necesario avanzar hacia su comprensión como estructuras sociales”. No hay progreso en el conocimiento científico si los resultados de las investigaciones no se comunican (Martín y Rey, 2007, p. 41).

Lo que se busca es incrementar el conocimiento, por parte de la sociedad, del trabajo científico y de investigación, de los distintos actores implicados, del conocimiento científico y tecnológico generado, y de los avances y aplicaciones resultantes, es decir, incrementar la cultura científica del público y de los diferentes estamentos sociales, para que se reconozca el papel tan importante que la ciencia desempeña en la sociedad.

Sin embargo, esta información no llega a la sociedad y si lo hace no siempre se realiza de la mejor forma, lo que ha impedido que se establezcan unas relaciones más estrechas y armoniosas entre la ciencia y la sociedad, por eso se ha buscado que reforzar la presencia de la ciencia y la tecnología en los medios de comunicación y los ámbitos docentes, con el objetivo de fomentar el interés en los jóvenes y adultos por la ciencia y así establecer diálogos constantes entre la ciencia y la sociedad.

Para establecer este diálogo y para que la ciencia cuente con la adhesión de la sociedad a su propósito, se debe buscar que la ciencia brinde al público una información comprensible y de calidad, así como un acceso libre a esta cultura específica, es en esta parte, en donde los medios de comunicación, los investigadores, los organismos de investigación –y, en particular, las universidades, y también las empresas, deben desempeñar el papel de

informar al público, comunicar y dialogar temas de carácter científico de una forma profesional, a la vez rigurosa y atractiva, así como de exponer, en mayor grado que hasta el momento, en qué consiste la labor científica, con todo rigor y especificando sus límites (Martín y Rey, 2007, p. 43).

La sociedad y los científicos en particular, reconocen que es un deber y una responsabilidad mejorar el acceso a la ciencia, por lo que es necesario que la profesión científica no solo prepare a sus científicos para que sean investigadores, sino también para que divulguen su actividad, de esta forma los científicos se acercarían a los ciudadanos, generarían un diálogo con ellos en torno a asuntos cotidianos, para responder su necesidades sociales y tomar decisiones juntos frente a situaciones que les afectan y exigir que las que las prioridades políticas reflejen sus principales preocupaciones. En esta tarea de divulgación, los científicos deben buscar que las personas comprendan qué es la ciencia, cómo se hace la ciencia, en qué consiste una teoría científica, vean la parte divertida de la ciencia, que los modelos o las teorías científicas aceptados están basados en la evidencia, la prueba de hipótesis, mediante experimentos, y que las teorías cambian a medida que aparecen nuevas evidencias (Rogers, 2005, citados en Martín y Rey, 2007, p.47-48). Esta responsabilidad plantea la necesidad de una ética personal y profesional antes de abordar propiamente una ética científica (Ahrweiler, 1995, citado en Martín y Rey, 2007)

Sin embargo, aún falta mucho para conseguir una divulgación científica sistemática, es cierto, que existen buenos y respetados divulgadores, pero el hermetismo académico sigue siendo un gran obstáculo para la apertura cognitiva de lo científico hacia la sociedad. De hecho, el acercamiento de los científicos al público surge en numerosas ocasiones de iniciativas particulares que tienen mucho que ver, en efecto, con su voluntad personal, su carácter más o menos abierto, su compromiso social, y muchos otros parámetros (Martín y Rey, 2007, p.52).

Lo que es un hecho es que la participación de los científicos en actividades de divulgación de la ciencia sigue siendo escasa y limitada, de pronto por el poco tiempo que les queda debido a la cantidad de labores y gestiones que deben realizar en su trabajo; por la escasa valoración que se le otorga a la comunicación de la ciencia en la sociedad o por el esfuerzo que se debe realizar para simplificar y adaptar el lenguaje habitual para ser comprendido por un público, que en la mayoría de los casos lo ven como algo distante y no importante (Bodmer y Wilkins, 1992; Gascoigne y Metcalfe, 1997; Goodell, 1997; Miller, 1998; Corrado *et al.*, 2001; Levy-Leblond, 1992; Miller, 1998, citados en Martín y Rey, 2007) o simplemente, es porque no se les ha preguntado, cuál es su perspectiva, qué es lo que piensan al respecto y cómo creen que se pueden mejorar la participación de la comunidad científica en la divulgación de la ciencia y la tecnología.

Medrano (2003) citado en Ursua (2002), afirma que la divulgación científica y por lo tanto la construcción del puente de comunicación entre científicos y el público en general, debe ser realizada primordialmente por profesionales y por supuesto por los mismos científicos, quienes deben comunicar sus resultados con el objetivo de mejorar la sensibilización del

público acerca de la ciencia y de esta manera contribuir a la comprensión del público sobre la ciencia, pero no es solo responsabilidad de científicos.

La función de divulgar la ciencia, puede o es realizada por un divulgador científico, que puede o no ser científico, lo importante es que el divulgador tenga presente la importancia de la comprensión, la curiosidad, la capacidad de expresión, la imaginación, la preocupación por el rigor científico, el ansia por el saber, la capacidad de asombrarse y maravillarse, la vocación pedagógica y el placer de comunicar el desarrollo de la ciencia y la tecnología (Calvo, 2000 citado en Ursua, 2002), de una manera amena y entretenida, pero sin dejar de mantener el rigor científico de sus conceptos, contribuyendo al debate científico, alimentando el diálogo y atrayendo a personas que ya están interesadas (Durant, 2003 citado en Ursua, 2002).

2.3.2.2 Transposición epistemológica: del conocimiento científico al conocimiento cotidiano

La transposición consiste en hacer que el conocimiento científico que es desarrollado por la comunidad científica sea transmitido al público en general (aquellos que no tienen una formación y/o trabajo en el área científica), por medio de un proceso de divulgación científica. Para realizar este proceso se debe tener en cuenta que se entiende por conocimiento científico y conocimiento cotidiano.

Si se tienen en cuenta el nivel de profundidad que un sujeto alcanza frente al conocimiento, se puede hablar de conocimiento **popular o cotidiano, científico y de divulgación**.

El **conocimiento popular o cotidiano**, hace parte de una cultura determinada, se caracteriza por que ha permanecido en el tiempo, no tiene un origen claro, ha sido heredado y transmitido por generaciones. Se aprende y aplica, sin cuestionar el procedimiento realizado, no se crítica, no se busca o estudia, no es metódico y está listo para ser utilizado en la resolución de problemas, aunque para esto no requiere de teorías o reflexiones académicas, solo se vale de los medios que tiene a la mano (Universidad Pedagógica Tecnológica de Colombia - UPTC, 2015).

Este tipo de conocimiento es que el adquieren la mayoría de las personas en la vida diaria y en las primeras etapas de escolarización, antes de llegar a un estudio más sistemático de la ciencia y su intervención en el desarrollo de los fenómenos naturales (Reif y Larkin, 1994), por lo tanto involucra las ideas que las personas poseen de estos fenómenos y la manera como las utilizan para explicarlos de tal forma que los puedan entender en su perspectiva cotidiana, en donde adquieren un carácter predictivo y responden a la necesidad de controlar el mundo que les rodea (Mazzitelli y Aparicio, 2010).

Respecto a su estructura, el conocimiento cotidiano no se trata de una colección de ideas desarticuladas, sino que presenta una estructura conceptual jerárquica intuitiva, arraigada, que precede a la enseñanza formal, difiere de los conceptos científicos y por lo tanto no posee la sistematicidad y coherencia interna de una teoría propiamente dicha y utiliza el

sentido común, en consecuencia, genera interferencias en el aprendizaje (Axt, 1986; Cubero, 1988; Gómez y Pozo, 2007; Mazzitelli, 2001 citados en Mazzitelli y Aparicio, 2010), por lo que se considera vago e inexacto. El conocimiento científico no está libre de vaguedad y error, pero utiliza sus técnicas para identificarlo y sacar provecho de él (Mouriño, Espinosa, y Moreno, 1991), a diferencia del conocimiento cotidiano que permanece en el error hasta que algo o alguien intenten modificarlo o eliminarlo.

Conocimiento cotidiano es por ejemplo saber que cuando sopla el viento del sureste tendremos tormenta, saber que si uno pone los dedos en el enchufe se electrocuta, saber que si nos aplicamos una barra de azufre desaparecerá el dolor muscular, saber que si a una persona la halagamos probablemente consigamos que nos haga algún favor. Para todo ello no necesitamos haber estudiado meteorología, ni física, ni psicología, vale decir, el saber cotidiano no es aun saber científico (Cazau, 1997, p.2).

Existen cuatro características de este saber: es práctico, es dogmático, es experiencial y no es explicativo.

- **Práctico.** Su objetivo principal es obtener información para obtener un resultado útil. Puede estar motivado por la curiosidad, necesidad o exigencia de la vida diaria. Ej: Conocer qué colectivo conviene tomar para viajar sentado, o saber cómo se hace un huevo frito o cómo se cambia la rueda de un coche no es el resultado de algún impulso epistemológico o de una sed de conocimiento en sí, sino una exigencia de la vida diaria (Cazau, 1997, p.3).
- **Dogmático.** Un saber dogmático es un saber que no cuestiona, no se critica, no se discute, y su lema es “las cosas son así y punto”. Ej: una vez que nuestra madre nos enseñó a hacer un huevo frito de tal manera, o a utilizar cierto remedio en ciertos casos, tendemos a seguir haciéndolo de la misma forma, sin cuestionarlo, el resto de nuestros días (Cazau, 1997, p.3).
- **Experiencial.** Este saber proviene de la experiencia propia o ajena. Ha sido un conocimiento que se adquirió practicándolo o por que se transmitió de generación en generación. Ej: El saber ordeñar una vaca es un típico conocimiento que se enseña y se transmite de generación en generación, pero el primero que lo adquirió lo hizo por propia experiencia (Cazau, 1997, p.4).
- **No explicativo:** No interesa saber el porqué de las cosas, no busca explicaciones profundas, sino superficiales. Ej: “no sé si el polvo para hornear es o no la causa del esponjamiento; simplemente, cada vez que agrego ese polvo, el puré se esponja” (Cazau, 1997, p.4).

Las personas al leer revistas de interés general pueden decir por ejemplo que consumen alimentos con vitamina E para poder destruir los radicales libres y demorar el envejecimiento prematuro de las membranas celulares, y otras sostienen con énfasis que

las cremas hidratantes mantiene la piel lozana por que la llenan de agua. Pero incluso son solo frases que repiten de memoria y la mayoría de las veces son erróneas, porque por ejemplo, en el caso de la crema hidratante no llena de agua la piel sino que tapa sus poros evitando que el agua salga al exterior. Si se le preguntara a las personas que afirman lo anterior, que es la vitamina E y que son los radicales libres, la mayoría no sabría que responder, porque lo que saben es un conocimiento cotidiano que con o sin explicación, les sirve y es útil (Cazau, 1997).

El **conocimiento científico**, es aquel que se alcanza cuando se pretende descubrir causas y principios, mediante el seguimiento de una metodología, la apreciación y observación de la realidad. Pretende demostrar y comprobar fenómenos, buscando soluciones a los problemas más metódicas y que van más allá del sentido común. Se preocupa por construir sistema de ideas organizadas coherentemente, aunque reconoce que no es el único modo de conocimiento humano y que no es el único capaz de dar respuesta a los interrogantes planteados (UPTC, 2015).

Los conocimientos científicos, utilizan esquemas conceptuales y estructuras teóricas para explicar e interpretar los hechos, verifican la coherencia externa e interna de los mismos y someten a prueba empírica los aspectos teóricos o hipótesis, que surgen de este proceso. Este conocimiento no se limita a observar, sino que analiza la realidad, selecciona o rechaza los hechos que no son relevantes, los contrasta y reproduce a medida de los avances actuales de la comunidad científica (Mouriño, Espinosa, y Moreno, 1991)

Las características del conocimiento científico son (Cazau, 1997, p.10); (García, 2015):

- **Racional y experiencial.** Esta organizado en un sistema jerárquico y toda afirmación debe ser verificable empíricamente y ser analizada a partir de unos principios fundamentales. La prescripción de que las hipótesis científicas deben ser capaces de aprobar el examen de la experiencia es una de las reglas del método científico. Ej: El saber cotidiano no encuentra relación entre un rayo de luz, un sonido y las ondas que se forman en el agua al tirar una piedra mientras que el saber científico los relaciona viéndolos como diferentes manifestaciones de un mismo principio de propagación ondulatoria.
- **Especulativo y práctico.** No tiene afán de aumentar el conocimiento del mundo, sino aprovechar ese conocimiento para predecir acontecimientos y dominar la naturaleza.
- **Es explicativo:** No intenta buscar explicaciones finales, pero tampoco superficiales. Ej: El saber cotidiano podría explicar un ataque de histeria diciendo que alguien la puso nerviosa, o apelando las explicaciones más tautológicas del tipo “y bueno, la mujer estaba loca”. En cambio, una explicación científica procura explicaciones de otro tipo, invocando procesos inobservables a la teoría de la neurosis, como hace el psicoanálisis

- **Es crítico:** No acepta las opiniones sin antes probarlas y analizarlas con sus propios métodos. En todo momento está construyendo nuevas teorías y reemplazando o modificando las anteriores
- **Pretende la verdad:** Se apoya en evidencias mediatas e inmediatas, tiene coherencia interna y validación empírica de las teorías.
- **Pretensión de objetividad:** Respeta las características que el objeto posee en sí. También se busca que sea comunicable.
- **Fundamentado:** Justifica sus formulaciones teóricas y las confronta con los hechos.
- **Demostrable:** Da pruebas lógicas.
- **Verificable:** Presenta pruebas empíricas dadas por la observación y la experimentación.
- **Sistemático:** Las teorías científicas se presentan como una estructura cuyos enunciados se vinculan entre sí unos con otros.
- **Comunicable mediante un lenguaje preciso:** Es un conocimiento que aspira a eliminar la ambigüedad y vaguedad y a buscar un lenguaje unívoco.
- **Legal:** Busca leyes que permitan describir, explicar y predecir los fenómenos, a fin de lograr un cierto dominio o control sobre ellos.
- **Útil:** Busca la verdad que pueda ser empleada en beneficio de la humanidad.
- **Universal:** Busca leyes permanentes, que expliquen los hechos y permitan predecir nuevos acontecimientos.
- **Auto correctivo:** Sus verdades no son absolutas, ni definitivas, por eso se estructura como un sistema abierto, siempre perfeccionable.
- **Falible:** Porque las pruebas pueden invalidar dicho conocimiento.
- **General:** Alcanza ciertas uniformidades y recurrencia de ciertos fenómenos.
- **Metódico:** Porque utiliza procedimientos para obtener y justificar el conocimiento.

Este conocimiento científico, es aquel que se convierte en *conocimiento de divulgación*, es donde el conocimiento científico, es sometido a cambios, como el ser expuesto a la crítica de las teorías actuales y el convertir su lenguaje a uno más sencillo, para ser transmitido al público en general, a través de diferentes medios de comunicación como televisión, radio, prensa, revistas, libros de divulgación, diccionarios especializados, libros de texto, estudios monográficos, trabajos universitarios, exposiciones orales como mesas redondas, paneles y congresos científicos. En la mayoría de las ocasiones se considera que este conocimiento, por ser modificado ha perdido el valor de la información original y que tiene un nivel más bajo de conocimiento científico (UPTC, 2015).

Por lo tanto, hacer que el conocimiento científico se convierta en conocimiento de divulgación y de esta manera llegue al público en general para cambiar y/o transformar su

conocimiento cotidiano, es lo que se conoce como **transposición epistemológica del conocimiento científico al conocimiento cotidiano**.

El primer paso de este proceso de transposición, es **saber quién debe divulgar** el conocimiento científico, es decir, el identificar al emisor. Como se mencionó anteriormente, quien debe comunicar o ser la fuente de los mensajes científicos, debe ser en primer lugar, la comunicad científica y tecnológica (científicos o personas dedicadas a la investigación científica y tecnológica) y los centros, empresas y entidades donde se investiga y/o se innova en ciencia y tecnológica, porque son ellos quienes están construyendo conocimiento científico constantemente. Luego en segundo lugar se encuentran los periodistas y comunicadores que se especializan en ciencia y que por medio de diferentes medios de comunicación divulgan las investigaciones que se llevan a cabo en las nuevas fronteras de la investigación (Martínez, 2006).

El segundo paso es **saber a quién divulgar** el conocimiento científico, el receptor, los ciudadanos, quienes poseen un conocimiento cotidiano de la ciencia y la tecnología, y que no reclaman ni parecen necesitar nada cultural de los científicos. No movilizan nada. Su afán de saber más, de integrar la ciencia en su cultura, si existe, no aflora abiertamente a la superficie. Tal vez por este motivo los científicos no sienten la necesidad de divulgar su trabajo o de buscar en la sociedad su mejor aliado y por eso esperan a que la sociedad sin necesidad de explicaciones de su parte, reconozca el valor de su actividad. Colocan su frontera en hacer ciencia de calidad dejando a otros la tarea de divulgarla.

Pero esta no debe ser excusa para que la divulgación de información de carácter científico o tecnológico reciba tan poca atención por parte de los científicos y de los diferentes medios de comunicación, porque por ejemplo, la política no tiene tanta demanda y aun así los medios están saturados de solo información política. El desafío, es saber despertar en los ciudadanos su necesidad innata de saber más sobre materias científicas y técnicas, se debe estudiar y conocer muy bien al público al que se quiere llegar, conocer su cultura científica y tecnológica, sus intereses por estos temas, la percepción y actitudes sociales que tiene de los avances científicos (Martínez, 2006)

Uno de los obstáculos más importantes de este desafío, es la cultura de los ciudadanos, ya que es difícil de definir, debido al distanciamiento de la ciencia y de los ciudadanos, por el lenguaje que maneja la ciencia, la carencia cultura debido a las actitudes de los ciudadanos frente a los avances científicos, como son su incapacidad para manejar con familiaridad instrumentos y servicios basados en innovaciones tecnológicas, su renuncia a ser ciudadanos informados y capacitados para opinar, intervenir e influir en aquellas decisiones que les afectan y al no estar al día de las innovaciones de los productos que adquieren, el público parece ignorar el papel decisivo que la ciencia y la tecnología desempeñan en la solución de sus problemas (Martínez, 2006).

Pero, la cultura científico- técnica de los ciudadanos, no es fácil de medir, no se puede solamente determinar por conocer una terminología o por poseer ciertos conocimientos de

la ciencia, sino también por el nivel de comprensión del método y los procedimientos científicos. «La medición de la comprensión que el público tiene de la naturaleza de la investigación científica, es una actividad paralela a la medición de la comprensión de conceptos científicos.» (Miller et. al., 1998, citado en Martínez, 2006).

Igualmente esta falta de cultura va unida a la presencia de las dos culturas en la sociedad, la artístico-literaria y la científica, se considera que en la noción de cultura solo puede identificar exclusivamente los conocimientos de carácter humanístico, literario o artístico, lo que genera el problema de poder interpretar las transformaciones sociales que produce la tecnociencia, “Los humanistas piensan que la ciencia y la tecnología no ayudan a que el hombre se explique mejor a sí mismo. Pero sin la ciencia ese mismo hombre seguiría pensando que vive en el centro del Universo y carecería de las herramientas para entender su evolución. No entender la ciencia incapacita además para entender el mundo en el que nos ha tocado vivir.» (Martínez Sáez, 2000 citado en Martínez, 2006, p.42).

Autores como Brockman (1996) han propuesto la “tercera cultura”, en la que se reúnen científicos y pensadores o literatos capaces de entenderse entre sí y de introducir nuevas formas de discurso intelectual, para debatir sobre el universo, la vida y la mente. Lo que se busca es lograr que los conocimientos científicos, al menos los más sencillos, formen parte de la cultura ciudadana. «Si los conocimientos científicos se limitan a un pequeño grupo de hombres, se debilita la mentalidad filosófica del pueblo», decía Albert Einstein a principios del siglo XX (Salomone, 2000a, citada en Martínez, 2006, p.43).

No es cuestión de obligar a las personas a ser expertos en los conceptos de ciencia y tecnología, sino a que conozcan cosas básicas como identificar quien fue Hubble o Heissenberg y a generarse interrogantes como por ejemplo ¿por qué el cielo es azul?, ¿cómo influye la actividad solar en nuestro clima?, ¿cómo se generan las corrientes eléctricas que recorren nuestro cuerpo?, ¿qué hace que dos masas se atraigan y no se repelan? o ¿a qué se debe que en los últimos quince millones de años haya cambiado cuatro veces la polaridad del magnetismo terrestre?, ¿cómo funcionan los virus?, ¿cuál es el mecanismo por el que una planta decide florecer?, ¿cómo se origina, crece y se traslada un huracán? o ¿qué hay y cómo es exactamente el centro de la Tierra al que ahora pretendemos llegar? (Martínez, 2006, p.51).

Es por los anteriores interrogantes que surge el tercer paso de este proceso de divulgación científica, el cual incluye el **qué divulgar**, los científicos difunden a la comunidad científica sus investigaciones y resultados, por medio de congresos y publicaciones especializadas, en donde la ciencia y su actividad se presentan tal como es y cómo se desarrolla. Pero los ciudadanos no asisten a estas actividades de tipo científico, y si lo hacen no comprenden lo que se está exponiendo, por lo que es necesario que en ellos, no se realice un proceso de difusión sino de divulgación, en el que la ciencia es presentada como un producto diferente, inteligible y sin perder su rigor inicial y/o esencia.

Para ello es esencial el lenguaje o el código, que es utilizado por los científicos y que no es del dominio popular, por eso la divulgación de la ciencia, requiere la explicación sistemática del significado de los términos elegidos, o la selección de un lenguaje comprensible por los ciudadanos a los que va dirigida. El problema se encuentra en que los científicos creen el uso de una terminología asequible equivalga a traicionar la esencia misma del concepto de ciencia, aunque éste sea el único camino para hacer comprensibles las nociones que se quieren divulgar; y los ciudadanos consideran que se quejan de la prepotencia terminológica de los científicos. La solución, es que los científicos hagan un esfuerzo por utilizar un lenguaje asequible cuando se dirigen a personas no expertas y que se muestren menos sensibles ante lo que suelen percibir como una invasión terminológica en su cortijo cultural.

2.3.2.3 Mecanismos de divulgación de la ciencia

Después de conocer las partes principales del proceso de divulgación científica para una comprensión pública de la ciencia (quién, para quien, cómo y qué), se deben revisar la función de los principales mecanismos de divulgación de la ciencia, como son los diferentes medios de comunicación (radio, TV, revistas, internet, periódicos, etc.). Los cuales a pesar de presentar una imagen negativa y de no poseer los conocimientos adecuados para realizar esta actividad, son importantes para transmitir contenidos científicos a la sociedad (Ursua, 2002)

La divulgación de los conceptos científicos necesita de un medio de comunicación para hacer llegar a la sociedad, de manera asequible, las noticias científicas y los conocimientos que en ellas se encierran. Las personas prefieren la información que es suministrada por la televisión, luego por el internet, periódicos y finalmente revistas especializadas. Es así como los medios de comunicación, forman parte de uno de los tres tipos de educación que las personas tienen a su disposición. La educación formal (basada en las Escuelas, Colegios y Universidades), la educación no formal (la educación que se presenta en otros lugares diferentes a la Escuela, como Museos de la Ciencia, Zoos, etc.) y la educación informal (se trata de la educación que puede tener lugar en cualquier sitio) y en la que se incluye programas basados en los medios de comunicación, como periódicos, suplementos semanales, TV, radio, Internet, etc. (Ursua, 2002).

Por eso los científicos y la sociedad, consideran que los medios de comunicación, deben ser los intermediarios entre la comunidad científica y el público en general. Como lo expresa la Declaración surgida del I Congreso «Comunicando Astronomía en Hispanoamérica», Arecibo, 27 de septiembre, 2003, citado en Martínez (2006):

Los medios de comunicación de masas tienen una responsabilidad en la formación científica de los individuos y pueden realizar una gran labor en materia de divulgación científica. Para lograr este fin pueden apoyarse en los profesionales de la educación y la investigación. (p.63)

Sin embargo, la responsabilidad de los medios de comunicación se ve afectada por su pertenencia a grupos cuyas empresas, basadas en la comunicación, buscan una

rentabilidad económica y también ideológica (Martínez, 2006, p.63). Esta el caso del exceso de información política, porque su clase dirigente financia este tipo de comunicación. Caso contrario sucede en la ciencia, que a pesar del gran éxito de las revistas de curiosidad científica, la información científica y tecnológica aún no resulta lo suficientemente rentable ni para su economía (no genera publicidad) ni, desde luego, para su influencia ideológica, solo los casos que suscitan polémicas y duda éticas en la sociedad, como por ejemplo, la clonación de humanos, son los que logran de manera automática la atención de los medios.

A lo largo de la historia, la ciencia ha estado frecuentemente enfrentada con el poder comercial, en su intento por no ser anulada en los medios de comunicación, los cuales aprovechan la oportunidad del negocio fácil y rápido, brindado por la telebasura, que presentan solo programas de espectáculo, noticias de morbo, reality shows, concursos y teleseries; dejando en una pequeña franja y en un horario denigrante, a la información científica y tecnológica (Centurión, 1995, citado en Martínez, 2006). Así mismo, sucede en la prensa, la cual presenta un desigual tratamiento en los diferentes periódicos de un mismo tema de carácter científico, las noticias científicas no suelen aparecer en los titulares y solo se transmite el conocimiento, pero no se explica y promueve la comprensión del fenómeno científico

Como lo expresa Martínez (2006):

La ciencia, como materia informativa, es algo muy interesante, pero su escasa repercusión en ingresos y su pobre significado ideológico la convierte en la cenicienta de los directores. Ciertas materias relacionadas con la investigación, como las que lo están con la tecnología y la innovación, se destinan a las páginas económicas del diario. Los directores procuran alcanzar el mejor periódico, desde el punto de vista técnico, y rentabilizar el poder que tienen en sus manos para lograr la máxima rentabilidad económica, ideológica y política... el espacio destinado a la ciencia [debe ser conquistado con el sudor de la frente de los divulgadores de la ciencia]. (p. 65)

2.3.2.4 Divulgación Científica y Periodismo Científico

En la sociedad se están generando grandes cambios, los cuales en su mayoría han sido producto directo o indirecto del desarrollo científico y tecnológico. De aquí la importancia de que se reconozca lo que está realizando la ciencia y la tecnología, y esta responsabilidad está siendo asumida actualmente por los periodistas, quienes hacen que los conocimientos científicos que condicionan la vida de las personas, sean conocidos por el público (Wolf, 1983).

Los medios de comunicación han facilitado este trabajo del periodista, facilitando la colaboración y contacto entre las personas de diferentes pueblos, pero también generando la confrontación de los sistemas de valores. Así mismo, la educación y en particular la enseñanza, han transmitido a las nuevas generaciones los conocimientos ya elaborados y comprobados, así como los que están evolucionando. Lo cual es un indicio de la necesidad que existe o que tienen los profesionales, los técnicos y trabajadores de comunicar sus

conocimientos y poder tener contacto con otras fuentes, para poder renovar constantemente sus conocimientos ya adquiridos y que no queden obsoletos.

El poder permitir la comunicación y contacto entre profesionales y sus producciones, así como, el mantener al día la inquietud por lo que ocurre en los laboratorios y los seminarios en donde se imparten nuevos conocimientos y donde se fomenta la imaginación creadora, es una de las principales funciones de los medios de comunicación, especialmente del periodismo científico (Wolf, 1983, p.37). El periodista debe interpretar con imaginación creativa la información que es suministrada por el científico y traducirla para que pueda ser captada por el público o lector, debido a que uno de los obstáculos que encuentra el público para entender al científico, es el uso de su terminología científica, como lo expresa una cita de Ritchie Calder en la obra de Wolf (1983):

La terminología es una de las mayores dificultades que se presenta en la comunicación, o sea, la jerga científica. Los especialistas de las diversas ramas de la ciencia han inventado sus propios vocabularios, según sus necesidades. Ha llegado a suceder que los términos científicos que originalmente eran descriptivos, se han tornado incomprensibles. (p.39)

El científico construye su propio lenguaje, el cual se adapta a su quehacer diario, porque el vocabulario común, con el que se comunica con los demás, no le es suficiente para describir los fenómenos que estudia y los que predice; también usa términos que en inglés se denominan “trip-word”, una especie de muletillas, que son fáciles de comprender por el científico, pero que resultan incomprensibles para el lego. Incluso con el pasar del tiempo, las teorías científicas han originado un sistema teórico propio y con un lenguaje particular, pero sufren modificaciones e incluso se crean nuevas teorías, por lo que el lenguaje científico debe también evolucionar (Wolf, 1983).

Estos aspectos hacen que el científico no sea un comunicador habitual, y por eso otras personas se encargan de informar de una manera sencilla lo que el científico está desarrollando. Aunque hay unos científicos que pueden dar a conocer en forma sencilla sus materias, como por ejemplo, Fred Hoyle, Harlow Shapley, Frank Drake, Carl Friedrich von Weizsacker, Werner Heisenberg, Georg Gamow, Linus Pauling, Isaac Asimov, Melvin Calvin, Harold Urey, etc. Pero existen muchos más divulgadores científicos, profesionales y docentes, que conocen los temas científicos a profundidad y son capaces de volverlos comprensibles al público (Wolf, 1983).

El periodismo científico es el subgénero periodístico que difunde y divulga en la sociedad el conocimiento generado por la ciencia y la tecnología, convirtiéndose así en una fuente de enseñanza y aprendizaje; y a partir de dos tipos de abordaje disemina dicho conocimiento: la difusión y la divulgación (Estrada, 2014, p.73). Difusión, cuando se informa a y entre la comunidad científica y divulgación científica cuando se informa al público en general, divulgación periodística que aparte de manejar un lenguaje accesible y decodificado de la información científica y tecnológica, lo hacen con una adecuada precisión, de una manera amena y atractiva para el lector, para estimular su curiosidad e

interés por la ciencia y un tema en particular. Este tipo de divulgación debe ser didáctica y atractiva.

Todo periodista divulgador científico debe poseer los conocimientos básicos de redacción y estilo literario, de cultura general y filosofía de la ciencia, para que de esta forma adquiera un amplio criterio al tratar temas de ciencia y tecnología. Con estos conocimientos puede contextualizar la información, relacionando los temas sociopolíticos y culturales, en los que se desarrolla y verifica la información científica, es decir, debe contar con fuentes científicas confiables y redactar de esta forma, aspecto que es un obstáculo para el periodista científico, ya que algunos científicos solo difunden sus investigaciones en medios dirigidos solo a pares y se les dificulta también escribir sus ensayos de forma distinta a los protocolos establecidos en las revistas científicas o journals (Estrada, 2014).

En otros tiempos, se creía que compartir la ciencia con la prensa era incorrecto, porque los periodistas no entendían y cometían errores, distorsionando la investigación y exponían a los científicos como presuntuosos. Frecuentemente se acusa a los medios de comunicación de ser la causa principal de la falta de cultura científico-técnica de la sociedad, ya que ellos tienen responsabilidades propias, ya que la cultura moderna está en los periódicos, como lo expresa Junco (2004) citado en Martínez (2006) «... además de influir sobre los acontecimientos por el mero hecho de informar, orienta la percepción de la realidad en determinados sentidos y, por lo tanto, también moldea la realidad al crear opinión. El ser humano no puede interpretar el mundo en que vive sino a través de prismas culturales, y la prensa es hoy la gran creadora de prismas culturales que orientan nuestra percepción».

También los periodistas científicos o no científicos, deben asumir la responsabilidad de que los científicos, al ver que sus aportes son ignorados o tratados de una manera rigurosa y sistemática, a veces, incorrecta, se nieguen a informar de sus resultados al gran público. Así mismo, deben enfrentar que se les diga que no tienen verdadero interés, capacidad y tradición para tratar los temas científicos, lo que hace de los medios de comunicación, en especial la prensa (excluyendo las excepciones) unos malos instrumentos para la transmisión de los mensajes científicos. Se les culpa de no incidir suficientemente y con criterio independiente sobre asuntos de política científica (salvo que lo hagan como pretexto para desgastar al gobierno de turno), y de no invertir esfuerzos suficientes (programas, secciones, medios humanos) para crear interés en sus lectores y audiencias hacia estos temas (Martínez, 2006).

Finalmente, el mundo científico se lamenta, de que en la publicidad comercial se abuse de la ciencia utilizando mensajes del tipo «científicamente probado». Para Juan Manuel Campanario, primer firmante del trabajo publicado en la revista Enseñanza de las Ciencias, «la ciencia se usa en publicidad por dos razones: primero igual que se usa a un famoso como respaldo de calidad. Algo probado científicamente es algo verdadero; se cree que el conocimiento científico está probado más allá de toda duda, lo que es erróneo» (Martínez, 2006, p.67). Además de esta fe ciega, los publicistas se aprovechan de que la sociedad

«no tiene conocimientos científicos mínimos para entender lo que se dice, para saber si es cierto o no», añade. (Calvo Roy, 2001, citado en Martínez, 2006, p.67).

Los periodistas, al respecto de estas responsabilidades, consideran que ellos solo representan los intereses informativos de sus lectores y audiencias, entonces sino se reclama ciencia, los medios en sus contenidos no darán ciencia, aunque estudios como los realizados como por ejemplo los de la Federación Española para la Ciencia y la Tecnología-FECTY, desmienten que el público si está interesado en la ciencia pero este es mayor al interés que los medios muestran por informar los avances científicos. Afirman también que no hay investigadores y/o científicos divulgadores de su actividad, que sobresalgan o que generen proyectos de peso político social y político y si los hay sus investigaciones son confidenciales y exclusivas para la elite científica, pero esta afirmación no es tan cierta, porque si en realidad hubiera un interés por en la ciencia, no se escatimaría en medios y/o recursos para divulgar su actividad al público, y finalmente, un tercer argumento, es aquel que expresa que el periodismo científico, no debe asumir toda la responsabilidad de la educación científica de la sociedad, también existen otros actores que tienen la misma responsabilidad y no están haciendo nada por cumplir.

Pero lo que si totalmente cierto, es que el periodismo científico, tiene como misión, es contar al público, a través de los medios de comunicación de masiva, la actualidad científica y tecnológica y crear un clima de interés hacia la ciencia y de una conciencia pública sobre el valor y rentabilidad de la investigación científica y tecnológica para lograr un desarrollo integrado y armonioso del individuo en la civilización tecnológica y en la nueva sociedad del conocimiento y de la información (Calvo, 1984)

Los principales objetivos y funciones de un periodista científico y que también en parte son funciones de un científico divulgador, pueden ser (Calvo, 1984):

- Comunicar al público, de modo inteligible, los avances de la ciencia y de la tecnología.
- Enseñar a la sociedad una visión coherente y sencilla del mundo que nos rodea y formamos parte.
- Sensibilizar a la sociedad sobre los grandes fenómenos de nuestros tiempos, contribuyendo a que los efectos sociales de los cambios sean integradas positivamente por el ser humano, evitando de esta manera el desasosiego y la angustia que produce el miedo a lo desconocido.
- Especializarse periodísticamente en la tarea de divulgar la ciencia, eliminando las barreras de entendimiento entre el mundo de la ciencia y la sociedad en general.
- Realizar una labor educativa, para que se propicie la formación científica de los receptores así como una conciencia crítica respecto a la utilización de los adelantos científicos.

- Intercomunicación entre los propios científicos e investigadores de distintas ramas de la ciencia facilitando una puesta en común de los distintos conocimientos.
- Proyección social. La información científica debe favorecer el desarrollo integral de las personas así como la creación de una conciencia sobre el valor y beneficios de la investigación científica.
- Proyección político-ideológica. Evitar que el saber sea un factor de desigualdad - política, cultural y económica- entre los hombres ya que, uno de los fines del periodismo científico no es solo explicar el mundo, sino cambiarlo.
- Proyección educativa y cultural. Hacer posible el disfrute de los logros alcanzados por los avances científicos y se consolide una formación cultural humanista, científica y tecnológica cada vez más amplia.
- Proyección informativa. Transmitir los contenidos científicos de manera asequible a los no especialistas posibilitando el acceso a estos conocimientos a todos los receptores al margen de sus condiciones culturales o sociales.

Considerando como principios éticos:

- Defender el derecho de todo ser humano a participar en el desarrollo del conocimiento.
- Promover la confianza de la comunidad hacia la ciencia.
- Denunciar la peligrosidad de las falsas ciencias.
- En materia de información médica tratar de no suscitar vanas esperanzas en quienes sufren enfermedades graves.
- La noticia científica podrá completarse, cuando sea posible, con una explicación sobre la personalidad del autor del descubrimiento o sobre la calidad del centro de investigación donde se haya originado la noticia.
- Deberá cuidar la atribución de las ideas o innovaciones, que solamente le corresponden a quienes en realidad les pertenecen.
- El periodista científico deberá promover y fomentar el desarrollo de la investigación.

En conclusión como lo expresa una cita de Calvo (1984):

El periodista científico pone al servicio de la minoría y hace partícipe de los progresos del conocimiento al mayor número de personas, en el ejercicio de la más difícil y exigente democracia, la de la cultura. Al mismo tiempo, contribuye a saciar el hambre de conocimientos del ser humano y ofrece estímulos a las mentes de esa masa de hombres y mujeres cuyo único alimento intelectual son los medios informativos.

Ya no hay duda que en la actualidad ha ocurrido un cambio radical en la displicente forma inicial de considerar a la divulgación de las ciencias periodística por parte de la comunidad

científica. Los científicos están cada vez más informados sobre cómo trabajan los periodistas, por lo que están más capacitados para colaborar con ellos.

Ahora los principales problemas del periodismo científico son (Calvo, 1984):

- Cubrir la cantidad de información científica (teorías, leyes, experimentos, descubrimientos, nuevas síntesis, predicciones e hipótesis del futuro, uso y creación de nuevos instrumentos, etc.), para lo cual necesitaría la formación de especializaciones según las distintas ramas de la ciencia.
- El crecimiento exponencial de los conocimientos y avances científicos, que evita que sea posible mantener al día de los mismos.
- La distancia que existe entre lo que se enseña en los periodos de formación académica y lo que la ciencia está desarrollando actualmente.
- Identificar a las falsas ciencias.
- La transposición de los conocimientos científicos a los conocimientos cotidianos.
- La aceptación de la responsabilidad mutua de divulgar la ciencia, por parte de los periodistas científicos y de los científicos divulgadores.
- Divulgar la ciencia y la tecnología con la rapidez y exactitud que los hace la actividad científica.
- Evitar el sensacionalismo de la noticia y presentar que el trabajo científico es realizado en equipo, paso a paso, con sacrificios y fracasos.
- El uso y decodificación del lenguaje científico.

Estos problemas han dificultado que los periodistas científicos (incluso los científicos divulgadores), por medio de sus escritos con estilo sencillo, atrayente y comprensible, logren que los nuevos conocimientos científicos y tecnológicos, sin importar el estrato social o la profesión, lleguen al público, con sentido y por cualquier medio o soporte, y que en ocasiones el periodista no tenga el cuidado de conocer muy bien lo que va a informar, para no suplir su inseguridad y falta de precisión, con información distorsionada, vaga e incluso incorrecta (Wolf, 1983). Permitiendo que incluso personas que no son ni periodistas científicos, ni científicos divulgadores, divulguen la ciencia y de una manera incorrecta, transmitiendo errores y falsas comunicaciones científicas.

Por lo tanto, lo que se debe realizar es comenzar a establecer distintas actividades para que el paso del conocimiento científico al conocimiento cotidiano se produzca de una manera adecuada y frecuente, como (De Semir, 2011, citado en Jiménez y Palácio, 2010):

- Que los gobiernos apoyen la divulgación pública de la ciencia, el periodismo científico y la extensión de la cultura científica.
- Promover desde el sector público iniciativas de conocimiento abierto, facilitando el acceso a la investigación científica.

- Promover programas de divulgación científica a través de los medios de comunicación masivos.
- Investigadores y medios de comunicación deben aprovechar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como herramientas para involucrar la participación activa de los ciudadanos.
- Los medios de comunicación, centros de investigación y administración deben favorecer la identificación por parte de los ciudadanos de las capacidades científicas y tecnológicas ubicadas en su entorno geográfico.
- Impulsar el papel del periodismo científico que asume la responsabilidad de garantizar la información científica de calidad, fiable y contrastada con fuentes correctas.
- Las universidades deben crear programas de formación y líneas de investigación en comunicación y periodismo científico, a nivel de pregrado y postgrado. Así mismo crear programas que desarrollen en los científicos, las habilidades y herramientas comunicativas básicas y de esta manera acercar al público a los resultados y metodológicas de su actividad.

Los estudiantes científicos de posgrado deben acceder a la enseñanza de los contextos sociales y políticos de la ciencia, así como aprender a comunicarse con los medios de comunicación y con el público.

- La comunidad científica debe seguir abriéndose a las demandas de información científica de interés cívico y asumir como una responsabilidad propia la tarea de facilitar la extensión de la cultura científica, la información periodística sobre sus actividades de investigación y el acercamiento del público a las controversias científicas.
- Implicar al público en la ciencia, reconociendo que la comunicación y divulgación deben abordar los valores, intereses y las visiones del mundo del público. La comunidad científica debe habilitar a los ciudadanos para participar en las decisiones colectivas, estando preparados para que estas decisiones recorten los intereses propios de la ciencia.
- Establecer una comunicación eficaz que necesita conectar un tema científico con algo que el público ya valore, haciendo hincapié en los puntos comunes compartidos.
- Los científicos y las organizaciones científicas deben seguir una política de confianza y una relación basada en el diálogo con el público, avanzar en el debate público más allá de los argumentos polarizados y posiciones encontradas.

- Los investigadores deben resistir la tentación de describir sus estudios utilizando metáforas excesivas e hipérboles para mantenerse fieles a la importancia de un estudio científico. La fuente de financiación de la investigación y los detalles metodológicos deben ser incluidos en la cobertura de los medios de comunicación para que el público pueda evaluar mejor la credibilidad de los mismos.
- Significar a la ciudadanía la importancia crítica de la validación de las informaciones científicas. Es importante que el público tenga la certeza de que la información que le llega por la vía de los diferentes medios de comunicación esté validada; y nadie mejor que el propio científico para validar una información científica.
- Incitar y estimular a los científicos a comunicar adecuadamente y a implicarse en la validación y la transmisión de la información científica a la sociedad.
- Impulsar toda iniciativa encaminada a elevar el nivel de la formación científica de base. Suscitar el interés general por las ciencias. Estimular la enseñanza precoz de las ciencias. Favorecer la comprensión del método científico y de la historia de las ciencias. Fomentar que los organismos e instituciones de investigación científica se abran al gran público. Y aumentar las emisiones de carácter científico en radio y televisión.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La ciencia y la tecnología generan en la sociedad una serie de impactos a nivel social, los cuales hace tres décadas no eran y aún en su mayor parte no son relevantes de ser estudiados por la comunidad científica; era ausente la preocupación por investigar como la sociedad estaba comprendiendo estos impactos, cuáles eran sus pensamientos al respecto de las investigaciones y productos generados de esta actividad científica, cómo asumían el riesgo o beneficio de la utilización de los productos científicos y tecnológicos, si confiaban o no en ellos y el cómo estaban comprendiendo el conocimiento generado en esta actividad (Polino, Fazio, y Vaccarezza, 2003). Por lo tanto, este desinterés ha generado que el campo de la comprensión pública de la ciencia y en especial de la química actualmente haya sido poco explorado e investigado con el objetivo de generar propuestas que ayuden a esta comprensión, que puede ser favorable o desfavorable para la actividad científica, según el contexto en el que se analice, es decir, si es un contexto económico, político, social, cultural (rural, religioso, axiológico) y educativo; cediendo el paso de la comunicación social y divulgación científica a distintos medios como la radio, televisión, prensa, internet y demás, que hacen que la sociedad comprenda a la ciencia de una manera errónea o simplemente no genere interés en la sociedad por comprenderla.

Situación que se diferencia de los múltiples y continuos estudios que la comunidad científica ha realizado en relación con la imagen y/o visiones de la ciencia y de la química. En la literatura revisada se encuentran investigaciones dedicadas a caracterizar estas imágenes y/o visiones y en generar propuestas de trabajo en este campo. Los resultados evidencian que las personas poseen unas visiones de la ciencia y la química y de los científicos y químicos deformadas, concibiendo a la ciencia y la química en una primera posición como entidades autoritarias, aburridas, difíciles, irrelevantes para la vida y causantes de los problemas medio- ambientales (Vázquez y Manassero, 2008) al ser las generadoras de productos o servicios, los cuales respaldan a pesar de los efectos negativos que pueda tener para la sociedad; cuyos fines son aumentar los conocimientos, buscar explicaciones, encontrar respuestas, predecir y transmitir el conocimiento, formular y postular teorías, divulgar, inventar y romper con mitos o leyendas (Petrucci y Dibar, 2001).

Pero en una segunda posición se encuentran visiones que le atribuyen cualidades como ser las descubridoras de la realidad y de las leyes de la naturaleza debido a sus conocimientos superiores frente a las demás ciencias (Gálvez y Waldegg, 2004), llegando en ocasiones al extremo de alabarlas y exagerar sus beneficios para la comunidad (Campanario, Moya y Otero, 2001). De la misma manera las visiones de los científicos y químicos se enfocan en dos perspectivas, la primera que los caracteriza como científicos locos, malos, peligrosos, sin escrúpulos y aislados en un laboratorio, y la segunda que los convierte en héroes, salvadores de la sociedad, metódicos y rigurosos (Reis, Rodrigues y Santos, 2006; Mengascini, Menegaz, Murriello y Petrucci, 2004; Reis y Galvão, 2006; Petit y Solbes, 2012) y donde los científicos y la religión no son compatibles (Oleques, Boer, Ladvoat y Santos, 2013).

Imágenes y/o visiones que afectan directa o indirectamente la comprensión pública de la ciencia y de la química, ya que la sociedad reduce y comprende la actividad científica y a la química de manera alejada de sus naturalezas “presentándose una situación de analfabetismo científico [de la ciencia] y de la química” (Mora y Parga, 2010, p.71), lo que no se soluciona con solo realizar un proceso de alfabetización, porque como lo menciona Turney (1996) el conocimiento científico no solo es alfabetizar científicamente, también implica generar confianza en los científicos y las fuentes de información; a las personas sí les interesa el desarrollo y la actividad científica y de la química y la tamizan según la relevancia para sus vidas, pero debido a su falta de comprensión de estas ciencias, se genera un rechazo y una despreocupación por entenderlas, lo que se convierte en una responsabilidad de los científicos el explicar sus hallazgos de manera que el público los pueda utilizar y comprender (Riise, 2008). Su lenguaje y la divulgación de su actividad pueden facilitar o impedir las interacciones con el público.

Pero es sorprendente darse cuenta que la comunidad científica, a pesar de haber dado ya el primer paso en la reflexión de las imágenes y/o visiones que posee la sociedad de la ciencia y de la química, son pocas las investigaciones que se han dedicado a entender y divulgar el por qué y el cómo mejorar la comprensión pública de la ciencia y en especial de la química frente a su impacto socio-ambiental en sus distintos contextos. Se encuentran algunas reflexiones y análisis frente a las acciones que se han realizado para disminuir el bajo prestigio y reconocimiento de estas ciencias. Por ejemplo se han implementado en las distintas áreas de la química el enfoque “química verde” (Marques, 2012) y “química sustentable” o se ha sustraído el término química de la disciplina y se ha reemplazado por “ciencia de los materiales”, “ciencia molecular” y “ciencia de la nanotecnología” (Mora y Parga, 2010), aunque estas alternativas si no se realizan de una manera sistemática y adecuada, se pueden convertir en un cambio de nombre y no de contenido, lo que no genera cambios en la comprensión que las personas poseen de la ciencia o de la química en particular.

Igualmente estos intentos por investigar la comprensión e imagen pública de la ciencia y la química y erradicar el “analfabetismo científico”, han dado origen a que desde el siglo XIX y XX, la relación del público con los desarrollos científicos y tecnológicos se convierta en objeto de análisis y discusión (Irwin, 1995; Von-Grote; Dierkes, 2000, citados en García, 2010), pero con el inconveniente de ver esta relación más como una respuesta a la integración de la ciencia en la sociedad industrial moderna, donde el interés es alfabetizar científica y tecnológicamente al público para que continúen manteniendo el statu quo de la ciencia y la tecnología. Por ejemplo se encuentra el documento generado en 1940 por la Association of Scientific Workers (ASW) de Gran Bretaña en el que se presentaban los primeros lineamientos para el estudio de la relación del público con las actividades científicas, en el que se sostenía que una población capacitada científicamente es una mejor fuerza de trabajo para la industria, que la ciencia es un aspecto central de la cultura general de la humanidad y que una mayor comprensión de las teorías y métodos científicos es esencial por razones democráticas (García, 2010, p.2).

Y el reporte de la Royal Society de Gran Bretaña en 1985, titulado *Public Understanding of Science*, en el que se expresa:

Más que nunca la gente necesita alguna comprensión de la ciencia, tanto para tomar decisiones a los niveles nacionales y locales, como para ser efectivos en la industria en trabajos más o menos especializados, en el ejercicio del voto como ciudadanos o en una amplia gama de tomas de decisiones... Mejorar la comprensión pública de la ciencia es una inversión de futuro, no un lujo que se haga depender de si hay o no recursos disponibles (Royal Society, 1985, p.5-9).

Pero se valora que estos documentos en el plano individual consideran que el público debe comprender la ciencia para

tomar decisiones respecto de su dieta, su salud y el medio en que lo rodea, al tiempo que al comprender aspectos teóricos y metodológicos de la ciencia se apropia de parte del acervo cultural de la humanidad... a mayor conocimiento, mejores decisiones individuales y sociales y mayor bienestar individual y social" (García, 2010, p.4).

Es así como los anteriores aportes se convirtieron en el incentivo para la creación de una de las mayores voces en el tema de la comprensión pública de la ciencia y de la química desde 1992, la "línea de investigación internacional de más desarrollo en los últimos años en sociología, epistemología y enseñanza de la ciencia y la química, la *Public Understanding of Science*" (Mora y Parga, 2010, p. 71), que se ha encargado del estudio del proceso de la comunicación social y el impacto de la ciencia y la tecnología en la formación de conocimientos, actitudes y expectativas de los miembros de la sociedad en la comprensión de la ciencia y tecnología, conduciendo a un análisis y evaluación más comprehensiva acerca que tanto se encuentra "científicamente orientada" una determinada sociedad en un momento histórico dado (Polino, Fazio y Vaccarezza, 2003. p.1), problematizando las capacidades y procedimientos de los ciudadanos en relación con la ciencia (Membiela, 2007).

Esta línea ha desarrollado la mayoría de sus investigaciones en países como Gran Bretaña, Francia, Países Bajos, Alemania, España y Japón (Perales y Cañal, 2000; Polino, Fazio y Vaccarezza, 2003), pero en el caso de América Latina y el Caribe, en países como Argentina, Brasil, Colombia y México sus aportes a la comprensión pública de la ciencia y de la Química frente a su impacto socio-ambiental han sido mínimos.

3.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Por lo tanto, se determina que el problema existe y se traduce en que a la sociedad y a la comunidad científica hasta hace menos de tres décadas no le interesaba el tema de la comprensión pública de la ciencia y de la química y por lo tanto la producción de investigaciones al respecto han sido pocas, en especial en países de América Latina. Pero a los profesionales de la educación en ciencias, esta problemática si es de nuestra especial atención e interés porque lo que se busca es que el público sea capaz de tomar decisiones en relación con las perspectivas y aportes del avance científico y tecnológico y sus impactos

socioambientales, que adquieran o tomen un postura crítica frente a las acciones de los científicos y tecnólogos, es decir, posean argumentos para determinar y decidir si lo que realiza la comunidad científica está bien o está mal y no permitan que otros decidan por ellos, y es aquí en donde la comprensión pública de la ciencia y de la química adquiere implicaciones de tipo moral y ético, porque permite que a través de un proceso de formación ciudadana la sociedad comprenda la actividad científica y pueda ser parte activa de esta actividad, reflexionado y analizando las decisiones de la ciencia y la tecnología.

Por tanto, es oportuno y necesario que se elabore una investigación que dé cuenta del desarrollo y evolución de esta línea de investigación comparando el desarrollo de estas temáticas en el contexto Anglosajón y Europeo en relación con el contexto Latinoamericano, en los cuales aún es un campo que debido a su reciente creación tiene muchos aspectos y factores que investigar. Así, lo primero que se debe hacer es conocer las tendencias y perspectivas que se han estudiado en relación con la comprensión pública de la ciencia y de la química, sus fortalezas y limitaciones, para aportar desde la línea didáctica de los contenidos curriculares en química referentes conceptuales y metodológicos en la formación de docentes de química para que se considere que es necesario el conocimiento de esta línea desde el desarrollo y trabajo conjunto con el enfoque Ciencia/Tecnología/Sociedad y Ambiente (CTSA), para que se incorpore en el conocimiento didáctico del contenidos curricular de los profesores de química aspectos relacionados con la comprensión pública de esta ciencia frente a su impacto socio-ambiental.

De acuerdo con lo anterior, se genera la siguiente pregunta problema: ¿Cuáles han sido las tendencias y perspectivas objeto de estudio de la línea de investigación *Public Understanding of Science*, en relación con la comprensión pública de la Química frente a su impacto socio-ambiental?

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar las tendencias y perspectivas de la línea de investigación, en relación con la comprensión pública de la ciencia y de la química frente a su impacto socio-ambiental, a través de un análisis de contenido.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar una trama evolutiva de la línea de investigación *Public Understanding of Science*.
- Caracterizar la línea en relación con la comprensión pública de la Química frente a su impacto social y ambiental.
- Proponer recomendaciones para el abordaje e inclusión de esta línea en la formación del profesorado de química.

5. METODOLOGÍA

El trabajo se desarrolló en el grupo de investigación Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias, Alternaciencias, del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional -UPN, en la línea de investigación “Didáctica de los Contenidos Curriculares en Química”, que parte del principio que el objeto del desempeño profesional docente es la enseñanza y en torno a ella, el diseño y la práctica curricular en las aulas de clase, en el marco de una disciplina emergente como es la didáctica de las ciencias (UPN, Departamento de Química [DQU], 2014), generando estudios para diseñar tramas conceptuales y evolutivas y desde allí diseños curriculares.

5.1 CARÁCTER DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación fue cualitativa y tuvo como meta la descripción, comprensión e interpretación de los fenómenos a través de las percepciones y significados producidos por las experiencias de los participantes (Hernández, Fernández y Baptista, 2010), el papel del investigador después de interpretar los fenómenos es construir un conocimiento como síntesis de su perspectiva, lo que implica la utilización y recogida de gran variedad de materiales, entrevistas, experiencia personal, historias de vida, observaciones, textos históricos, imágenes, sonidos, que describen la rutina y las situaciones problemáticas y los significados en la vida de las personas (Rodríguez, Gil y García, 1996, p. 10).

La investigación cualitativa necesita análisis, inmersión y revisión profunda de los objetos de estudio, revisando el lenguaje escrito, visual, verbal y no verbal de las diversas situaciones en las que están presentes estos objetos, para que la recolección de datos permita determinar las perspectivas y tendencias de la investigación y reconstruir lo que se encuentra, generando nuevas propuestas de análisis. Es así como la línea de investigación *Public Understanding of Science (PUC)* ha sido la temática de esta investigación, para conocer los campos y tendencias de investigación de la misma y en especial de la Comprensión pública de la química, CPQ, frente a su impacto socio-ambiental.

Por lo tanto, la metodología de esta investigación se caracterizó por realizar un análisis de tipo exploratorio y descriptivo; exploratorio porque la PUC es una línea poco estudiada que lleva menos de tres décadas de investigación, por lo que es un campo relativamente desconocido, siendo necesario precisar aspectos como origen, evolución, tendencias, campos de estudio y perspectivas especialmente para la formación de profesores de ciencias y de química. Descriptivo porque se especificaron propiedades, características y categorías de esta línea (Hernández, Fernández y Baptista, 2010) para establecer una descripción del campo de investigación de la comprensión pública de la ciencia y de la química, y determinar la potencialidad de generar investigaciones al respecto. Esta investigación también ha sido holística, porque se considera el “todo” sin reducirlo al estudio de sus partes, es decir, los documentos se estudiaron desde un enfoque global sin fragmentarlos.

Al realizar la investigación, la selección del objeto a investigar muestra, la recolección y el análisis, fueron etapas realizadas de manera simultánea, que con el desarrollo del proceso se fueron modificando (Hernández, Fernández y Baptista, 2010), por lo tanto, se trabajó con una metodología inductiva, es decir, los resultados se fueron construyendo y creando a partir de la información obtenida. De esta manera se analizó y estudió el desarrollo y evolución de la línea *Public Understanding of Science*, y de acuerdo con los análisis de los datos se establecieron categorías de análisis de las tendencias de investigación en la comprensión pública de la ciencia, la tecnología y la química.

Para determinar las categorías y cumplir los objetivos del presente trabajo, se implementó la técnica de análisis del contenido.

5.2 TÉCNICA DE ANÁLISIS: ANÁLISIS DEL CONTENIDO

La técnica de análisis de la información fue a través del análisis de contenido, desde lo propuesto por Bardin (1986), enfatizándolo como un estudio metódico, sistemático y ordenado que permitió conocer, interpretar y realizar un análisis reflexivo y cualitativo de la información suministrada por los documentos, así como elaborar y generar propuestas y fuentes de investigación en la temática de la comprensión pública de la química.

El análisis de contenido es “un conjunto de técnicas de análisis de comunicaciones...[que se basan en] la identificación y explicación de las representaciones cognoscitivas que otorgan el sentido a todo relato comunicativo...[a través] de un procedimiento sistemático y objetivo de descripción del contenido de los mensajes...[con el propósito de realizar una] inferencia de conocimientos relativos a las condiciones de producción (o eventualmente de recepción), con ayuda de indicadores (cuantitativos o no)” (Bardin, 1986, pp. 5, 23, 25), en el que se centra en el análisis reflexivo de los documentos, por lo que asumimos una postura más etnográfica, ya que no se dirige tanto a la descripción sino a la comprensión de los significados latentes y a la verificación de relaciones teóricas (Cea D’Acona, 2001).

Para realizar este análisis de contenido, fue necesario precisar que al ser la muestra de tipo diversa o de máxima variación (Hernández, Fernández y Baptista, 2010), no se seleccionó previamente la población de documentos a analizar, es decir, no se delimitó a priori con qué tipo de documentos se trabajaría (revistas, libros, tesis, periódicos, monografías, etc.), porque esto podría sesgar el análisis que se deseaba realizar sobre un tema que hasta el momento es poco estudiado.

En este caso el análisis consistió en la revisión de lo que se había escrito y publicado sobre la comprensión pública de la ciencia y la tecnología y de la química, en documentos como libros, tesis, monografías, publicaciones periódicas académicas entre las que se encuentran Journals, Handbooks, revistas científicas nacionales e internacionales y publicaciones de referencia (índices y bases de datos), con el objetivo de conocer los medios en los cuales más se ha publicado al respecto.

Finalmente se seleccionaron las revistas como las unidades de análisis, revisando desde el año 2010 hasta el 2015, primero porque la línea de investigación *Public Understanding of Science (PUS)* posee una revista propia donde la totalidad de los artículos estudian este tema y en segundo lugar, porque fue necesario conocer lo que se ha dicho sobre el tema en contextos y países diferentes donde las revistas son el medio más idóneo en el cual la comunidad científica divulga sus trabajos. Revistas en las que se revisó: las temáticas que se han abordado en el campo de la comprensión pública de la ciencia, la tecnología y la química, en qué estado se encuentran y cuáles son las tendencias que las determinan (Roldán, 2011).

En este análisis del contenido se realizó la descripción bibliográfica, resumen y características de los documentos efectuando un proceso de condensación e indización, donde los elementos esenciales son representados mediante palabras claves o códigos (Pinto, 1989). Por lo tanto, el análisis del contenido permitió la creación de **unidades de codificación o de registro**, que pueden ser la palabra, la frase, el párrafo o el resumen de los mismos documentos, para establecer las **categorías de análisis** de los documentos y de esta manera poder identificar, inferir e interpretar las tendencias de la línea de investigación.

De acuerdo con lo anterior, las fases de la investigación fueron las siguientes:

5.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología consta de tres fases, conducentes a cumplir con los objetivos específicos de la investigación.

5.3.1 Fase I: Selección

En esta fase se hizo una revisión preliminar de los documentos que sirvieron como objeto de estudio, por lo tanto se procedió a revisar en diferentes bases de datos los artículos de investigación publicados al respecto de la CPCyT en los últimos cinco años, identificando y registrando las revistas que presentaban esta temática en el contexto anglosajón, europeo y latinoamericano. La información es codificada e interpretada con mayor especificidad en las siguientes fases.

Según lo anterior, el primer paso consistió en buscar palabras o frases que servían como unidades de búsqueda en las bases de datos. La determinación de estas unidades se realizó con tesauros como el *Eurovoc* “tesauro multilingüe de la Unión Europea”, el *Cindoc* ahora *IEDCYT* “*Instituto de estudios documentales sobre Ciencia y Tecnología*” y el de la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - UNESCO, utilizando como términos de búsqueda las siguientes oraciones en español, inglés y portugués: “comprensión pública de la química” y “comprensión pública de la ciencia”.

De esta manera se realizó una búsqueda exhaustiva de documentos en el título, resumen y/o texto, algunas de las tres anteriores unidades de búsqueda en las siguientes bases de datos:

- *Ebsco Host*, que ofrece documentos en texto completo, índices y publicaciones periódicas de diferentes áreas del conocimiento.
- *Dialnet* que suministra contenidos electrónicos de literatura científica hispanoamericana, pero fueron pocos los documentos que se obtuvieron libremente en texto completo.
- *e-libro* con textos completos de artículos, investigaciones científicas y tesis de todas las disciplinas académicas.
- *Google Académico* en el que se encuentran trabajos de producción científica en diferentes formatos como artículos, libros, trabajos de grado, tesis, entre otros, la mayoría de documentos son de acceso libre.
- *Redalyc* que es un sistema de información científica con revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, y proporciona documentos en texto completo.
- *SciELO* que brinda acceso a revistas en todas las áreas del conocimiento a través de diferentes métodos de búsqueda para la consecución de artículos científicos, la mayoría de acceso libre.
- *Directory of Open Access Journals (DOAJ)* que provee acceso a revistas en todas las áreas del conocimiento pertenecientes a 122 países.
- *HighWare Stanford University (HighWire)* que es un repositorio de contenidos revisados por pares, con cerca de 1700 revistas, libros, trabajos referenciales y demás publicaciones académicas, en áreas de ciencias naturales, ciencias sociales y ciencias médicas.
- *Cornell University Library (arXiv.org)* de acceso libre con acceso a cerca de 800.000 registros a texto completo en física, matemáticas, ingeniería de sistemas, biología cuantitativa, finanzas.
- *Biblioteca Digital de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)* servicio de información y documentación especializada en educación, ciencia, tecnología, sociedad e innovación, y cultura en Iberoamérica.
- *Open Knowledge Repository (OKR)* que es un repositorio de acceso libre del Banco Mundial que contiene sus informes de investigación y demás productos de conocimiento.

- *Red Latinoamericana de Información y Documentación en Educación (Reduc)* que contiene documentos que dan cuenta de informes de investigación, experiencias, encuentros e informes con un enfoque educacional en América Latina.
- *United Nations Official Document System (ODS)* la cual contiene publicaciones oficiales de las Naciones Unidas desde 1993.
- *JSTOR* que es un sistema de archivo en línea de publicaciones académicas.
- *ScienceDirect* es un sitio web con acceso a cerca de 2.200 revistas académicas de Ciencias Físicas, Ingeniería, Ciencias de la Vida, Ciencias de la Salud, y Ciencias Sociales y Humanidades y más de 25.000 e-books, la mayoría de artículos el acceso al texto requiere una suscripción.
- *SpringerLink* que proporciona a los investigadores acceso a millones de documentos científicos de revistas, libros, series, protocolos y obras de referencia.
- *Teseo*, base de datos de tesis doctorales del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, del gobierno de España.
- *Trabajos Doctorales en la Red (TDR)* que permite el acceso a texto completo de tesis doctorales de universidades españolas, en todas las áreas del conocimiento.
- *Archivo pedagógico de Colombia*, que ofrece información sobre las investigaciones que se han realizado a nivel de pregrado, especializaciones, maestría y doctorado.

De la revisión de estas bases de datos se obtuvo el nombre y número de documentos entre artículos de investigación, libros, tesis y artículos de prensa, que han divulgado investigaciones al respecto de la comprensión pública de la ciencia, la tecnología y la química, encontrando un total de 281 artículos de investigación, 26 libros, 13 capítulos de libros y 3 tesis. Debido a la alta densidad de artículos de investigación en comparación con los libros, capítulos de libros y tesis, se escogieron las revistas como objeto de análisis; igualmente el otro criterio para seleccionar las revistas, fue el hecho de que estas son el principal medio de comunicación científica, sirviendo actualmente como el instrumento más usado por la comunidad científica para dar a conocer sus trabajos, actuando como un registro oficial y público de la ciencia y la tecnología. Convirtiéndose de esta forma en el principal y más actualizado vehículo para difundir la información científica, por lo que las hace la principal fuente de consumo y apropiación de información por parte de los investigadores, académicos y de algunos ciudadanos (Felquer, 2015).

Por lo anterior, se seleccionaron las revistas para realizar el análisis de contenido, cubriendo la totalidad de las que fueron encontradas y que publicaron al menos un artículo sobre la temática a estudiar. En términos generales, se trató de cubrir las publicaciones que han investigado el campo de la Comprensión Pública de la Ciencia en el contexto

anglosajón y europeo en relación con el contexto latinoamericano, por lo que se incluyen revistas en español, en portugués e inglés.

Otro criterio de análisis de las revistas fue el número de publicaciones al año y la inclusión de estas publicaciones en sistemas de indexación nacional o internacional que estuvieran directamente vinculadas a la categorización de las revistas. Se consultó al respecto el factor de impacto de cada una de las revistas, el cual es un instrumento para comparar revistas científicas y evaluar la importancia relativa de cada una dentro de un mismo campo científico según las citas recibidas por los artículos que publica. El factor de impacto de una revista es la media del número de veces que se cita un artículo publicado en ella y se determina considerando los artículos publicados en los 2 o 5 años anteriores y se calcula dividiendo el total de citas recibidas por dichos artículos, por el total de artículos publicados.

Para consultar el factor o índice de impacto de una revista la herramienta fundamental es el *Journal Citation Reports* (JCR) que es una base de datos del Institute of Scientific Information (ISI), que calcula y publica los factores de impacto en esta base de datos (JCR), la cual cubre más de 7.500 revistas de casi todas las áreas de conocimiento. En general, se considera que las revistas incluidas en la base de datos del ISI están entre las mejores del mundo de sus respectivas especialidades. El ISI divide las revistas que indexa en grupos diversos que corresponden a áreas de investigación diferentes. Cada año ISI publica una relación de factores de impacto de las revistas que existen en su base de datos (Campanario, 2006).

Otro factor alternativo al JCR es el SCImago Journal y Country Rank (SJR) que es un portal que incluye las revistas y los indicadores científicos a partir de la información contenida en la base de datos Scopus, que también es una base de datos que además de proveer información bibliográfica y entregar resúmenes de artículos, entrega índices para medir la calidad de las revistas científicas. El SCImago Journal y Country Rank entrega el indicador SJR, el cual se puede utilizar para evaluar y analizar las áreas científicas. A diferencia del factor de impacto, el indicador SJR, entregado por SCImago Journal y Country Rank, establece que la calidad y reputación de la revista científica tienen un impacto directo sobre el valor de la citación. Esto significa que la cita de una fuente con SJR alto tiene más valor que la cita de una fuente con un SJR menor (Universidad de Chile, 2014).

También se encuentra el LATINDEX que es un sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Este índice es producto de la cooperación de una red de instituciones bibliográfica sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en el mundo latinoamericano. Los usuarios de intercambian y generan información científica entre los investigadores e investigadoras, docentes, estudiantes administradores y planificadores de la actividad científica y especialista de la información. Esta base de datos verifica que las revistas de investigación cumplan con unos criterios, de manera que las revistas con el mayor número de criterios donde el máximo es 36, son aquellas que tienen mayor relevancia, y esto significa que son las revistas mejor valoradas y de mayor prestigio de la comunidad científica (Molero, 2009).

Para las revistas españolas existe el índice bibliométrico en lengua española el IN-RECS (índice de impacto de revistas españolas de Ciencias Sociales) que ofrece información estadística a partir de recuento de las citas bibliográficas con el fin de determinar la relevancia, influencia e impacto científico de las revistas españolas de ciencias sociales, de autores y las autoras que publican en las mismas y de las instituciones a las que adscriben. Así, permite conocer de manera individualizadas las citas bibliográficas que reciben los trabajos publicados en revistas científicas españolas con lo que es posible conocer el impacto real que han tenido en la comunidad científica a la que se dirigen.

Para las publicaciones brasileñas a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior (CAPES), clasifica las revistas a través del sistema Qualis (Brazilian Evaluation Standards), donde el Cuartil es un indicador o medida de la posición de una revista en relación con todas las de su área. Se divide en 4 partes iguales un listado de revistas ordenadas de mayor a menor factor de impacto, cada una de estas partes será un cuartil. Las revistas con el factor de impacto más alto se encuentran en el primer cuartil, las revistas con el factor de impacto más bajo se encuentran el cuarto cuartil y en la parte central se encuentran el segundo y el tercer cuartil.

Y finalmente otro indicador alternativo al factor de impacto ISI.JCR y es el GoogleScholar que proporciona indicadores de impacto como título de las revistas, total de artículos, total de citas recibidas, promedio de citas recibidas por artículo, índice h, índice, entre otros), a través del software *Publish or Perish (PoP)*.

Como el acceso al conocimiento de estos índices requiere de la compra de la licencia por parte de las universidades y la UPN aún no ha comprado dicha licencia, lo que se realizó fue buscar el índice de impacto (JCR) en cada revista o en diversas fuentes que lo proporcionan, el indicador (SJR) a través de la página (<http://www.scimagojr.com/>) que es de libre acceso, en LATINDEX a través de su página (<http://www.latindex.unam.mx>), en IN-RECS con la dirección web (<http://ec3.ugr.es/in-recs/>) y en GoogleScholar a través de la instalación del software de la página (http://www.harzing.com/pop_win.htm), pero tiene acceso limitado. En aquellos casos en los que no se encontró el dato exacto del índice de impacto se anotó en que sistema de indexación se encuentra registrada la revista.

Esta revisión preliminar permitió identificar 134 revistas que en sus publicaciones han desarrollado el tema de la comprensión pública de la ciencia, la tecnología y la química con un total de 281 artículos. En el anexo 1 se presenta la caracterización realizada a las revistas y sus artículos correspondientes, en relación con: ISSN, factor de impacto y/o registro en un sistema de indexación, número de publicaciones anuales, ubicación geográfica, contexto geográfico, número de artículos publicados por revista, nombre de los artículos publicados, idioma de las publicaciones, año de publicación de los documentos, volumen y número de los documentos.

A partir de esta caracterización, de las 134 revistas se eligieron solo 69 que han publicado artículos en relación con la CPCyT en cualquier contexto desde el año 2010 hasta el 2015,

obteniendo de esta forma un total de 128 artículos, de los cuales 51 corresponden a 6 revistas que presentan mayor número de publicaciones al respecto (Anexo 2).

Luego de la selección de los 128 artículos, se revisó a cada uno el título, resumen y palabras clave, para elegir solo aquellos artículos que tuvieran relación directa con la Comprensión Pública de la Ciencia y de los cuales se pudiera obtener información relevante de este campo y por lo tanto realizar solo a estos documentos el análisis de contenido en la Fase II. Con esta lectura, de los 128 artículos originales, fueron descartados treinta y uno (31) artículos, por lo que en la Fase I se seleccionaron solo 97 artículos publicados en 63 revistas, entre el 2010-2015 (Tabla 7¹).

Por lo tanto, el análisis de contenido que se realizó en las siguientes etapas consistió en revisar en detalle cada uno de los 97 artículos para analizar la evolución general de la línea y realizar la triangulación de la información entre la Revista *Public Understanding of Science* y las demás revistas.

A manera de síntesis en la Fase I, está representada en la figura 1:

¹ En esta tabla se han señalado con un asterisco (*) las seis revistas con mayor número de publicaciones entre el 2010-2015. Esta es la tabla principal a partir de la cual se realizaron las Fases II y III.

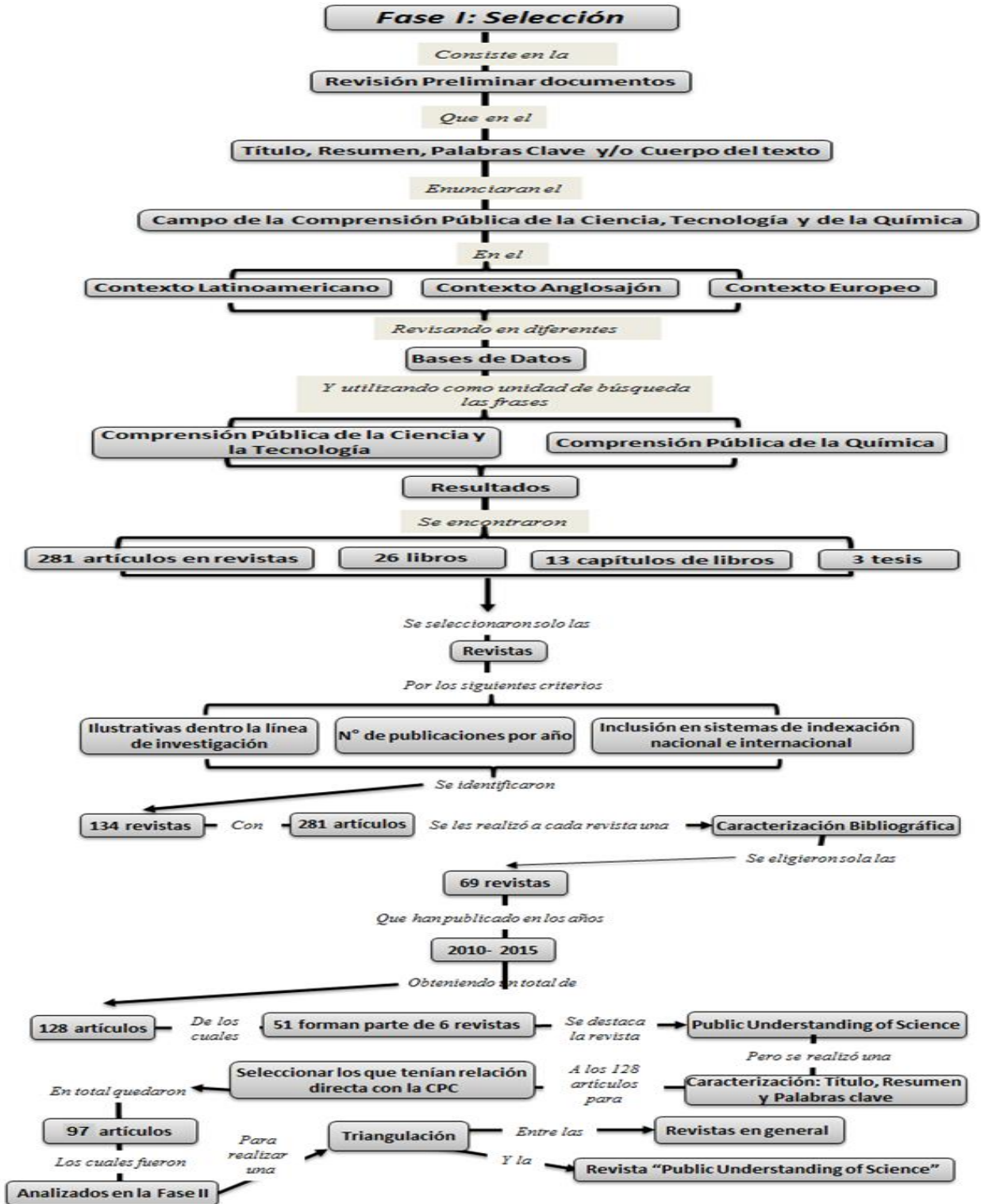


Figura 1. Síntesis de la fase I.

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 6, fila 19, se ubica la revista *Public Understanding of Science* que se resaltó en gris, por ser la principal unidad de análisis de esta investigación, debido a su origen y objetivos que están enfocados principal y exclusivamente en la divulgación de investigaciones de los distintos aspectos de las interrelaciones entre la ciencia y el público, objeto de análisis de este trabajo de investigación. Por lo tanto, los artículos publicados desde el 2010 hasta el 2015, deben ser revisados y seleccionados con más detalle.

Con estos datos de las revistas, en la fase II se seleccionaron y analizaron los artículos a codificar.

5.3.2 Fase II: Codificación y caracterización

5.3.2.1 Etapa de codificación

En esta fase, una vez seleccionados los artículos se comenzó el proceso de codificación de los mismos. “La codificación es el proceso por el que los datos brutos son transformados sistemáticamente y agregados en unidades que permiten una descripción precisa de las características pertinentes del contenido” (Bardin, 1986, p. 78).

- *El primer paso* en este proceso es la selección de las **unidades de análisis**. Las cuales constituyen segmentos del contenido de los mensajes que son caracterizados para ubicarlos dentro de las categorías. Se distinguen tres tipos: unidad de muestreo, unidad de registro y unidad de contexto (Krippendorff, 1990).
- Unidades de muestreo: son aquellas porciones del universo observado que serán analizadas. En este trabajo las unidades de muestreo son las 63 revistas y los 97 artículos.
- Unidad de registro: puede considerarse como la parte de la unidad de muestreo que es posible analizar de forma aislada. Hostil (1969) define una unidad de registro “como el segmento específico de contenido que se caracteriza al situarlo en una categoría dada” p.116.

Para Bardin (1986, p.79), la unidad de registro, “es la unidad de significación que se ha de codificar. Corresponde al segmento de contenido que será necesario considerar como unidad de base con miras a la categorización y al recuento frecuencial”. Se proponen la palabra, el tema, el objeto o referente, el personaje, el acontecimiento y el documento.

Para este trabajo se eligió como unidad de registro, **el tema**, que según Berelson, citado por Bardin (1986, p.79) es “una afirmación sobre un sujeto. Es decir, una frase, habitualmente un resumen o una frase condensada, tras la que puede resultar afectado un vasto conjunto de formulaciones singulares”.

El tema también es según M.C d' Unrug citado por Bardin (1986), una unidad de significación compuesta, de longitud variable: su realidad no es de orden lingüístico, sino de orden psicológico: una afirmación, y también una alusión, pueden constituir un tema; a la inversa, un tema puede ser desarrollado en varias afirmaciones (o proposiciones).

- Unidad de contexto: es la porción de la unidad de muestreo que tiene que ser examinada para caracterizar una unidad de registro. Así, si se trata de una comunicación escrita, es el pasaje donde se encuentra la unidad de registro. La unidad de contexto suele ser una porción de la comunicación más extensa que la unidad de registro, pero no siempre es así, a veces, la unidad de contexto y la de registro pueden coincidir. Lo que no ocurre nunca es que la unidad de contexto sea una porción de material más corta que la unidad de registro (Krippendorff, 1990). Bardin (1986) lo define como la "unidad de comprensión para codificar la unidad de registro. Corresponde al segmento del mensaje cuyo tamaño (superior a la unidad de registro) es óptimo para captar la significación exacta de la unidad de registro. Para el presente trabajo, la unidad de contexto, es el **párrafo**.

Para la definición de las *unidades de registro o codificación y unidades de contexto*, se realizó la lectura de cada uno de los artículos y se separó los fragmentos de su contenido que eran identificados como las unidades de registro (tema) centrales e importantes del artículo y las unidades de contexto (párrafo) que complementaban a la unidad de registro, con el objetivo de que su organización permitiera en la siguiente etapa de categorización, crear o determinar las categorías de análisis.

- *El segundo paso* realizado en la etapa de codificación fue la **determinación del sistema de codificación**.

En esta determinación lo que se pretende es la representación de la descomposición del texto en índices numéricos o alfabéticos. Por lo tanto lo primero que se determinó fue el código de identificación de los artículos a analizar, el código elegido fue alfanumérico y consiste en las siguientes partes:

No. Revista: Número asignado para la revista en la tabla 3.

Año: Año de publicación del artículo.

Contexto: Origen de publicación de la revista, Europeo E, Europeo- Asiático E-As, Latinoamericano L, Anglosajón A, Asiático As, Africano Af, Oceánico O.

Volumen: De publicación del artículo.

Número: De publicación del artículo.

No. Artículo: Número del artículo de la misma revista en número romanos.

No. Página: Número de la página donde se seleccionó el fragmento en números ordinales.

Código Categoría: Primeras dos letras del nombre de la categoría.

No. Fragmento: Número asignado al fragmento tomado.

Ejemplo: Un fragmento tomado de un artículo de la revista “Public Understanding of Science”.

En tabla 6, la revista es la número (17), es del Reino Unido por eso su contexto geográfico es Europeo (E), el volumen del artículo es el (27), número (3), el fragmento tomado se encuentra ubicado en la página (2), el cual pertenece a la categoría comunicativa (CO) y de acuerdo a la cantidad de fragmentos tomados en este artículo este es el número ([01]).

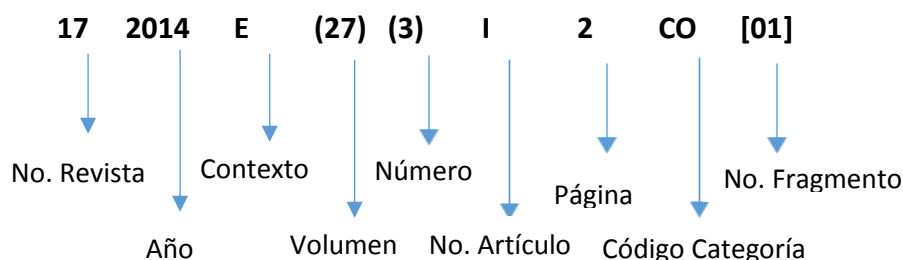


Figura 2. Ejemplo de código alfanumérico.

Fuente: Elaboración Propia.

Luego, se empezó a registrar por artículo, en una base datos de Excel las unidades de registro y de contexto de cada artículo (anexo 3) para identificar las reglas de enumeración que según Bardin (1986) son la presencia o ausencia, la frecuencia, la frecuencia ponderada, la intensidad, la dirección, el orden y la contingencia. La presencia o la ausencia, permite medir si en los documentos analizados, se encuentran o no, los elementos objeto de investigación; la frecuencia, es la medida de la aparición de las unidades de registro, lo que es un indicativo del valor de las mismas; la frecuencia ponderada, expresa cuál o cuáles unidades de registro tienen más importancia que las otras; la intensidad, determina el grado y la afectación en que una unidad de registro es expresada; la dirección, determina el carácter de una unidad de registro, si es favorable, desfavorable o neutra; el orden indica el lugar ocupado por unas unidades de registro frente a otras; y finalmente, la contingencia, mide la presencia en el mismo momento, de dos o más unidades de registro en una unidad de contexto.

En este trabajo no se seleccionó la regla de la *presencia o ausencia*, porque al desarrollar una metodología inductiva, no se está definido con anticipación que unidades de registro deberían aparecer y cuáles no; no se eligió la *frecuencia ponderada*, porque todas las unidades de registro son igual de importantes para la investigación, ya que lo que se desea es conocer la tendencia de la línea; la *intensidad*, en este trabajo no aplicaba porque esta regla es más utilizada en investigaciones que analizan los valores, ideologías y las actitudes; la regla de la *dirección*, no se seleccionó porque el objetivo de esta investigación no era clasificar las unidades de registro en favorables, desfavorables o neutras, ya que todas las que se encontrarán eran favorables para la investigación; la regla del *orden*, no se consideró porque el lugar de aparición de la unidades no era relevante, lo importante era

conocer la unidad; y finalmente la *contingencia*, no se seleccionó porque así aparecieran dos unidades de registro en una misma unidad de contexto, lo importante era identificar su contenido.

Por lo tanto en este trabajo se desarrolló la codificación con la **frecuencia** como regla de enumeración, ya que mide la cantidad de veces que aparece la unidad de registro en cada artículo y así se determinó la importancia de las unidades de registro en la identificación de la tendencia de la línea de investigación (Public Understanding of Science).

Para esta medición de las unidades de registro fue necesario la elección de unos ítems a medida que se leían los artículos, ítems que nos permitieran decir que siempre que los encontremos en una lectura, nos indicarían que esta unidad de registro pertenece a una categoría de análisis específica y no a otra.

5.3.2.2 Etapa de Categorización

La categorización según Bardin (1986, p.90) “es una operación de clasificación de elementos constitutivos de un conjunto por diferenciación, tras la agrupación por género (analogía), a partir de criterios previamente definidos. Las categorías son secciones o clases que reúnen un grupo de elementos (unidades de registro) bajo un título genérico, reunión efectuada en razón de los caracteres comunes de estos elementos”.

Por lo tanto los pasos de esta etapa fueron:

- *El inventario*: en donde se aislaron los elementos (unidades de registro).
- *La clasificación*: se distribuyeron las unidades de registro, y luego se buscó o impuso una cierta organización.

Es necesario recordar que la metodología que se desarrolló en este trabajo es **inductiva**, en donde el total de los artículos son trabajados continuamente hasta el fin y las categorías se van deduciendo tentativamente paso a paso y se van revisando hasta obtener las categorías principales.

Como lo menciona Bardin (1986), cuando el sistema de categorías no está dado, lo que se produce es el resultado de la clasificación analógica y progresiva de las unidades de registro, lo que se conoce como procedimiento por montones, la entrada conceptual de cada categoría no se define hasta el final de la operación. Las categorías y subcategorías de análisis, así como sus indicadores fueron determinados a medida que se realizaba el inventario y la clasificación de las unidades de registro.

Lo realizado en esta fase se representa en la figura 3:

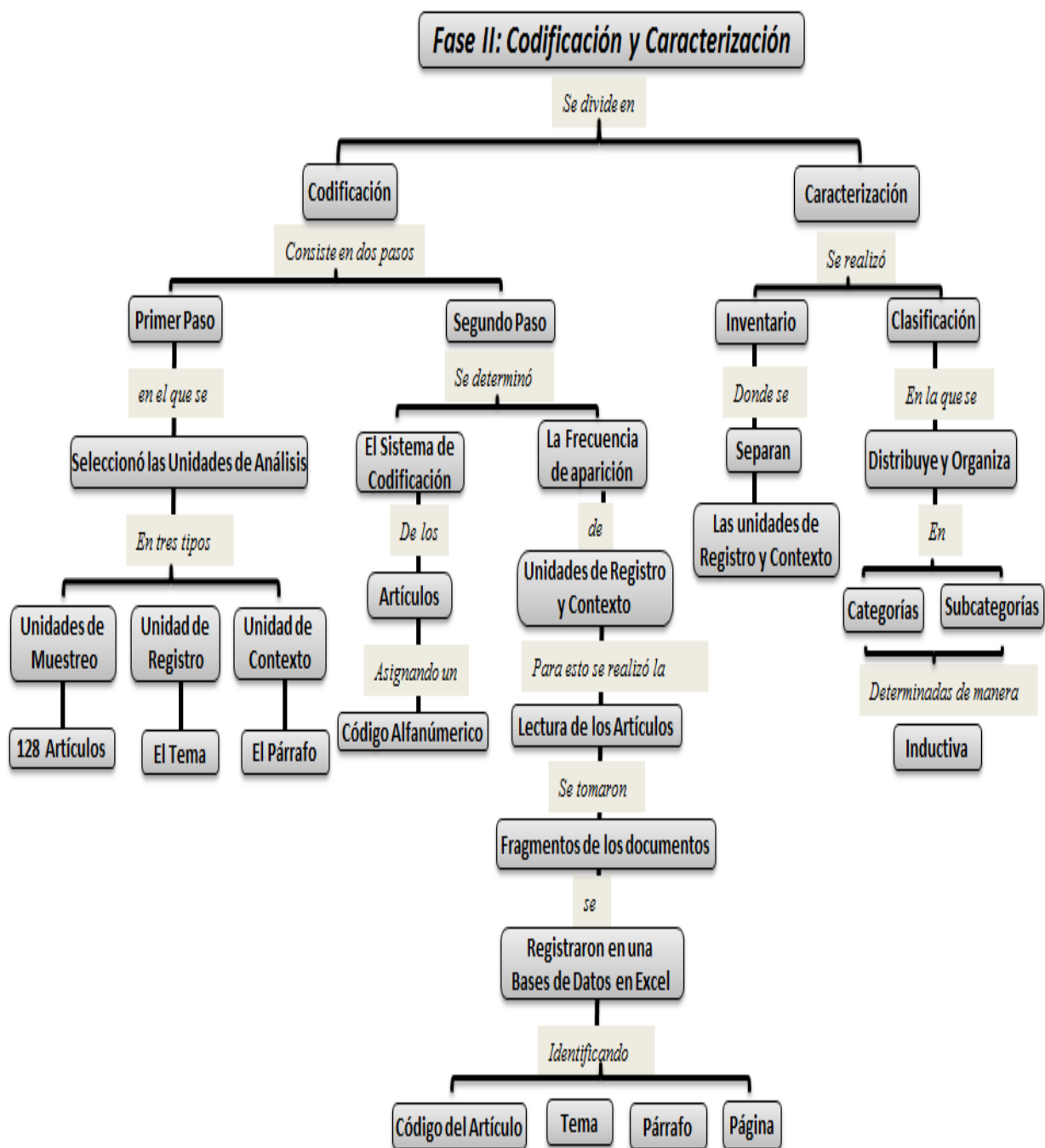


Figura 3. Síntesis de la fase II.

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.3 Fase III: Identificación e Interpretación

En esta fase se realizó la identificación y comparación de las categorías de análisis en relación con el desarrollo de los objetivos y resolución de la problemática del trabajo, en donde se determinaron las tendencias y perspectivas en los que se ha consolidado la mayoría de las investigaciones (Cea D'Acona, 2001), que para el presente trabajo es en relación con la comprensión pública de la ciencia y en específico en la comprensión pública de la química frente a su impacto socio-ambiental.

De otro lado la identificación de categorías de análisis permitió conocer los aspectos en los que es necesario realizar más investigaciones y aquellos que aún no han sido considerados y que pueden convertirse en nuevos aportes a esta línea. Aportes que pueden estar enfocados en generar nuevas propuestas de formación de docentes en las que ellos conozcan, incluyan y desarrollen los diferentes aspectos y tendencias de la línea de comprensión pública de la química frente a su impacto socio-ambiental para que de esta manera se generen cambios en la imágenes y comprensión de la ciencia y de la química que poseen los estudiantes y el público en general.

Lo realizado en esta fase se representa en la figura 4:

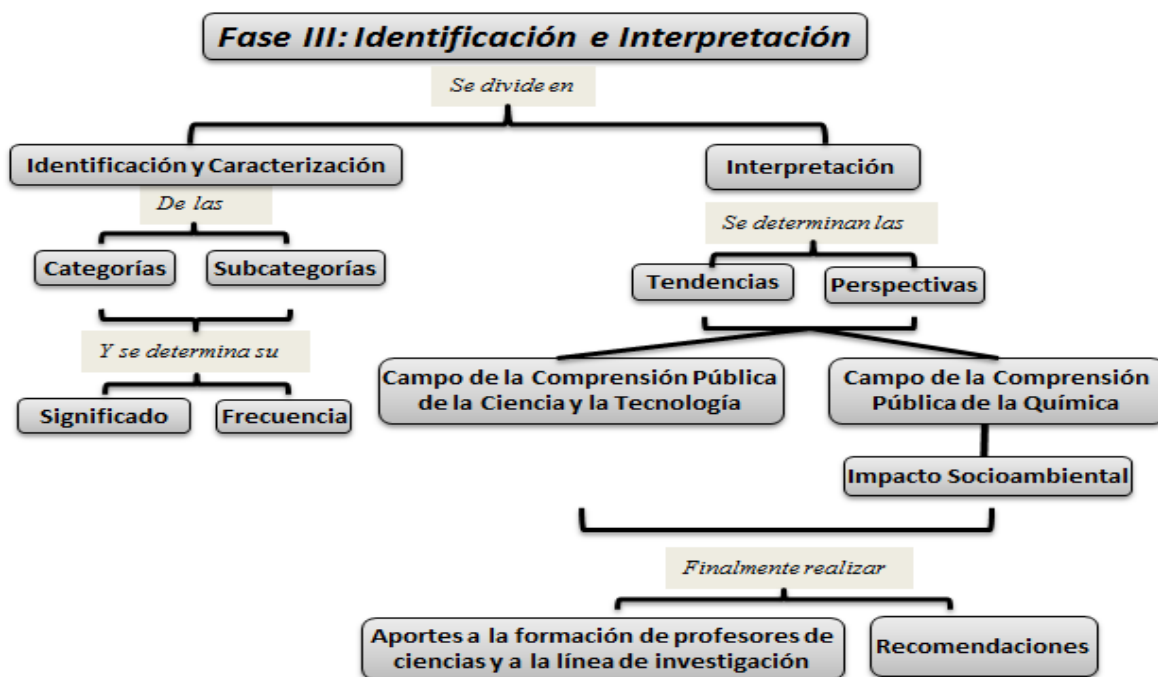


Figura 4. Síntesis de la fase III.

Fuente: Elaboración Propia.

5.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Los instrumentos utilizados para el desarrollo de esta investigación, fueron las matrices construídas y que denominamos matriz de presentación y matriz de análisis de la información.

En la fase I, las matrices que se desarrollaron están en el anexo 1, que presenta la caracterización de las 134 revistas y sus artículos que fueron publicados desde el 1952 hasta el 2015; la del anexo 2, en la que se encuentra la caracterización de los 128 artículos de las 69 revistas, en relación con el título, resumen y palabras clave; la matriz de la tabla 6, en la que se presentan los 97 artículos finales que fueron codificados, en esta tabla se presenta: el número, nombre, ISSN, índice de impacto, número de publicaciones anuales, ubicación geográfica, contexto geográfico y número de artículos publicados por la revista, luego se encuentra el nombre, idioma, páginas, año de publicación, volumen y número de los artículos.

Las siguientes matrices construidas en las fases II y III son las que presentan la codificación de cada artículo. En estas matrices se encuentra el código del artículo, el nombre de los artículos, los ítems de identificación de las unidades de registro y contexto, la subcategoría inductiva, las unidades de registro y contexto y sus respectivas páginas donde se tomaron y finalmente el código asignado a los fragmentos tomados (base de datos en excel, anexo 3).

5.5 CRITERIOS DE RIGOR DE LA METODOLOGÍA

Para brindarle confiabilidad a los procesos desarrollados en la presente investigación se consideraron los criterios de rigor establecidos para las investigaciones de tipo cualitativo como dependencia (confiabilidad cualitativa), credibilidad, transferencia (aplicabilidad de los resultados) y confirmación o confirmabilidad (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Para este trabajo se consideraron específicamente la dependencia y credibilidad:

- **Dependencia (confiabilidad cualitativa):** Este criterio se implementó al realizar la descripción bibliográfica detallada de los documentos seleccionados y codificados, al establecer los motivos de la selección de las revistas y documentos, en la explicación y desarrollo del procedimiento de codificación de los artículos, en la determinación de las categorías de análisis y al realizar cada una de las matrices de análisis de la información. Este criterio se desarrolló hasta obtener saturación de la información, es decir que por la alta densidad de información, ya no se obtuvo nueva información.
- **Credibilidad:** Se desarrolló en la identificación de las diferentes categorías que guardan relación entre sí y con el tema objeto de estudio, al compararlas y analizarlas como un conjunto que permitieron realizar inferencias y conclusiones. De la misma manera al seleccionar documentos de diferentes fuentes y países y no solo centrando el estudio a lo publicado por la revista *Public Understanding of Science*.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 RESULTADOS DE LA FASE I: SELECCIÓN

En esta fase se realizó una revisión preliminar de los artículos publicados en diferentes revistas en relación a la CPCyT, sin establecer un rango de años de publicación obteniendo un total de 281 artículos. A partir de esta revisión se construyó la tabla de caracterización de las revistas y artículos que se presenta en el anexo 1.

En la tabla se registró un total de 134 revistas, las cuales han publicado al menos un (1) artículo en relación con la CPC y T, ocupando el primer lugar en publicaciones la revista *Public Understanding of Science- PUS* con 47 artículos, en segundo lugar se encuentra las revistas *Science, Technology, y Human Values* y la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS* con 13 publicaciones cada una, en tercer lugar la revista *Social Studies of Science* con 11 publicaciones, en cuarto lugar la Revista *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas y el Foro iberoamericano de comunicación y divulgación científica* con 9 publicaciones, en quinto lugar el *International Journal of Science Education* con 6 publicaciones y en sexto lugar las revistas *ArtefaCToS* y *BioScience* con 5 publicaciones (Figura 5).

Se observa que de acuerdo con el contexto geográfico, 5 de estas revistas son europeas, 2 latinoamericanas y 2 anglosajonas, tendencia que se mantiene a nivel general con unas modificaciones y adiciones. A nivel general, el contexto europeo es el que presenta mayor cantidad de revistas que publican en el campo de la CPCyT, con un total de 53 revistas que suman 147 artículos, luego el contexto latinoamericano con 47 revistas y 79 artículos, finalmente el contexto anglosajón con 23 revistas y 43 artículos. Así mismo se observa que esta revisión permitió identificar otros contextos geográficos que en la literatura se mencionan poco e incluso no se mencionan pero que también publican en el campo de la CPC y T; estos son: el contexto asiático con 6 revistas y 7 artículos; el contexto europeo-asiático con 3 revistas y 3 artículos y el contexto africano y oceánico cada uno con una revista y un artículo respectivamente (Figura 6).

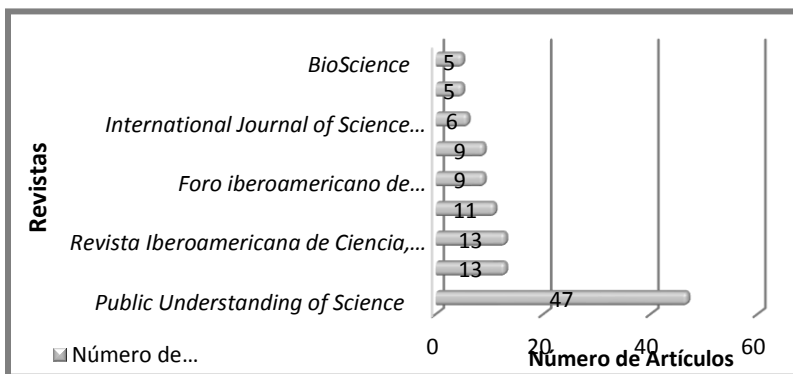


Figura 5. Resultados de las revistas con mayor cantidad de artículos publicados en el campo de la CPC y T desde 1952 al 2009.

Fuente: Elaboración propia.

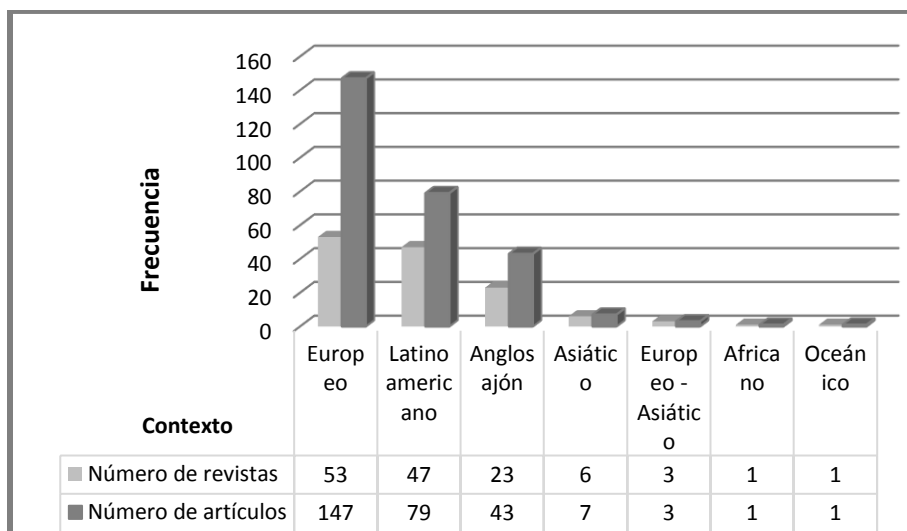


Figura 6. Relación número de revistas y artículos del campo CPCyT, según el contexto geográfico en los años 1952-2009.

Fuente: Elaboración propia.

Estas dos gráficas permiten reafirmar, en parte, lo presentado en el marco conceptual que la línea presenta, es decir, que la mayoría de las investigaciones de la CPC se han realizado en dos contextos, el europeo con el movimiento denominado *Public Understanding of Science* y el contexto anglosajón *Scientific Literacy*, pero según la literatura el contexto latinoamericano es el que menos publica en este campo, pero según los artículos encontrados y los presentados en la figura 6, el contexto latinoamericano ocupa el segundo lugar debido a la gran cantidad de revistas y artículos publicados en este campo.

Igualmente, el análisis nos indica que los países con mayor cantidad de revistas que publican en el campo de la CPCyT, en el contexto europeo, España con 21 revistas, el Reino Unido con 18 revistas y los Países Bajos con 8 revistas; en el contexto latinoamericano, Colombia con 13 revistas, Argentina con 12 revistas, Brasil con 10 revistas y México con 8 revistas; en el contexto anglosajón, Estados Unidos con 22 revistas; en el contexto Asiático, la India con 3 revistas; en el contexto Europeo - Asiático, Turquía con 3 revistas; finalmente se encuentran el contexto africano con Sudáfrica con una revista y el contexto Oceánico en Australia con una revista (Figura 7).

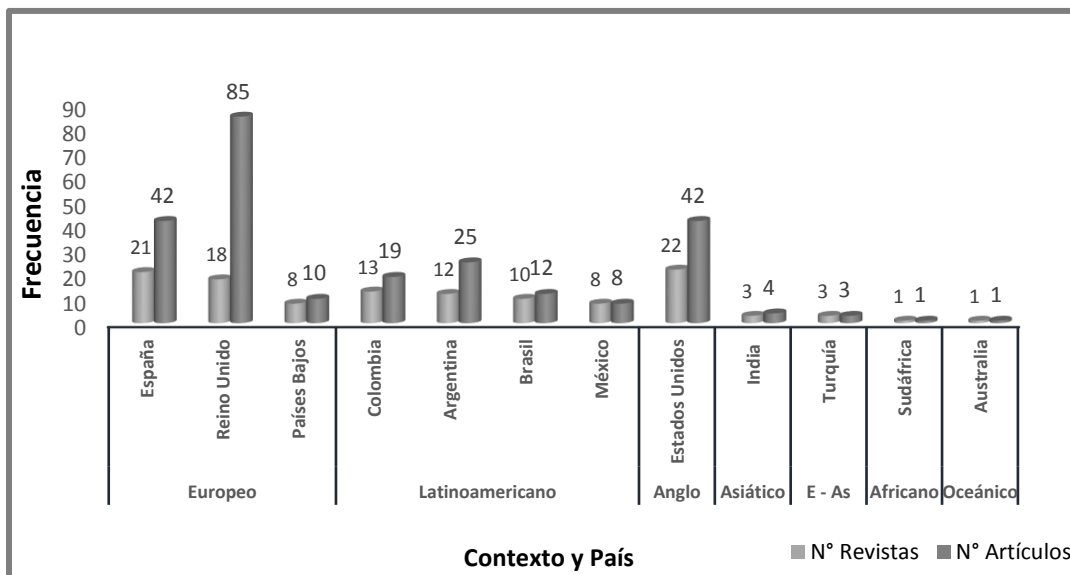


Figura 7. Relación de países con mayor número de revistas y artículos publicados en el campo de la CPC y T.
Fuente: Elaboración propia.

La figura 7, confirma lo que la literatura expresa que en el contexto anglosajón el país que más publica en relación con la CPC y T es Estados Unidos; en el contexto europeo los países son el Reino Unido, Francia, Países Bajos, Japón, Canadá, Alemania y España y en el contexto latinoamericano, los aportes provienen de países como Argentina, Brasil, Colombia y México, donde es necesario mencionar que estos aportes a la CPCyT y en específico los aportes a la CPQ frente a su impacto socio-ambiental han sido realizados principalmente a partir del abordaje de diferentes enfoques como son el enfoque CTSA. También es necesario resaltar el gran impacto que Colombia está generando en este campo debido al número creciente de revistas que están reportando investigaciones al respecto, incluso sobrepasando a países tan representativos como Argentina, Brasil y México, solo es necesario que estas revistas publiquen más investigaciones al respecto de la comprensión pública de la ciencia y la de la química en particular.

Del análisis de la tabla del anexo 1, se determinó el rango de años en los que se ha publicado en relación con la CPCyT. Encontrando artículos publicados desde el año de 1952 hasta el 2015. Desde 1952 al 2009, el año con mayor cantidad de artículos publicados fue el 2009 con 31 artículos, luego el 2008 con 24 artículos, el tercer lugar el año 2007 con 18 artículos, el 2003 con 13 artículos, en quinto lugar los años 2001 y 2006 con 9 artículos, en sexto lugar el 2002 y 2004 con 8 artículos, en séptimo lugar el 2005 con 7 artículos, el octavo lugar el 1999 y 2000 con 6 artículos, en noveno lugar el año 1996 con 3 artículos, en décimo lugar el año 1971 con 2 artículos y finalmente los años 1952, 1968, 1987, 1989, 1991, 1992, 1993, 1995 y 1998 con 1 artículo (figura 8). Lo que permitió decidir un rango de años desde el 2003 hasta el 2014, más de una década, pero como el objetivo era conocer la tendencia actual de la línea PUS, por este motivo se determinó hacer el análisis en la fase II, de los últimos cinco años contando a partir del 2010 hasta lo transcurrido del 2015.

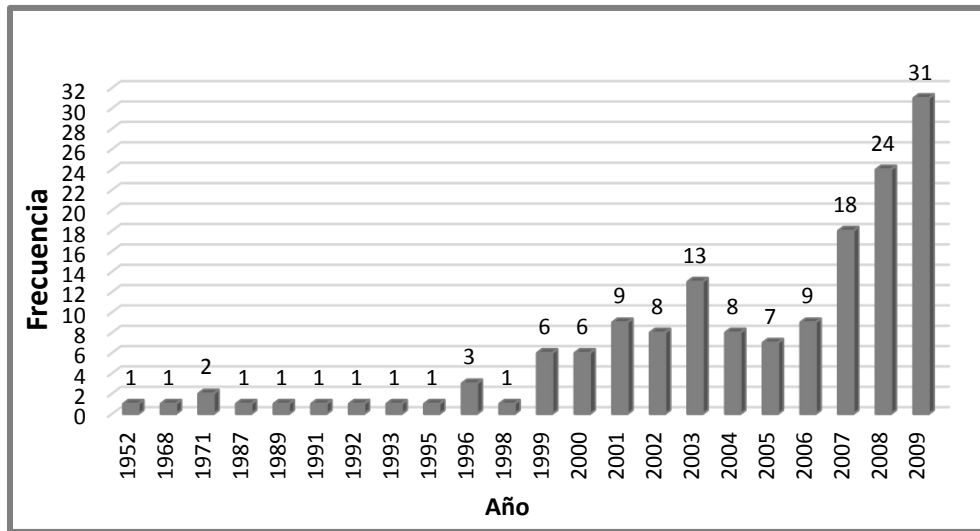


Figura 8. Relación decreciente entre el año y la cantidad de artículos publicados desde el 1952-2009.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, para representar el contenido de los artículos que no serán analizados en las siguientes fases debido a que no pertenecen al rango de años seleccionados, en la tabla 6, se presentan algunos aspectos de estos artículos por décadas desde la década del 50' hasta la década del 2000':

Tabla 6. Aspectos importantes de los artículos del campo de la CPC de la década del 50' a la década del 2000'

Década	Aspectos de las publicaciones
50	Presenta como la enseñanza científica en las universidades de Estados Unidos aunque forma científicos, ingenieros y técnicos, no ha diseñado en su plan de estudios el desarrollo de la comprensión pública de la ciencia. Se propone que los científicos y las personas adquieran una cierta comprensión fundamental de la ciencia y sus métodos, para poder participar en la toma de decisiones.
60	Expresa la responsabilidad de los medios de comunicación de servir de puente de comunicación entre los científicos y la sociedad, para que puedan establecer un diálogo de los impactos de la ciencia y la tecnología.
70	Expone la importancia de la comprensión pública de la ciencia y de sus implicaciones en el campo de la matemática. El segundo artículo relata como en la escuela la mayoría de los libros que son objeto de análisis en las aulas de clase y en específico las clases de ciencias, son censuradas, lo cual no permite que los estudiantes brinden su opinión y tomen decisiones frente a las situaciones presentadas en los mismos.
80	Analiza como la ciencia es reformulada conceptualmente con el objetivo de volverla enseñable; proceso que no ha tenido dificultades debido a la ausencia de un correcto desarrollo de la historia de la ciencia. Por otra parte, se expresa la importancia de la CPC, mencionando nueve beneficios al promoverla: Beneficios para la ciencia, para las economías nacionales, políticas, para los individuos, para el gobierno, la sociedad en su conjunto, intelectuales, estéticos y morales.

- 90 En esta década se encontraron 14 artículos, en los cuales las investigaciones se centraron en: Los centros de ciencia como medios que posibilitan la comunicación de la ciencia al público, importancia de la educación científica para el desarrollo de un país, evolución de la idea de medir la relación entre la ciencia escolar y el conocimiento público de la ciencia, la utilización de la informática para comprender la Química por medio de imágenes, los propuestas de planes de estudios para lograr una alfabetización científica para todos, importancia de la realización de los modelos científicos computarizados, impacto de los estudios culturales en la influencia en el análisis cultural de la ciencia, examen del desarrollo de la ciencia en la sociedad y en su cultura, la responsabilidad de los científicos de explicar al público su actividad, cultura científica y su relación con el conocimiento científico, concepción de la comprensión pública de la ciencia por parte de la comunidad científica.
- 2000 Esta década es la que más artículos presenta (133), distribuidos así: 2000 (6 artículos), 2001 (9), 2002 (8), 2003 (13), 2004 (8), 2005 (7), 2006 (9), 2007 (17), 2008 (24), 2009 (31). Las temáticas de estos artículos en orden decreciente son: relación entre ciencia y el público, imagen o percepción de la ciencia, actitudes hacia la ciencia, la definición, historia y evolución de la comprensión pública de la ciencia, comunicación de la ciencia, educación científica, el enfoque CTSA, la cultura científica, alfabetización científica, relación ciencia y política, divulgación de la ciencia, popularización de la ciencia y finalmente un grupo que tuvo la misma importancia (ciencia ficción, ciencia y religión, internet y la ciencia y la imagen y comprensión de la química).

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso en esta fase de análisis fue la elaboración de la caracterización de los 128 artículos en relación con el título, resumen y palabras clave (anexo 2), para determinar los artículos que no tenían relación directa con el campo de la CPCyT. Caracterización que permitió descartar 31 artículos. Los motivos de su eliminación se pueden clasificar de acuerdo con las temáticas discutidas relacionadas con algún aspecto igual o similar a: la Biología y Genética Sintética (7 artículos), Imagen de la ciencia y tecnología (7), Naturaleza de la Ciencia (5), Democratización del conocimiento (4), Cambio Climático (3), editorial de la revista PUS (3), Actitudes (1) y reseña de un libro (1).

Después de la eliminación de los 31 artículos, se realizó el análisis de la tabla 7, que contiene los 97 artículos publicados desde el 2010 hasta el 2015. Lo primero que se observó de la tabla fueron los años con más publicaciones: en primer lugar el año 2010 con 24 artículos, luego el 2011 y 2013 con 21, en tercer lugar el año 2012 con 15 artículos, en cuarto lugar el año 2014 con 7 artículos, en quinto lugar el 2015 con 5 publicaciones y finalmente los que no tienen fecha (s.f) con 4 artículos (figura 10). Se esperaba que los años desde el 2013 al 2015, ocuparan los primeros lugares, pero los resultados de este periodo comparados con los del periodo 1952-2009 (figura 9) nos indican que el campo de la CPCyT, ha sido más estudiado en décadas anteriores, pero estas estaban centradas en presentar la evolución la línea de la CPCyT, ahora las publicaciones son menores, pero más específicas en el análisis de la línea en su presente y sus perspectivas de futuro.

Tabla 7. Caracterización de los artículos publicados desde el 2010 hasta el 2015

No.	Revista	ISSN	Índice y Factor de Impacto	Número de publicaciones anuales	Ubicación Geográfica	Contexto Geográfico	Número de Artículos por revista	Nombre Artículo	Idioma de la publicación	Páginas	Año de publicación	Volumen
1	Anales de la real sociedad española de Química	1575-3417	Dialnet : Grupo C; Latindex: 33 Google:0,177	4	España	Europeo	1	La responsabilidad social de la ciencia y tecnología	Español	156-159	2012	108
2	ArtefaCToS	1989-3612	Indizada en: Dialnet Google: 0,265	1	España	Europeo	5	1. La cultura científica como fundamento epistemológico de la comunicación pública de la ciencia	Español	187-229	2010	3
								2. Modelos de comprensión pública: la política de la participación pública.	Inglés	13-29	2010	3
								3. Cuestiones actuales sobre comunicación pública de la ciencia. Presentación	Español	3 - 11	2010	3
								4. Asimetrías e interacciones. Un marco epistemológico y conceptual para la investigación de la comunicación pública de la ciencia.	Español	151 - 185	2010	3
								5. Para una comunicación crítica de la ciencia	Español	81-108	2010	3
3	AUSART Journal for Research in Art	2340-8510	Google: 0,322	2	España	Europeo	1	Divulgando la cultura científica en la ciudad: Asociación Cultural "Piratas de la Ciencia"	Español	133-141	2013	1
4	Chemical Society Reviews	1460-4744	JCR:33,3 83 SJR: 12,253		Reino Unido	Europeo	1	Chemical information matters: an e-Research perspective on information and data sharing in the chemical sciences	Inglés	6754-6776	2013	42

5	Chemistry Education Research and Practice	1109-4028	JCR: 2,091 SJR: 0,881	4	Reino Unido	Europeo	1	Discovering factors that influence the decision to pursue a chemistry-related career: A comparative analysis of the experiences of non-scientist adults and chemistry teachers in Greece	Inglés	437-446	2012	13
6	Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	0212-4521	JCR: 0,333	3	España	Europeo	1	Concepciones del Profesorado sobre visitas escolares a museos de ciencias	Español	127-140	2010	28
7	Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología				España	Europeo	1	Apuntes sobre los estudios de percepción social de la ciencia y la tecnología	Español	1-15	s.f	
8	International Journal of Deliberative Mechanisms in Science	201 4-3672			España	Europeo	1	La Comunicación Pública de la Ciencia y Tecnología en el Perú	Español	77-93	2012	1
9	International Journal of Science Education	0950-0693	JCR: 1,23; SJR: 1,656	18	Reino Unido	Europeo	2	1. Identifying the Essential Elements of Effective Science Communication: What do the experts say?	Inglés	23-41	2012	2
								2. The Role of 'Popular' Books in Informal Chemical Education	Inglés	77-99	2013	3
10	Journal of Nanoparticle Research	1388-0764	SJR: 0,627		Países Bajos	Europeo	1	Public understanding of science and the perception of nanotechnology: the roles of interest in science, methodological knowledge, epistemological beliefs, and beliefs about science	Inglés	6231-6244	2011	13
11	Miguel Hernández Communication Journal	1989-8681	Latindex: 32	1	España	Europeo	1	Comunicación de la Ciencia y la Tecnología y cultura científica para la prevención de riesgos. Experiencia cubana	Español	213 - 231	2013	48
12	Nanoethics	1871-4757	JCR: 0,70 SJR: 0,339	3	Países Bajos	Europeo	1	Speak No Evil: Scientists, Responsibility, and the Public Understanding of Science	Inglés	215-220	2010	4

13	Nature chemistry	1755-4349	SJR: 9,257	12	Reino Unido	Europeo	1	Communicating chemistry for public engagement	Inglés	674-677	2011	3
14	Notes and Records of The Royal Society	1743-0178	SJR:0,287		Reino Unido	Europeo	2	1. public understanding of science: the ba, the royal society and copus	Inglés	151-161	2010	64
								2. Science museums and the science museum	Inglés	471-476	2010	
15	Philosophical Transactions of The Royal Society B	1471-2970	SJR:2,544	Quincenal	Reino Unido	Europeo	2	1. Understanding the receivers and the reception of science's uncertain messages	Inglés	4891-4912	2011	369
								2. Science as organized scepticism	Inglés	4685-4689	2011	369
16	Portuguese Journal of Social Science	1476-413X	SJR: 0,115	3	Portugal	Europeo	2	1. Science and the public: The public understanding of science and its measurements	Inglés	71-85	2015	14
								2. Exhibiting science in Portugal: Practices and representations in museums	Inglés	19-32	2010	9
17	Public Understanding of Science	0963-6625	JCR: 1,766	8	Reino Unido	Europeo	14	1. Exploring public discourses about emerging technologies through statistical clustering of open-ended survey questions	Inglés	850-868	2013	22
								2. Similar challenges but different responses: Media coverage of measles vaccination in the UK and China	Inglés	366-375	2014	23
								3. Socio-psychological determinants of public acceptance of technologies: A review	Inglés	782-795	2012	21
								4. Why should we promote public engagement with science?	Inglés	4-15	2014	23

								5. PUS in turbulent times II – A shifting vocabulary that brokers interdisciplinary knowledge	Inglés	2–15	2013	22
								6. Voices from other lands	Inglés	2-5	2015	24
								7. Public communication of science in Mexico: Past, present and future of a profession	Inglés	38 –52	2015	24
								8.The cultural authority of science: Public trust and acceptance of organized science	Inglés	751–770	2011	20
								9. The mobilization of scientists for public engagement	Inglés	3-11	2011	20
								10. The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America	Inglés	4-16	2012	21
								11. Values, objectivity and credibility of scientists in a contentious natural resource debate	Inglés	101–125	2012	21
								12. Science, the public, and social elites: How the general public, scientists, top politicians and managers perceive science	Inglés	733–750	2011	20
								13. Evaluating the effects of ideology on public understanding of climate change science: How to improve communication across ideological divides?	Inglés	743-761	2010	19
								14. What science are you singing? A study of the science image in the mainstream music of Taiwan	Inglés	112 – 125	2015	24
18	Quaderns de Filologia. Estudis lingüístics	1135-461X	Google: 0,481	1	España	Europeo	1	El lenguaje científico, la divulgación de la ciencia y el riesgo de las pseudociencias	Español	51-67	2012	17

19	Redes.com: Revista de estudios para el desarrollo social de la comunicación	1696-2079	Latindex: 21	1	España	Europeo	2	1. Comunicación Pública de la Ciencia como factor de consolidación democrática	Español	25-41	2013	
								2. Comunicação da ciência e cidadania: os critérios da produção jornalística	Portugués	61-81	2013	
20	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	1697-011X	Latindex: 34; e-Dialnet: Grupo C	3	España	Europeo	2	1. Secuencias dialógicas, la dimensión cts y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química	Español	2 - 25	2010	7
								2. Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica	Español	137-148	2011	8
21	Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I	1681-5645	Latindex: 29; e-Dialnet: Grupo C	4	España	Europeo	1	Del periodismo científico al compromiso público de la ciencia	Español	1-3	s.f	
22	Science and Engineering Ethics	1353-3452	JCR: 1,516; SJR: 0566	10	Países Bajos	Europeo	1	Hype and Public Trust in Science	Inglés	321-335	2013	19
23	Science and Public Policy	1471-5430	SJR:0,444	6	Reino Unido	Europeo	1	Dialogue and science: Innovation in policy-making and the discourse of public engagement in the UK	Inglés	113-126	2013	40
24	Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular	1696-473X	Google: 0,23	4	España	Europeo	1	La comprensión pública de la ciencia como campo emergente de investigación	Español	6-8	2012	173
25	Bilge Strateji	1309-212X	Google: 1,112	2	Turquía	Europeo-Asiático	1	Building capacity for public understanding of science: a report on the role of science centers	Inglés	55-67	2013	5
26	Acimed	1530-2880	Latindex: 30	4	Cuba	Latinoamericano	1	Aproximaciones a la evaluación del impacto social de la ciencia, la tecnología y la innovación	Español	161-183	2010	21

27	Chasqui	1390-1079	Latindex: 33	4	Ecuador	Latinoamericano	1	Construyendo una noción de comunicación de la ciencia	Español	74-81	2013	122
28	Ciencia Hoy	0327-1218	Google:0,9	6	Argentina	Latinoamericano	1	A propósito de tecnópolis: la comprensión pública de la ciencia y la tecnología	Español	4-5	2011	21
29	Ciencia, Docencia y Tecnología	0327-5566	Latindex : 31; e-Dialnet: Grupo C	2	Argentina	Latinoamericano	1	El aporte de la Teoría de las Representaciones Sociales a los estudios de Comprensión Pública de la Ciencia	Español	9-44	2010	21
30	Co-herencia	1794-5887	SJR: 0,338	2	Colombia	Latinoamericano	1	Un contexto para la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Colombia: de las herencias eurocéntricas a los modelos para la acción	Español	231-260	2011	8
31	Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación				Argentina	Latinoamericano	1	La percepción de la ciencia y la tecnología y su relación con la educación	Español	3-12	2014	
32	Convergencia Revista de Ciencias Sociales	1405-1435	JCR: 0,04 ;SJR: 0,119	3	México	Latinoamericano	1	Comprensión pública de la ciencia en Chile: adaptación de instrumentos y medición	Español	13-40	2013	
33	Didasc@lia: Didáctica y Educación	2224-2643	e-Dialnet	4	Cuba	Latinoamericano	1	Indagación de la percepción pública de la ciencia y la tecnología para la participación ciudadana y el desarrollo social en la provincia de Córdoba, Argentina	Español	1-20	2013	4
34	Educación Química	0187-893-X	Latindex: 30	4	México	Latinoamericano	1	Ciencia en escena: Tres acercamientos a la Química	Español	262-267	2013	24
35	Educar em Revista	0104-4060	Indizada en: Latindex ; Qualis/Capes - A1	3	Brasil	Latinoamericano	1	Deconstruyendo el modelo deficitario de la apropiación social de la ciencia y la tecnología en Colombia: el caso de la cartilla "Las Maticas de mi Huerta"	Español	93-109	2012	
36				2	Brasil		2	1. Desastres, medios masivos y comunicación pública de la ciencia:	Español	15-34	2013	15

entre la vulnerabilidad y la cohesión social en Colombia y América Latina.

	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	1850-0013	Latindex: 35			Latinoamericano		2. Percepción pública de la ciencia: ¿qué ciencia?; ¿qué público? una aproximación impactante de los enfoques etnográficos en los estudios de la percepción pública de la ciencia	Español	1-16	2010	12
37	Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología	1315-0006	Latindex: 30	4	Venezuela	Latinoamericano	1	El debate en torno a la fundamentación del conocimiento en Habermas, y la discusión acerca del saber experto y la participación pública en el campo CTS	Español	389 - 407	2011	20
38	Fundamentos en Humanidades	1515-4467	Latindex: 33 ; e-Dialnet: Grupo C	2	Argentina	Latinoamericano	1	Cuando saber menos es mejor que saber más: reflexiones en torno a los límites en la producción y diseminación del conocimiento	Español	15-28	2012	26
39	Hombre, Ciencia y Tecnología	1028-0871	Latindex	3	Cuba	Latinoamericano	1	Percepción social sobre la Ciencia y la Tecnología en las provincias del nordeste Argentino.	Español	41-50	2013	17
40	Investigación Educativa	1728-5852	Latindex: 31	2	Perú	Latinoamericano	1	¿Ciencia para todos? algunas reflexiones acerca de la popularización de la ciencia	Español	189-206	2011	15
41	La Trama de la Comunicación	1668-5628	Latindex: 33	1	Argentina	Latinoamericano	1	Encuentro con la comunicación pública de la ciencia en la TV argentina	Español	269-283	2012	16
42	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología				Colombia	Latinoamericano	1	III encuesta nacional de percepción pública de la ciencia y la tecnología, Colombia 2012	Español	1-8	2012	
43	Praxis Pedagógica	0124-1494	Google:0, 218		Colombia	Latinoamericano	1	¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS?	Español	32-39	2010	
44	PSIENCIA Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica	1851-9083	Latindex: 30	2	Argentina	Latinoamericano	1	Comunicar la ciencia. Perspectivas, problemas y propuestas	Español	122-127	2010	2

45	Química Nova	1678-7064	CAPES: 0,737	10	Brasil	Latinoamericano	1	Imagem pública e divulgação da química: desafios e oportunidades	Portugués	1561-1569	2013	36
46	Razón y Palabra	1605-4806	Google: 0,047	4	México	Latinoamericano	1	cultura científica y comunicación de la ciencia	Español		2015	
47	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericana e Interamericana				Argentina	Latinoamericano	1	Hacia una medición de la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos	Español	1-15	s.f	
48	Revista de Estudios Sociales	0123-885X	Latindex: 33	4	Colombia	Latinoamericano	2	1. Elementos de reflexión para el propósito de convertir a la ciencia en un aliado más confiable en la lucha por la justicia social	Español	109-118	2011	
								2. Las percepciones sociales en Europa sobre el rol de la ciencia y la tecnología	Español	67-78	2013	
49	Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS	1668-0030	Latindex: 35	3	Argentina	Latinoamericano	5	1. Del déficit al diálogo, ¿y después? Una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia	Español	159-184	2010	5
								2. La ciencia en estudiantes mexicanos	Español	1-12	s.f	
								3. Lo que sabemos e ignoramos: del conocimiento cotidiano a la comprensión de la tecnociencia	Español	127-139	2012	
								4. La comprensión pública de la nanotecnología en España	Español	177-207	2012	7
								5. Feminización y popularización de ciencia y tecnología en la política científica colombiana e india	Español	77-103	2011	6
50	Revista Luciérnaga	2017-1557	Latindex: 35	2	Colombia	Latinoamericano	2	1. Una nueva oportunidad para la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en iberoamérica	Español	1-5	2011	3

								2. Cultura científica para los ciudadanos y cultura ciudadana para los científicos	Español	71-77	2014	
51	Revista Luna Azul	1909-2474	Latindex: 31	2	Colombia	Latinoamericano	1	Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas	Español	29-59	2010	
52	Sociológica	0187-0173	Latindex: 32	3	México	Latinoamericano	1	El caso Seralini y la confianza en el orden normativo dominante de la ciencia	Español	231-274	2014	29
53	Tecné, Episteme y Didaxis	0121-3814	Latindex: 32 ; Dialnet: Grupo C; Google: 0,587	2	Colombia	Latinoamericano	1	La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje	Español	67-93	2010	
54	TRILOGÍA. Ciencia, Tecnología y Sociedad	2145-4426	Latindex: 32	2	Colombia	Latinoamericano	2	1. Percepción social sobre ciencia y tecnología en la ciudad de Holguín (Cuba)	Español	53 – 68	2014	10
								2. Divulgar ciencia: compromiso social del investigador	Español	67 – 76	2013	
55	Universitas Humanística	0120-4807	Latindex: 32 ; Dialnet: Grupo C	Semanal	Colombia	Latinoamericano	2	1. Usos de la ciencia en la publicidad televisiva colombiana. Un estudio exploratorio sobre las representaciones de la ciencia en televisión	Español	447-475	2013	
								2. Comunicación de la ciencia y la tecnología en museos y centros interactivos de la ciudad de Medellín	Español	227-257	2010	
56	Extrapolation	0014-5483	SJR:0,14 2		Estados Unidos	Anglosajón	1	The indifference Engine: How Science Fiction Contributes to the public understanding of Science, and How it Doesn't	Inglés	170-175	2010	51
57	Integrative Psychological and Behavioral Science	1932-4502	SJR:0,44 9	4	Estados Unidos	Anglosajón	2	1. Mismatches between 'Scientific' and 'Non-Scientific' Ways of Knowing and Their Contributions to Public Understanding of Science	Inglés	201–215	2011	45

								2. Mythical Thinking, Scientific Discourses and Research Dissemination	Inglés	216-222	2011	45
58	Journal of Health and Social Behavior	0022-1465	JCR: 2,915; SJR:1,643	4	Estados Unidos	Anglosajón	1	Disentangling the Exposure Experience: The Roles of Community Context and Report-Back of Environmental Exposure Data	Inglés	180-196	2011	52
59	Science, Technology y Human Values	0162-2439	JCR: 2,875	6	Estados Unidos	Anglosajón	2	1. Locating Scientific Citizenship: The Institutional Contexts and Cultures of Public Engagement	Inglés	474-500	2010	35
								2. Paradise Lost? "Science" and "the Public" after Asilomar	Inglés	213-243	2011	36
60	Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching	1609-4913	SJR: 0,163	2	Hong Kong	Asiático	1	Global sustainability and public understanding of science: The role of socioscientific issues in the international community	Inglés	1-9	2011	12
61	Current Science	0011-3891	JCR: 0,73	4	India	Asiático	1	Public engagement with science, technology and innovation	Inglés		2014	106
62	International Journal of Academic Research	2075-4124	Google: 0,368	6	Azerbaijan	Asiático	1	A survey on relationships between society and science in the world today	Inglés	1313-1315	2011	3
63	Journal of Biosciences	0250-5991	JCR: 2,064	4	India	Asiático	1	Science literacy and natural history museums	Inglés	507-514	2010	35
Total							97					

Nota. Fuente: Elaboración propia.

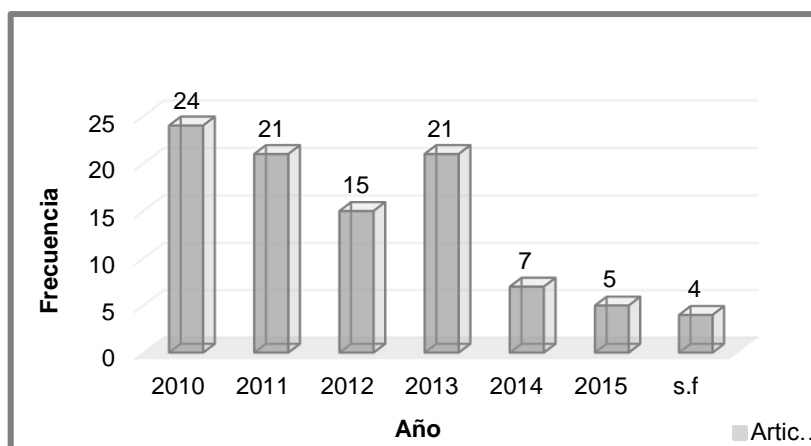


Figura 9. Relación decreciente entre el año y la cantidad de artículos publicados desde el 2010-2015.

Fuente: Elaboración Propia.

En segundo lugar se analizaron las revistas de acuerdo con su índice de impacto como se puede observar en la tabla 8. Los resultados de este análisis evidenciaron que las revistas se encuentran clasificadas en seis categorías de acuerdo con su campo de investigación: 1) Arte y Humanidades (9 revistas), 2) Ciencia, Tecnología y Sociedad (8 revistas), 3) Ciencias Básicas y Experimentales (11 revistas), 4) Ciencias Sociales (16 revistas), 5) Educación en Ciencias (9 revistas) y 6) Psicología y Educación (10 revistas). Categorías que junto al índice de impacto suministrado por cada indicador (Google, JCR, SJR, Latindex y Qualis/Capes), nos indican las 25 revistas más representativas a nivel general (señaladas con color gris).

Tabla 8. Revistas clasificadas según campo de investigación e índice de impacto

Categoría	Revistas	Índice de Impacto	Valor
Arte y Humanidades	AUSART Journal for Research in Art	Google	0,322
	International Journal of Academic Research		0,368
	Nanoethics		0,703
	Science, Technology y Human Values	JCR	2,875
	Extrapolation	SJR	0,142
	Notes and Records of The Royal Society		0,287
	Co-herencia		0,338
	Universitas Humanística		32
	Chasqui	Latindex	33
Ciencia, Tecnología y Sociedad	Current Science	JCR	0,73
	Public Understanding of Science		1,766
	TRILOGÍA. Ciencia, Tecnología y Sociedad	Latindex	32
	Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS		33
	Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología		Sin índice de Impacto
	International Journal of Deliberative Mechanisms in Science		
	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología		
Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana			
Ciencias Básicas y Experimentales	Journal of Biosciences	JCR	2,064
	Chemical Society Reviews		12,253
	Journal of Nanoparticle Research	SJR	0,627

	Philosophical Transactions of The Royal Society B		2,544
	Nature chemistry		9,257
	Educación Química		30
	Anales de la real sociedad española de Química	Latindex	33
	Hombre, Ciencia y Tecnología		Sin calificar
	Ciencia Hoy		0,9
	Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular	Google	0,23
	ArtefaCToS		0,26
Ciencias Sociales	Convergencia Revista de Ciencias Sociales	JCR	0,04
	Science and Engineering Ethics		1,516
	Portuguese Journal of Social Science		0,115
	Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching	SJR	0,163
	Science and Public Policy		0,444
	Redes.com: Revista de estudios para el desarrollo social de la comunicación		21
	Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I		29
	Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología		30
	Acimed	Latindex	30
	Ciencia, Docencia y Tecnología		31
	Miguel Hernández Communication Journal		32
	Fundamentos en Humanidades		33
	La Trama de la Comunicación		33
	Revista de Estudios Sociales		33
	Razón y Palabra	Google	0,047
Bilge Strateji		1,112	
Educación en Ciencias	International Journal of Science Education	JCR	1,23
	Chemistry Education Research and Practice		2,091
	Revista Luna Azul		32
	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	Latindex	35
	Revista Luciérnaga		35
	Praxis Pedagógica	Google	0,218
	Química Nova	Qualis/Capes	0,737
Psicología y Educación	Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación		Sin índice de Impacto
	Quaderns de Filologia. Estudis lingüístics	Google	0,481
	Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	JCR	0,333
	Journal of Health and Social Behavior		2,915
	Integrative Psychological and Behavioral Science	SJR	0,449
	Extrapolation		30
	PSIENCIA Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica		30
	Investigación Educativa	Latindex	31
	Tecné, Episteme y Didaxis		32
	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias		34
Educar em Revista	Qualis/Capes	A1	
Didasc@lia: Didáctica y Educación	e-Dialnet	Sin Calificar	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, al determinar el número de artículos publicados por cada revista solamente tres revistas de las 25, son las que tienen más publicaciones: las cuales son la *Public Understanding of Science- PUS* con 14 artículos, la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS* y la revista *Artefactos* cada una con 5 publicaciones (figura 10), las 60 revistas restantes

(incluidas las 22 con mayor índice impacto según la tabla 4) han publicado entre uno y dos artículos). Comparando estos resultados con los obtenidos en la tabla del anexo 1, se observa que la revista PUS sigue siendo la primera revista que publica en el campo de la CPCyT, la revista CTS permanece en el segundo lugar junto a la revista ArtefaCTos, la cual en los años del 1952 al 2009 ocupaba el sexto puesto. Así mismo, se observa que seis de las revistas con más publicaciones en este rango de años (1952-2009) solo han publicado 1 o 2 artículos desde el 2010 al 2015.



Figura 10. Resultados de las revistas con mayor cantidad de artículos publicados en el campo de la CPC y T desde 2010 al 2015.

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con el contexto de estas revistas, las revistas PUS y Artefactos son europeas y la revista CTSA es latinoamericana, lo que indica también que el contexto anglosajón de acuerdo con los artículos publicados no se encuentra dentro de los primeros lugares quedando en el último lugar con 1 o 2 publicaciones. A nivel general, se observa que en relación con el número de revistas el contexto latinoamericano ocupa el primer lugar con 30 revistas, luego el contexto europeo con 24, en tercer lugar el anglosajón y asiático con 4 revistas y en último lugar el europeo-asiático con una (1) revista. Lo que cambia un poco en relación con el número de artículos publicados ya que en el primer puesto se ubica el contexto europeo con 47 artículos, luego el latinoamericano con 39 artículos, en tercer lugar el anglosajón con 6 artículos, en cuarto lugar el asiático con 4 y finalmente el contexto europeo-asiático con un (1) artículo (figura 11). En este punto es importante mencionar que ya los contextos africano y oceánico no tienen publicaciones en este periodo de años.

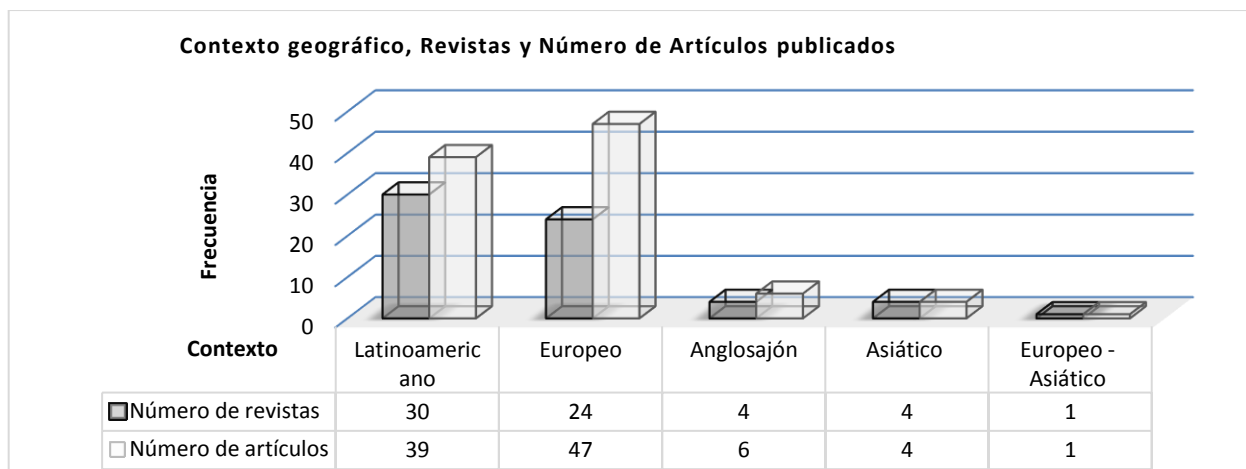


Figura 11. Relación número de revistas y artículos del campo CPCyT, según el contexto geográfico en los años 2010-2015.

Fuente: Elaboración Propia.

De la misma forma este análisis por contexto permite identificar los países con mayor cantidad de revistas que publican en el campo CPCyT (figura 12). Por el contexto europeo España tiene 12 revistas, sigue el Reino Unido con 8 revistas, y finalmente los Países Bajos con 3 revistas y Portugal con 1 revista; en **el contexto latinoamericano, en primer está Colombia con 9 revistas**, luego Argentina con 8 publicaciones, México con 4, Brasil y Cuba con 3 revistas, y finalmente Ecuador, Perú y Venezuela con una (1) revista; por el contexto anglosajón, Estados Unidos, con 4 revistas; el contexto asiático en India con 2 revistas y por último Azerbaijan, Hong Kong y Turquía con una (1) revista.

Situación anterior que cambia un poco en relación con los artículos publicados por cada país. En orden decreciente los países que más publican en el campo CPCyT son: en el contexto europeo ahora es el Reino Unido con 24 artículos, luego España con 18, los Países Bajos con 3 y finalmente Portugal con 2 artículos; **en el contexto latinoamericano, permanece Colombia en el primer lugar con 13 artículos**, luego Argentina con 12 artículos, solo cambia de posición México y Brasil con 4, Cuba con 3 artículos, y permanecen en último lugar Ecuador, Perú y Venezuela con 1 artículo. En el contexto anglosajón permanece Estados Unidos con 6 artículos, en el asiático y europeo asiático no cambian las posiciones primero India, luego Azerbaijan, Hong Kong y Turquía respectivamente.

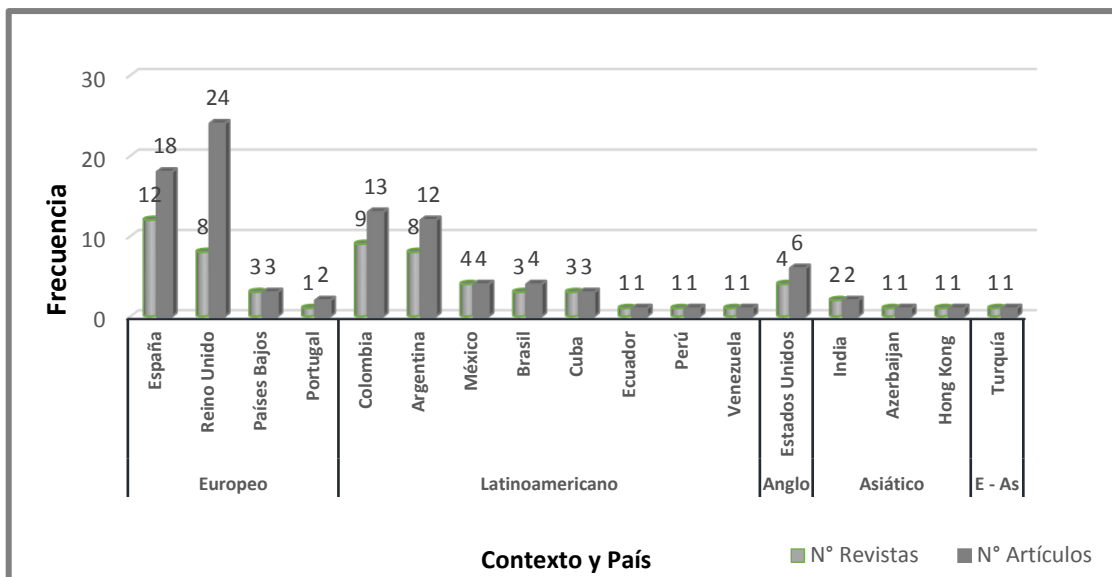


Figura 12. Relación de países con mayor número de revistas y artículos publicados en el campo de la CPC y T.

Fuente: Elaboración Propia.

Las figuras 11 y 12, ratifican los dos campos de evolución de la CPCyT, el europeo y el anglosajón con sus países representantes respectivamente el Reino Unido y Estados Unidos, sin embargo evidencian que desde el 2010 al 2015, el segundo lugar tanto en revistas y artículos publicados **el contexto latinoamericano que ocupaba el tercer lugar en la literatura ahora ocupa el segundo lugar, con mayor representatividad de países como Colombia**, Brasil y México, y de aquellos que no se mencionaban como Cuba, Ecuador, Perú y Venezuela. Así mismo surge en el análisis el contexto asiático que no era considerado en la literatura.

En esta parte es importante destacar que en el contexto latinoamericano, **Colombia ocupa el primer lugar en revistas y artículos publicados en el campo de la CPCyT**. Un análisis detallado de las revistas y artículos de Colombia. En relación con las revistas se evidencia que 4 de las 9 revistas colombianas, son las que poseen los índices de impacto más altos en su categoría de acuerdo con el indicador determinado (Google, JCR, SJR, Latindex y Qualis/Capes - Ver tabla 4), pero las 5 revistas restantes aunque no poseen el más alto índice de impacto, su índice se puede considerar como el segundo más alto, ya que cumplen con 32 de los 36 criterios establecidos por Latindex. También es importante resaltar que cuatro revistas poseen calificación A según Colciencias, la revista de estudios sociales posee calificación A₁, y las revistas Co-Herencia, Luna Azul y Universitas Humanística, poseen calificación A₂. Al mismo tiempo la revista Tecné, Episteme y Didaxis, presenta calificación B y por último las revistas Luciérnaga y Trilogía cuentan con calificación C.²

Y finalmente, los artículos publicados en estas revistas no presentan datos tan favorables en relación con su citación, ya que solo tres artículos han sido citados, ocupando el primer lugar el

² Datos suministrados por Publindex Indexación- Homologación –Colciencias Colombia.

artículo publicado por la revista Praxis Pedagógica con 18 citas totales, 3,6 citas por año, en segundo lugar la revista Co-Herencia con 13 citas totales, 3,25 citas por año y en tercer lugar el artículo de la revista Tecné, Episteme y Didaxis con 8 citaciones totales y 1,6 por año³ (Tabla 9).

Tabla 9. Índice de impacto y citación de las revistas y artículos de Colombia publicados desde 2010-2015

Revista	Índice de Impacto	Clasificación		
		Colciencias	Citas del Artículo	Citas por año
Co-Herencia	SJR: 0,338	A ₂	13	3,25
Praxis Pedagógica	Google:0,218	Sin calificación	18	3,6
Revista de Estudios Sociales	Latindex: 33	A ₁	0	0
Revista Luciérnaga	Latindex: 35	C	0	0
Revista Luna Azul	Latindex: 31	A ₂	0	0
Tecné, Episteme y Didaxis	Latindex: 32	B	8	1,6
TRILOGÍA. Ciencia, Tecnología y Sociedad	Latindex: 32	C	0	0
Universitas Humanística	Latindex: 32	A ₂	0	0
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología	Sin Índice de impacto	Sin calificación	Sin Valor	Sin Valor

Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Síntesis de la Fase I.**

Una síntesis de esta fase, la evidencia la tabla 9; en esta se encuentra que de los artículos publicados desde 1952 hasta el 2015, en el año 2009 se halló la mayor cantidad de publicaciones (31 artículos) y que la revista con más artículos publicados en el campo de la comprensión pública de la ciencia es la revista *Public Understanding of Science (PUS)*, con 47 artículos. También se determinó que el contexto geográfico que más publicó en este rango de tiempo fue el contexto europeo con un total de 53 revistas que suman 147 artículos. De la misma manera, el análisis permitió identificar que España, Colombia y Estados Unidos, son los países con mayor cantidad de revistas que publican en el campo de la CPCyT. Pero los países con mayor cantidad de publicaciones son Estados Unidos, el Reino Unido y Argentina. Publicaciones en las que son pocos los aportes a la CPCyT y en específico los aportes a la CPQ frente a su impacto socio-ambiental.

Del análisis de los artículos que se han publicado desde el 2010 al 2015, se encontró que el año 2010 presentada la mayor cantidad de publicaciones al respecto de la CPCyT, con un total de 24 artículos. También al comparar estos dos rangos de periodo de tiempo se determinó que el campo de la CPCyT, ha sido más estudiado en décadas anteriores. En esta parte del análisis, también se evidenció que la revista *Public Understanding of Science (PUS)* es la que mayor cantidad de publicaciones ha aportado al campo con un total de 14 artículos.

³ Datos de Google Scholar suministrados por programa Harzing's Publish or Perish.

Tabla 10. Resumen análisis fase I.

Criterios	1952- 2009	2010-2015
Años con mayor publicaciones	2009	2010
Nº Artículos	31	24
Revista Representativa	Public Understanding of Science-PUS	Public Understanding of Science-PUS
Nº Artículos	47	14
Contexto Geográfico Representativo	Europeo	Latinoamericano
Nº Revista y Artículos contexto	53 y 147	30 y 39
Países con mayor cantidad de revistas	España, Colombia y Estados Unidos	España, Estados Unidos y Colombia
Países con mayor cantidad de artículos	Estados Unidos, Reino Unido y Argentina	Reino Unido, Estados Unidos y Colombia.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

A nivel general, en relación con el número de revistas, el contexto latinoamericano ocupa el primer lugar con 30 revistas y de acuerdo con el número de artículos publicados, el contexto europeo ocupa el primer lugar con 47 artículos. Los países que más revistas publican en el campo de la CPCyT según el contexto son España, Estados Unidos y Colombia; situación que cambia al revisar los artículos publicados por cada país, ya que de acuerdo con el contexto son: el Reino Unido, Estados Unidos y Colombia.

Finalmente, en el contexto latinoamericano se resalta que Colombia ocupa el primer lugar en revistas y artículos publicados en el campo de la CPCyT; 4 de estas revistas tienen los más altos índice de impacto, 4 poseen calificación A según Colciencias. En relación con la citación de los artículos de estas revistas, el primer lugar lo ocupa el artículo publicado por la revista Praxis Pedagógica con 18 citas totales, tal como se evidencia en la tabla 11.

Tabla 11. Resumen análisis revistas Colombianas.

Criterios	Frecuencia	Revistas
Nº Revistas con alto índice de impacto	4 de 9	Co-Herencia, Praxis Pedagógica, Revista de Estudios Sociales y Revista Luciérnaga
Calificación A - Colciencias	4	Co-Herencia, Revista de Estudios Sociales, Revista Luna Azul y Universitas Humanística
Calificación B - Colciencias	1	Tecné, Episteme y Didaxis
Calificación C - Colciencias	2	Revista Luciérnaga y TRILOGÍA. Ciencia, Tecnología y Sociedad
Nº Artículos citados y Revista	18	Praxis Pedagógica

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados son importantes para la investigación porque permiten conocer el desarrollo de la línea de investigación, en relación con el contexto geográfico, países y revistas que mayor

cantidad artículos han publicado en el campo y así poder dirigir la búsqueda y análisis de la información.

6.2 RESULTADOS FASE II: CODIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN

6.2.1 Etapa de Codificación

En esta fase, se procedió a realizar la lectura de los artículos para determinar en cada uno de ellos las unidades de registro “el tema” y las unidades de contexto “el párrafo”, cada una de estas unidades fue registrada en una base de datos en Excel (anexo 3), en la que se encuentra el código alfanumérico del artículo, el nombre del artículo, los ítems o frases más frecuentes, el tema, el párrafo, la página y el código alfanumérico del fragmento tomando de cada artículo.

A partir de la codificación de los artículos y fragmentos fue posible determinar seis categorías de manera inductiva: Comunicativa (CO), Educativa (ED), Social (SO), Cultural (CU), Histórica (HI) y la Ético-moral (EM); categorías que de acuerdo con la cantidad de artículos que hacen alusión a cada una de ellas, adquieren mayor o menor importancia en la línea de investigación de la CPCyT o PUS. En la tabla 11 se presenta la frecuencia el porcentaje de artículos encontrados para cada una aparición de estas categorías en los artículos, teniendo presente que el total de artículos analizados fue de 97 y que en cada uno de ellos se estudiaron aspectos de una o más categorías (tabla 12):

Tabla 12. Categorías inductivas del campo de la CPCyT.

Categoría	Número de artículos que aluden a la categoría según los 97 encontrados	% de artículos encontrado
<p>Comunicativa (CO) Se consideran aspectos como el reconocimiento y divulgación científica, la popularización y promoción de la ciencia, la relación entre el periodismo y la ciencia, a través de diversos mecanismos como los medios de comunicación, centros interactivos y aplicación de encuestas.</p>	73	75,26
<p>Social (SO) Incluye los diversos aspectos relacionados con el desarrollo de políticas públicas para que la sociedad participe en temas de ciencia y tecnología y para que estos temas adquieran más importancia y apoyo económico por parte del estado.</p>	68	70,10
<p>Educativa (ED) Se expresa la importancia de la educación y alfabetización científica y tecnológica de la sociedad y el papel que la escuela ha desarrollado en la CPC y CPQ.</p>	60	61,86
<p>Histórica (HI) Presenta la evolución de la línea de investigación <i>Public Understanding of Science</i>, así como sus principales campos de acción y de estudio.</p>	32	32,99
<p>Cultural (CU) Manifiesta la importancia del papel de la cultura científica como atributo de la sociedad.</p>	19	19,59
<p>Ético-moral (EM) Tiene como objetivo determinar cómo, cuándo, dónde y por qué la gente aprende ciencia y tecnología. Así como las responsabilidades éticas y el compromiso moral que debe adquirir el público como parte activa de una sociedad, frente</p>	5	5,15

a la toma de decisiones y análisis del desarrollo científico y tecnológico; y los científicos y tecnólogos al realizar su trabajo, identificando y cumpliendo sus objetivos de acuerdo con unos beneficios e impactos positivos y negativos en la sociedad.		
---	--	--

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la tabla 12 muestran que en el campo de la CPCyT, los aspectos comunicativos son los más investigados y analizados, obteniéndose en ella un 75,26% de los 97 analizados, luego siguen en orden decreciente los aspectos sociales, educativos, históricos, culturales y en último lugar los ético-morales, que debido a su bajo porcentaje (5%) es necesario analizar más detalladamente puesto que hoy este es un aspecto importante de analizar en la relación CyT con la sociedad.

6.2.2 Etapa de Caracterización

El siguiente paso en el análisis de resultados de la fase II, fue la caracterización de cada categoría para determinar sus respectivas subcategorías, las cuales surgieron del inventario y clasificación de las unidades de registro y contexto de acuerdo con la semejanza de temáticas tratadas. Las subcategorías determinadas en cada categoría se resumen en la tabla 13:

Tabla 13. Categoría comunicativa (CO) y sus subcategorías.

Categoría	Subcategorías
Comunicativa (CO)	Comunicación Pública de la Ciencia
	Divulgación Científica y Tecnológica
	Medios de Comunicación en Ciencia y Tecnología
	Museos y Centros Interactivos de Ciencias y Tecnología
	Periodismo Científico
	Popularización de la ciencia
Educativa (ED)	Transposición epistemológica del conocimiento científico al conocimiento cotidiano.
	Alfabetización Científica y Tecnológica
	Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT)
	Educación Científica
Social (SO)	Estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad y Ambiente (CTSA)
	Estudios de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología
	Modelos de la CPCyT
Cultural (CU)	Actitudes hacia la Ciencia y la Tecnología
	Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología
Histórica (HI)	Políticas Públicas
	Relación Ciencia y Público
	Cultura Científica y Tecnológica
	Historia de la línea de investigación CPC
Ético-moral (EM)	Historia de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología
	Historia de los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología
	Historia de los modelos de comprensión pública de la ciencia
	Responsabilidad de los científicos y la sociedad

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Este proceso de caracterización de las subcategorías se realizó mediante la construcción de una matriz en la que se relacionó por categoría: la subcategoría, el número de artículos y fragmentos tomados con su respectiva codificación alfanumérica, con el objetivo de determinar su relevancia en el análisis de la línea de la CPCyT (anexo 3).

De la sistematización de la matriz (anexo 3), se obtuvieron los siguientes resultados por categoría, en términos del número de fragmentos encontrados para cada subcategoría y su frecuencia:

Tabla 14. Fragmentos encontrados en las categorías y subcategorías analizadas.

Categoría: Comunicativa (CO)		
Subcategoría	Fragmentos encontrados	Frecuencia (%)
Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología.	240	31,83
Medios de Comunicación en Ciencia y Tecnología.	161	21,35
Divulgación Científica y Tecnológica.	106	14,06
Museos y Centros Interactivos de Ciencias y Tecnología.	76	10,08
Transposición epistemológica del conocimiento científico al conocimiento cotidiano.	65	8,62
Periodismo Científico.	61	8,09
Popularización de la ciencia.	45	5,97
TOTAL	754	100,00
Categoría: Social (SO)		
Subcategoría	Fragmentos encontrados	Frecuencia (%)
Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología.	264	45,67
Actitudes hacia la Ciencia y la Tecnología.	133	23,01
Relación Ciencia y Público.	105	18,17
Políticas Públicas.	76	13,15
TOTAL	578	100,00
Categoría: Educativa (ED)		
Subcategoría	Fragmentos encontrados	Frecuencia (%)
Modelos de la CPCyT.	245	50,20
Educación Científica.	89	18,24
Alfabetización Científica y Tecnológica.	51	10,32
Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT).	55	11,27
Estudios de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología.	27	5,53
Estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA).	27	5,53
TOTAL	488	100,00
Categoría: Histórica (HI)		
Subcategoría	Fragmentos encontrados	Frecuencia (%)
Historia de los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología.	89	35,32
Historia de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología.	58	23,02
Historia de la línea de investigación CPC.	56	22,22
Historia de los modelos de comprensión pública de la ciencia.	49	19,44
TOTAL	252	100,00
Categoría: Cultural (CU)		
Subcategoría	Fragmentos encontrados	Frecuencia (%)
Cultura Científica y Tecnológica.	107	100
Categoría: Ético-moral (EM)		
Subcategoría	Fragmentos encontrados	Frecuencia (%)
Responsabilidad de los científicos y la sociedad.	48	100

Nota. Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados de la codificación de los 97 artículos (anexo 3) y de la sistematización de los fragmentos tomados en cada uno de ellos (tabla 14), se realizó el análisis individual para cada categoría, sus correspondientes subcategorías y temáticas.

6.2.2.1. Resultados y su análisis para la Categoría Comunicativa (CO)

La **categoría comunicativa (CO)**, es la que presenta mayor cantidad de artículos (73) con respecto a las demás categorías, obteniendo un 75,26% sobre el total (tabla 12). En el análisis del contenido presentado se encontraron siete campos de investigación y/o desarrollo y que para el presente trabajo se configuraron como **subcategorías**, de las cuales la *comunicación pública de la ciencia y la tecnología* ocupa el primer lugar (31,83%), en orden decreciente continúan: los *medios de comunicación en ciencia y tecnología* (21,35%), la *divulgación científica y tecnológica* (14,06%), los *museos y centros interactivos de ciencia y tecnología* (10,08%), la *transposición epistemológica del conocimiento científico al conocimiento cotidiano* (8,62%), el *periodismo científico* (8,09%) y finalmente la *popularización de la ciencia* (5,97%).

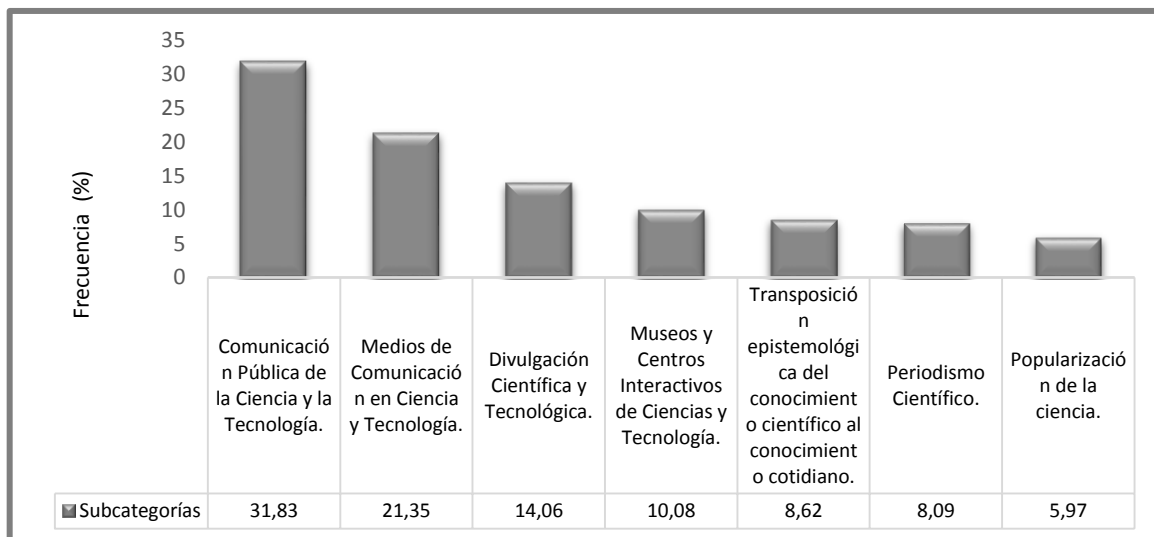


Figura 13. Frecuencia de aparición de las subcategorías de la categoría comunicativa.

Fuente: Elaboración propia.

- **Subcategoría Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología**

En esta subcategoría se encontró la mayor cantidad de fragmentos (240) con un 31,83% (tabla 14). Esta se denominó así porque en el presente trabajo se considera que la Comunicación de la Ciencia es el marco global del proceso de comunicación, en el que se encuentran las generalidades del proceso de difusión de la ciencia y a partir de la cual surgen los otros procesos de comunicación tales como divulgación y popularización de la ciencia y la tecnología.

En las unidades de registro de esta subcategorías se identificaron nueve temáticas (tabla 15), a partir de las cuales se visualizó con más detalle el campo de estudios de la subcategoría Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología.

Tabla 15. Temáticas de la subcategoría “Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Definición	32
2.Importancia	26
3.Características	54
4.Contextos	49
5.Comunicación como una necesidad	25
6.Comunicación de la Química	22
7.Actualidad y Desafíos	11
8.Relación con la acción de las Universidades	7
9.Relación con la democracia y las políticas públicas	14
Total	240

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de los fragmentos se encontró que veinte de los 32 en total, hacen alusión a su Definición, estos 20 fueron tomados de artículos de revistas europeas y 12 de revistas latinoamericanas, pero la definición de esta subcategoría no cambia de acuerdo con el contexto. En estos fragmentos se presenta a la *comunicación pública de la ciencia* como una estrategia o actividad global orientada a servir de vehículo de comunicación con los ciudadanos para transmitir aspectos de la ciencia y la tecnología. Proceso en el que se construyen significados de la actividad científica mediante la relación e interacción entre emisor y receptor, en este caso la comunidad científica y el público; esta se redacta de manera interpersonal, grupal o institucional, pero debe ser en ambos sentidos; su objetivo final es lograr la socialización del desarrollo científico para que el público lo apropie y se constituya en una filosofía de vida.

Algunos fragmentos de ejemplo de esta concepción son:

“La práctica de la comunicación pública de la ciencia (CPC) –concebida en su forma más elemental como una actividad orientada a transmitir conocimiento científico al público en general, al margen del circuito educativo– ha transcurrido de forma paralela al propio avance de la ciencia moderna” (Montañés, 2010c, p.3) 2 2010 E (3) (1) III 3 CO [01]

“La Comunicación de la Ciencia y Tecnología “es el vehículo de comunicación científica para la gente común que se propone provocar una apropiación cultural de contenidos científicos conjunto de actividades de comunicación que tienen contenidos científicos divulgadores y destinados al público no especialista” (Espinoza, 2012, p.81).8 2012 E (1) (1) I 81 CO [16]

“La comunicación pública se perfila como una vía para la alfabetización y difusión de la ciencia. Se constituye en una filosofía de vida, que trata de interesar al ciudadano nuevamente por las cuestiones públicas, la participación en torno a la ciencia y la democracia, como rasgo cultural sobresaliente de la modernidad tardía” (Galvis y Botero, 2013, p.28) 19 2013 E () (7) I 28 CO [01]

Asimismo, fue significativo encontrar en esta categoría la importancia de la comunicación de la ciencia en 26 fragmentos (5 del contexto europeo, 10 de contexto latinoamericano y 1 anglosajón), porque la falta de esta comunicación es la que imposibilita que el público comprenda de una manera adecuada el desarrollo e impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Por medio de la comunicación de la ciencia, el público conoce las implicaciones del trabajo científico y

tecnológico y es capaz de tomar decisiones personales, profesionales y/o políticas al respecto y al mismo tiempo los científicos conocen los pensamientos e intereses del público y de esta forma pueden actuar coherentemente a los mismos y evitar un poco la incertidumbre en la sociedad frente a su trabajo, pero es esencial que la comunidad científica reciba el apoyo del público a este proceso y que este reciba la oportunidad de participar en el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología.

Argumentos como que la ciencia forma parte de nuestra cultura y por eso tenemos derecho a su acceso para conocer sus ventajas y riesgos y ejercer procesos democráticos, hacen que la comunicación de la ciencia se convierta en una necesidad por parte del público y un deber para los científicos. Sin embargo, esta necesidad no implica que esta comunicación se convierta en una obligación para los científicos o que el público se convierta en un experto o profesional de la ciencia, sino en un beneficio mutuo en el que se movilizan, consensan y construyen propósitos.

Algunos ejemplos de esta importancia, se presentan a continuación:

Los desarrollos en el ámbito de la Ciencia y la Tecnología (CyT) y sobre todo la conciencia de sus implicaciones más o menos perceptibles en la vida cotidiana de los ciudadanos, hacen cada vez más apremiante la necesidad de una comunicación de la ciencia que permita a estos informarse para formarse, para decidir, para saber a qué atenerse. (Marcos y Chillón, 2010, p.82) 2 2010 E (3) (1) V 82 CO [01].

Si hay lugar es porque la comunicación funciona y porque la ciencia y la tecnología no solo descubren la necesidad que tienen de emitir mensajes y aclarar sus contenidos, sino también de ser receptores de aquello que la sociedad advierte, comprueba o teme, y que los científicos deben conocer para que ningún desarrollo sea a costa de las personas. (Marcos y Chillón, 2010, p.83) 2 2010 E (3) (1) V 83 CO [03]

La comunicación pública tiene por finalidad poner en marcha procesos de concertación social para la movilización, a partir del consenso y el disenso, bajo un norte orientador que es la negociación de propósitos colectivos. Por ello, es necesario desvelar la manera como la sociedad se comunica y cómo articula sus imaginarios, reconociendo siempre la diferencia. La comunicación pública no sólo es un concepto, sino una oportunidad para la construcción democrática de sociedad, a partir de una comunicación estratégica que posibilite escenarios para el desarrollo de las comunidades. (Galvis y Botero, 2013, p.29) 19 2013 E () (7) I 29 CO [03]

En la temática de Características se encontraron 54 fragmentos (34 del contexto europeo, 18 del contexto latinoamericano y 2 anglosajones). Estos fragmentos expresan la importancia de que en la comunicación de la ciencia se realicen estudios o un feedback con el público de lo que saben de la ciencia, de qué fuente están recibiendo información y cuáles son sus intereses al respecto, por lo que se busca promover mecanismos que permitan al público realizar y participar en situaciones de comunicación relacionadas con la toma de decisiones políticas sobre ciencia y tecnología; estos mecanismos aprovechan los eventos científicos cotidianos porque son los que captan el interés del público.

Sin embargo, se manifiesta un inconveniente: que algunos científicos han perdido el interés por realizar acciones y/o actividades de comunicación de su trabajo debido a la desconfianza del público en ellos y en su trabajo, aunque se ha demostrado que la desconfianza actualmente se limita a los debates que se están realizando en el momento y no a la ciencia y los científicos en general, es en estos debates en donde los científicos deben demostrar la sistematicidad y transparencia de su comunicación. También se presentan características relacionadas con el buen comunicador de la ciencia con el conocer las limitaciones de la ciencia, ser consciente del entorno social, político y cultural que rodea a la ciencia y también de sus valores científicos, se relaciona con el público, promueve confianza en lo que dice y hace y que el comunicador debe ser un especialista en el conocimiento de los contenidos de la ciencia y la tecnología.

En estos fragmentos también se menciona que la comunicación de la ciencia y la tecnología asume el papel de integrar las herramientas de mediación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, para lograr un aumento de la comprensión pública de la ciencia y la tecnología, ratificando que esto permite desarrollar la capacidad de cuestionar y expresar la opinión sobre diferentes temáticas que tienen impacto en la vida de las personas, aunque se deja claro que no es común encontrar en el campo de la comunicación de la ciencia, reflexiones influenciadas por los estudios CTS.

Algunos ejemplos de estos fragmentos son:

Los estudios de percepción pública de la ciencia constituyen otro de los mecanismos que deben integrarse dentro de la configuración de la comunicación pública de la ciencia, dado que son una herramienta indispensable a la hora de establecer un feedback con el público. Los resultados obtenidos hasta el momento y las nuevas propuestas que tratan de ampliar su campo de acción y de superar sus posibles limitaciones, ponen de manifiesto la importancia de cuantificar –cada vez con mayor rigor– el interés, los conocimientos, y las actitudes del público (Montañés, 2010b, p.216) 2010 E (3) (1) I 216 CO [28]

In such circumstances, even those researchers talented in public communication have on occasion concluded that their efforts are a waste of time—signals lost in a noise of irrationality—and have retreated into silence. Luckily, such episodes of distrust about science are relatively infrequent and tend to be confined to the debate in question rather than to science as a whole, and pass in time. Meanwhile, survey after survey of publics show that, at least in quieter times, scientists tend to be among the most trusted sources of information. Yet, even then, when time can be taken to craft messages appropriately, the possibilities of miscommunication are underestimated by the communicators. Given the importance of these messages, such miscommunication needs to be anticipated and addressed. The values of openness and transparency in communication to stakeholders and publics, not to mention a modicum of due humility, necessitate an explicit acknowledgement of scientific uncertainties. But this obligation flies in the face of a strong concern that expressed uncertainties can themselves undermine public trust. Resolution of this contradiction depends on the context and on how you tell it. (Campbell, 2011, p. 4891-4892) 15 2011 E (369) () I 4891 -2 CO [02]

A comunicação pública pode assumir o relevante papel de ser uma ferramenta mediadora da integração entre ciência, tecnologia e sociedade. Dependendo da intenção do comunicador, a divulgação de informação pode alavancar a compreensão pública dos assuntos de CyT. É possível

e desejável que a sociedade compreenda os fatores políticos da ciência como algo que gera impactos sobre seu cotidiano, aumentando sua capacidade de questionar ou opinar sobre tais temas. (Rothberg y Passos, 2013, p. 62) 19 2013 E () (7) II 62 CO [03]

Mas não é comum encontrar, no campo das ciências da comunicação, reflexões que, influenciadas pelos Estudos CTS e sua ênfase sobre a importância da participação pública nas decisões sobre ciência, fundamentem ações de comunicação científica alinhadas ao modelo democrático. Muitos autores do campo da comunicação não problematizam a finalidade da difusão de informações e conhecimento científico para além das usuais ações destinadas a suprir supostas lacunas no repertório do receptor (Rothberg y Passos, 2013, p. 71) 19 2013 E () (7) II 71 CO [04]

Se evidencia también en las características los obstáculos del proceso de comunicación, uno de los más importantes es el que indica que comunicar la ciencia y la tecnología no es fácil, debido a la heterogeneidad del público receptor, el cual presenta ciertas características propias que facilitan u obstaculizan la comunicación; que lo importante antes de comunicar, es conocer el contexto en el que se inscriben determinados avances científicos y tecnológicos y las estrategias más adecuadas que realizan para cada tipo de público.

Ejemplo:

En el primer caso, entre los problemas más importantes que en demasiadas ocasiones se presentan, figuran no considerar el contexto en que se inscriben determinados avances científicos y tecnológicos, subestimar la necesaria colaboración entre científicos y comunicadores, y trabajar sin estrategias comunicativas para cada segmento de público. (Trelles y Rodríguez, 2013, p. 224)(11 2013 E (48) (10) I 224 [14]

Otros obstáculos a este proceso son la falta de acceso libre a los resultados e investigaciones producidos por la ciencia; asimismo los relacionada con la tergiversación de la ciencia, para lo cual ya existen unas acciones de solución por parte de los científicos, lo difícil ha sido que la mayoría de ellos la realicen, como por ejemplo, con el supervisar, corregir y educar la forma como la ciencia es pensada y hablada en el público, el apoyo de asociaciones científicas para realizar debates en los que se aclare los errores y confusiones del trabajo científico y finalmente la participación de los científicos en el sector empresarial.

Overall, access to data is seen as essential for the correct pursuit of science and the self-correcting nature of scientific enquiry; without this access science loses its pre-eminence as a way to investigate the world. (Bird y Frey, 2013, p.6756) 4 2013 E (42) () I 6756 CO [07]

On an individual level, we could say that scientists ought to carry out their duty to correct misrepresentation of science wherever they find it. Scientists should be active in monitoring the way that science is used, and vocal in correcting any errors found in public life. Moreover, they should seek to educate individuals about the correct interpretation of science wherever they can. When a journalist misuses a scientific claim, by drawing the wrong inference or making claims the science does not conclusively show, the scientist should respond (Evans, 2010, p. 219) 12 2010 E (4) () I 219 CO [04]

On a collective level, the use of scientific associations to provide a voice to engage in debates that use or misuse scientific evidence can be a good solution in collectively discharging the duties of scientists. However, these associations are often highly specific to certain fields, or are so broad that they run into as much trouble covering ground as individual scientists do (Evans, 2010, p. 219) 12 2010 E (4) () I 219 CO [05]

Los prejuicios que existen de la ciencia y la tecnología también son otro obstáculo de la comunicación de la ciencia, los cuales condicionan y dificultan la comprensión de la CyT. Prejuicios que han sido adquiridos por el público debido a su difusión en los medios de comunicación y en la educación formal e informal.

Algunos de estos prejuicios según De Semir (2000) son:

- La «verdad» científica es ahistórica, apolítica, universal, unidireccional.
- La comunidad científica está legitimada para dar cuenta de la «realidad» natural y de la «realidad» artificial natural, humana y social
- Concebir el lenguaje de la ciencia como opuesto a todo uso retórico
- La sacralización del conocimiento científico y de sus 'sacerdotes'
- La ciencia como actividad pura, libre de valores, intereses, emociones" (Jiménez y Palácio, 2010, p.252) 55 2010 L () (69) II 252 CO [35].

Un aspecto clave en esta temática es la mención del proceso que es realizado en la comunicación pública de la ciencia, el cual consiste en tres pasos: el primero relacionado con el lugar donde los científicos desarrollan los conocimientos que serán comunicados al público; en el segundo paso es el de los mediadores o comunicadores que sirven de intermediarios para tomar los conocimientos científicos y traducirlos y/o simplificarlos; el tercer paso es la comunicación al público en general, proceso que se hace de manera sencilla y fácil para que este lo pueda comprender, aunque se han encontrado estudios que demuestran que la comunicación de los científicos hacia la sociedad es de difícil comprensión.

Respecto a la temática Contextos es decir que el desarrollo de la comunicación de la CyT se hace en diferentes contextos, se hallaron (44 fragmentos de revistas europeas y 5 latinoamericanas); se resalta la presencia del contexto Latinoamericano, en los que países como Brasil, Colombia, México, Argentina y Chile, han brindado a la comunicación de la ciencia y la tecnología gran importancia, incluso fomentando la participación activa del público en este proceso; por este motivo estos países se han caracterizado en el ámbito académico por sus aportes y producciones científicas. En el caso de Brasil actualmente la comunicación de la ciencia está teniendo mayor visibilidad que antes, debido a la gran cantidad de estrategias implementadas, tales como la inserción de temas de CyT en la prensa, radio, televisión, revistas y la visita a instituciones o espacios tradicionales de comunicación de la ciencia, como museos y bibliotecas.

En México, la preocupación ha girado en incorporar la ciencia en la cultura de la sociedad, pero las estrategias de comunicación desarrolladas no han tenido el impacto esperado, por lo que se ha propuesto como solución que el público, científicos e investigadores participen en el proceso de comunicación pública de la ciencia. También se propone el uso de un modelo global de

comunicación, donde se tengan en cuenta los intereses, problemas, experiencias y soluciones locales. Se han implementado en las universidades programas que forman a los futuros comunicadores de la ciencia, pero que tienen el inconveniente de ser vulnerables a los cambios de política, por lo que se debe buscar es mejorar las condiciones de su formación y no en su legitimación.

En Colombia los aportes a la comunicación pública de la ciencia están tomando fuerza, buscando que a través de la comunicación, el público se apropie de la ciencia y la tecnología.

Aunque hay casos poco frecuentes como el de Perú, donde se observa que los asuntos de la ciencia y la tecnología no tienen importancia, y por lo tanto, su comunicación es inexistente, razón por la cual este país no se menciona con tanta frecuencia e incluso no se menciona. Aunque esto no quiere decir que otros países no estén desarrollando investigación en este campo, solo que no son tan citadas en la literatura debido a que sus aportes son poco frecuentes.

Un ejemplo de esta situación es la presentada en el siguiente fragmento:

En el contexto de Latinoamérica (y El Caribe) países como Brasil, México, Argentina y Chile –sin desmerecer los grandes esfuerzos que vienen realizando en los otros países- han venido impulsando desde décadas atrás el desarrollo científico y tecnológico dándole un lugar importante al asunto de la Comunicación científica, elevándola a ella al nivel de la promoción de la activa participación pública con la ciencia (Public Engagement with Science), a cuya consecuencia poseen ahora importantes niveles de desarrollo económico y social. Aun así, Latinoamérica sigue siendo una región pobre porque tiene una baja producción científica y porque aún no se da la debida importancia a la Investigación Científica y a la Comunicación Pública de la Ciencia. (Espinoza, 2012, p.79) 8 2012 E (1) (1) I 79 CO [05]).

Los siguientes testimonios corroboran el hecho de que en el Perú la Comunicación de la Ciencia y Tecnología es aún embrionaria y, a decir de los mismos actores, inexistente. “La divulgación científica en el Perú es un tema al que todavía no se le da mucha importancia. Son pocos los esfuerzos de los medios de comunicación por tener espacios y periodistas dedicados a los temas científicos. Se necesita acercar la ciencia a la gente, porque cada descubrimiento médico, avance tecnológico, o desastre ambiental puede mejorar la calidad de vida de las personas de cualquier parte del globo, o dañarla. Es necesario también el entrenamiento de los profesionales de la comunicación para manejar y divulgar bien los temas de ciencia y no hacerla aburrida o tediosa” (Zavala 2008). (Espinoza, 2012, p.85) (8 2012 E (1) (1) I 85 CO [26]).

En relación con la temática Comunicación como una necesidad se encontraron 25 fragmentos (22 de revistas europeas y 3 latinoamericanas). En esta se presenta que el campo de la comunicación de la ciencia se ha desarrollado en dos vertientes, uno teórico y otro práctico; en el primero no hay cuerpo conceptual básico de referencia y en lo práctico se han centrado en analizar cómo se desarrolla la comunicación de la ciencia, en forma de periodismo científico o divulgación y el tratamiento que se hace en los medios de comunicación. Se presenta también que la comunicación de la ciencia y la tecnología sirve a tres necesidades: personales, cívicas y culturales. Las personales hacen referencia a temas de salud, informática y todas las habilidades necesarias para un trabajo; las cívicas buscan que el público esté informado de las diferentes

temáticas de la ciencia y la tecnología y finalmente las culturales, se centran en el proceso de una alfabetización científica para todos.

En esta temática también hay preocupación por una correcta comunicación de la ciencia y la tecnología, para evitar incompreensión y/o interpretaciones inadecuadas sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología, que pueden terminar en creencias falsas y decisiones políticas erróneas. Una alternativa o solución a este tipo de situaciones ha sido crear los programas de formación en periodismo científico, crear más espacios en las publicaciones populares para comunicar la ciencia y lo más importante, reconocer e incentivar a los científicos y a los comunicadores de la ciencia para que se comprometan en su trabajo de comunicación de la ciencia y la tecnología. Por este motivo, se han desarrollado acciones a nivel individual, colectivo e intermedio; en el nivel individual, se busca que los científicos supervisen y corrijan las comunicaciones de la ciencia; en el nivel colectivo, las asociaciones científicas son el medio indicado para realizar debates en los que los científicos pueden demostrar su trabajo y a nivel intermedio, se busca que los comunicadores de la ciencia se conviertan en la interfaz de comunicación entre los científicos y el público en general.

Ejemplos de la necesidad de la comunicación son:

The most important conclusions are that scientists communicating with the public need to develop their methods deliberately, involving their target audiences; and that they need to avoid undue dependence on traditional media and public authorities for such communication, and to develop multiple channels to those audiences, including Internet-based and more traditional social networks. Their approach to communicating uncertainty should depend on the context but, except in some extreme emergencies, transparency is generally a virtue. Above all, they need to persist in such public engagements even when the going is rough and extends over long periods. They need support in doing so (Campbell, 2011, p. 4891) (15 2011 E (369) () I 4891 CO [01]).

One of the consensus conclusions (despite many divergent views about the debate) was the importance of scientists and their institutions being able to respond to media reports not only in the immediate responsive sense but also in a more deliberate and strategic manner, particularly by stimulating longer feature articles. This was because media reports of research focused on new results, but tended not to provide an account of the cumulative state of science, yet always referred to the opposition to the scientific consensus (Campbell, 2011, p. 4893) 15 2011 E (369) () I 4893 CO [31]).

Un aspecto esencial e importante en esta subcategoría es su alusión a la temática Comunicación de la Química en el que encontraron 22 fragmentos, todos ellos de revistas europeas). Se expresa que es un proceso difícil de realizar debido al rechazo de la sociedad por la Química, la denominada "Quimiofobia", aspecto que ha surgido por la falta de diálogo de los científicos con el público, lo que genera que las imágenes de esta disciplina sean proporcionadas por otros medios quienes asocian la química con una serie de impactos, acciones y productos negativos. La dependencia del público hacia estas imágenes dificultan la comunicación adecuada de su naturaleza, la solución a esta situación es que los mismos químicos comuniquen su trabajo no con el objetivo de alfabetizarlos científicamente, sino para acercar al público al campo de la química.

Un ejemplo de esta temática es:

Communicating chemistry in contemporary culture, where the historical associations of chemophobia exist alongside a dependence on the products of chemistry, is challenging and complex; there is no guaranteed formula for success. A suitable metaphor for thinking about how to communicate chemistry is retrosynthesis: a chemist starts with their target audience and the desired outcome of their communication and works backwards, without assumption, to design the most appropriate communication strategy. To do this, we argue that chemists should move from viewing communication as being solely about improving scientific literacy to seeing it as a means of engaging audiences with their work. We argue that vague notions of a 'general public' should be understood more as a collection of different segments of the public, or different publics, each with its own values, knowledge, beliefs and motivations. Moreover, we argue that chemists should draw on the reservoirs of knowledge from research in science communication to better communicate their work in a way that fosters trust, builds relationships and creates a dialogue with multiple audiences — in a contemporary communications landscape that is social, pluralistic and participatory (Hartings y Declan, 2011, p. 674) 13 2011 E (3) (9) I 674 CO [03].

Las estrategias de comunicación de la química se han centrado en analizar las investigaciones relacionadas con la comunicación de la ciencia, que por su historial se han basado en investigar las actitudes, visiones y creencias del público hacia la ciencia, ahora aplicado a la química, pero no se determina solamente el conocimiento en Química, sino cómo el público está viendo el campo y/o las temáticas de la Química, analizando el tipo de público, es decir, si es un público emisor debido a la gran cantidad de información que posee, o es un público desatento de las temáticas químicas debido a su poca información en este campo.

Ejemplos de las estrategias de la comunicación de la Química se encuentran en los siguientes fragmentos:

Participate in the new communication landscape. Chemists are communicating in a contemporary communications environment that is pluralistic, participatory and social. The traditional gatekeeper role of the science journalist as privileged conveyer of specialist information to general audiences has weakened. Journalists and scientists, readers and critics, professionals and amateurs, are simultaneously producers and audiences of science content. Chemists are using blogs and other social media to communicate their work and agendas directly with various publics. Chemistry organizations are creating their own publishing platforms to reach the audiences themselves (Hartings y Declan, 2011, pp. 676-677) 13 2011 E (3) (9) I 676-7 CO [13]

Frame key messages to prompt engagement. Chemistry is a broad, complex field and cannot be communicated in its entirety in a single initiative, so chemists must learn to focus on framing their messages in ways designed to encourage public engagement. Within communication studies, frames have been defined as interpretative storylines that explain why an issue is important in societal debate. Frames work to distil complex issues by stressing some perspectives, arguments and considerations over others, stating why an issue might be a problem, who might be responsible and what solutions are needed. For example, public attitudes to nanotechnology vary depending on its applied context: energy applications are viewed more positively than those applications focused on health and human enhancements (Hartings y Declan, 2011, pp. 677) 13 2011 E (3) (9) I 677 CO [15].

En relación con la temática actualidad y desafíos de la comunicación pública de la ciencia, se encontraron 11 fragmentos (10 de revistas europeas y 1 de Latinoamérica); en estos se presenta que en la actualidad, la función de la comunicación de la CyT no es informar, sino ayudar a la comprensión, la participación y la opinión de científicos y legos. Se ha convertido en un campo emergente de investigación, en el que ya se cuenta con posgrados en diferentes universidades que buscan la integración entre ciencia, sociedad y tecnología, para ello se han creado por ejemplo, las asociaciones de ciencia y tecnología y los diferentes programas de posgrado establecidos en México por medio de la UNAM.

Ejemplos de los fragmentos analizados son:

Hablar hoy sobre la comunicación pública de la ciencia y la tecnología es asumirla de manera diferente a cuando todavía se consideraba como un territorio sólo informativo, excluyente e incomprensible para el ciudadano del común. Por el contrario, hablar hoy de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología es hablar sobre su comprensión, es propender la participación del ciudadano común en los desarrollos tecnocientíficos, es crear opinión pública, esto es, generar en el ciudadano valores y actitudes de aprecio hacia la ciencia y la tecnología (Jiménez y Palácio, 2010, p.230) 55 2010 L () (69) II 230 CO [05].

In recent years, there has been an increase in the number of courses in Mexico that offer professional training in the field. Graduates, master degrees and subjects in undergraduate programmes are part of the offer. Some examples are the courses in scientific journalism in the School of Political Sciences of the UNAM, postgraduate courses offered in institutions such as the Universidad Autónoma Metropolitana²⁸ (UAM: Autonomous Metropolitan University) in Mexico City, and the Master's Degree in Science Communication and Culture at the Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente²⁹ (ITESO: The Western Institute for Superior Studies) in the city of Guadalajara, Jalisco. Each one has its entrance requirements, curricula and graduate profile depending on different needs and approaches (Sánchez-Mora, Reynoso-Haynes y Sánchez, 2015, p. 44) 17 2015 (21) (1) XV 44 [13].

También se expresa que los químicos y los científicos en general se han dedicado a comunicar su trabajo en medios no formales, como por ejemplo en la web por medio de blogs; estos pretenden llegar a todo tipo de público y que se inicien discusiones importantes en diferentes temáticas científicas. En química esta relación entre las ciencias de la computación, la informática, la tecnología y por supuesto la Química, se ha denominado la “cheminformatics” (quimioinformática) Se considera que la comunicación entre científicos y el público en general, posibilita que la sociedad acepte y asuma con una actitud positiva la ciencia, la tecnología y la química, aunque este tipo de relación también está sujeto a diferentes interpretaciones y por lo tanto controversias.

Lo importante en este caso es que los químicos y científicos en general comuniquen su trabajo y ayuden en la producción de material de comunicación de la ciencia para evitar así, la dependencia del público hacia otros medios de comunicación, lo que necesita del compromiso y apoyo de la sociedad en este proceso; al respecto existen tres tipos de personas que comunican la ciencia: los propios científicos y tecnólogos, los comunicadores profesionales de la ciencia y los consultores de la ciencia y la tecnología; por lo que es necesario analizar el tipo de comunicación

que la ciencia suministra a cada uno, pues hay casos en los que los comunicadores profesionales de la ciencia, y aún más los consultores de la ciencia y tecnología, suministran información distorsionada o tergiversada.

La intervención más importante de los científicos en la comunicación de la ciencia, se encuentra en la publicación de artículos científicos en revistas indexadas, aspecto en el que unos países publican más que otros, en orden decreciente los países son: Brasil, Chile, Argentina, Venezuela, Colombia, Uruguay y Perú.

Ejemplos de lo expuesto anteriormente son:

En tanto que Israel invierte en Investigación y Desarrollo el 4.5% del PBI, Finlandia 3.8, Japón 3.0, Korea 2.7, Estados Unidos 2.54, Brasil 1.04, Chile 0.57, México 0.39; el Perú invierte menos del 0.11. En tanto que Brasil produce 4.816 artículos científicos en revistas indexadas internacionales, Chile 2.482, Argentina 1.814, Venezuela 935, Colombia 759, Uruguay 409; el Perú produce apenas 283. En cuanto a patentes en el 2007, el Perú registró 1.332 solicitudes (4% de ellas de origen nacional) principalmente de inventores antes que de universidades o empresas. En el año 2004, por ejemplo, en España de las 4.533 solicitudes presentadas por residentes 318 correspondieron a universidades; en Brasil de 10.879, 212; en Perú de 38, una. (Espinoza, 2012, p. 84) (8 2012 E (1) (1) I 84 CO [24]).

Por otra parte, considerando que la publicación de los artículos científicos constituyen uno de los medios de Comunicación de la ciencia, he aquí la estadística: en tanto que Estados Unidos produce 380 mil artículos científicos en revistas indexadas e indizadas internacionales, Brasil produce 4816, Chile 2482, Argentina 1814, Venezuela 935, Colombia 759, Uruguay 409; el Perú produce apenas 283. Mientras que Japón ha solicitado 425 mil patentes, Korea 145 mil, Brasil cerca de 25 mil; Perú 1240, de las cuales el 96% corresponden a extranjeros. (Espinoza, 2009, p.85). (8 2012 E (1) (1) I 85 CO [25]).

Para la temática Relación con la acción de las universidades se encontraron 7 fragmentos del contexto europeo; en ellos se menciona que uno de los problemas en la comunicación de la ciencia y de la química en estos países ha sido que algunas de sus universidades solo se han preocupado por la medición de su producción científica y por la publicación de sus artículos en revistas indexadas y en bases de datos como Web of Science (WOS) de la Thomson Reuter, Sciece Direct de Elsevier, EBSCo de EBSCO Host, Scopus, Proquest, Jstor, Emerald, Scielo o Latindex, ignorando la importancia que tiene el que la gente común o el público conozca lo que sus investigadores realizan y la importancia que tiene la socialización del conocimiento científico en entornos locales y nacionales, lo correcto sería trabajar en los dos campos para lograr una mayor comprensión de la ciencia y la tecnología, sí las universidades realizarán este proceso de producción científica y su correspondiente socialización se lograría una adecuada democratización del conocimiento científico, lo cual no es posible tan fácilmente porque varias de estas bases de datos tienen costos altísimos que algunas universidades (sobre todo las públicas) no pueden asumir.

Ejemplos de los argumentos aquí es:

...a las universidades corresponde una tarea de trascendental importancia en la socialización y democratización del conocimiento científico, y en el fortalecimiento de valores culturales y de la identidad nacional... Es imprescindible que la universidad incorpore como prioridad la comunicación de la ciencia porque sólo así puede lograrse una plena integración de saberes y una interrelación con la sociedad que permita la democratización del conocimiento” (Trelles y Rodríguez, 2013, p. 224) 11 2013 E (48) (10) I 224 [10].

Afirmaba también la brasileña Lourdes Favero: “de la misma forma que la universidad debe centrar su preocupación en la creación, producción de conocimientos y búsqueda del saber, necesita también pensar en cómo diseminar ese conocimiento. Tiene que asumir que la socialización del conocimiento por ella producido es no sólo un deber, sino un factor determinante, si se pretende una universidad democrática” (Trelles y Rodríguez, 2013, p. 224) 11 2013 E (48) (10) I 224 [12].

Finalmente, en el análisis de esta subcategoría se encuentra la temática relación de la comunicación con la democracia y las políticas públicas, con un total de 14 fragmentos (13 europeos y 1 latinoamericano). Estos fragmentos permiten concluir que la comunicación de la ciencia busca fortalecer la democracia y la participación del público en la construcción y desarrollo de la ciencia, por medio de la apropiación de sus conocimientos y resultados para relacionarlos y utilizarlos en su vida diaria, es decir, si la comunicación de la ciencia, la tecnología y la química se convierte en una de las tareas más importantes y desarrolladas para y por la comunidad científica, el público logrará una comprensión de la ciencia, la tecnología y de la química adecuada.

Los siguientes fragmentos son un ejemplo de la temática anterior:

Es indudable que para que los ciudadanos puedan manifestarse deben estar informados, pero cuando lo son, ¿en qué medida son informados acerca del contenido científico de los problemas y en qué medida acerca del contenido político? La discusión sobre temas complejos de respeto al ambiente, a la utilización responsable de los recursos naturales, a la contaminación, al modelo energético basado en los hidrocarburos, al agua, a las convicciones religiosas y a dilemas morales, entre otros, requiere información y demanda conocimiento experto, es verdad, pero lo que se discute no es sobre el contenido científico o técnico, sino sobre las consecuencias sociales, económicas y políticas, entre otras dimensiones (Albornoz, 2014, p. 75) 50 2014 L () (11) II 75 CO [06].

Incluso, y al decir de David Merrit, resulta pertinente señalar que: Los propósitos de la comunicación política y pública giran en torno a la idea de reconectar a los ciudadanos con la vida pública, potenciar la capacidad de deliberación de la ciudadanía, ofrecer información con miras a la participación, apoyar los procesos ciudadanos con un buen cubrimiento (y especialmente un adecuado seguimiento), dar elementos para la creación de capital social, al tiempo que pone a los medios en calidad de actores y promotores del diálogo social (Merritt, 1995: 113-114). (Galvis y Botero, 2013, p. 39) 19 2013 E () (7) I 39 CO [16]

- Subcategoría *Medios de Comunicación en Ciencia y Tecnología*

Esta subcategoría ocupó el segundo lugar, debido a la cantidad de fragmentos encontrados (161) correspondientes al 21,35% (tabla 14). En las unidades de registro, se identificaron seis temáticas (tabla 16), que permitieron conocer su relación con la comprensión del público con la ciencia.

Tabla 16. Temáticas de la subcategoría “Medios de Comunicación en Ciencia y Tecnología”.

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Características	34
2. Importancia	13
3. Tipos	42
4. Influencia	18
5. La ciencia en la televisión colombiana	45
6. Imagen de la Química transmitida por los Medios de Comunicación	9
Total	161

Nota. Fuente: Elaboración propia.

De los 161 fragmentos analizados, 34 hacen referencia a las *Características* de los medios de comunicación en ciencia y tecnología, 15 de ellos fueron tomados de artículos europeos, 16 de artículos latinoamericanos, 2 de revistas anglosajonas y 1 de una revista asiática. En los fragmentos se reconoce que los medios de comunicación son uno de los vehículos más importantes para que el público participe en la formación y/o construcción de conocimientos y opiniones del desarrollo de la ciencia y la tecnología, ya que se evidencia que la actualidad científica y tecnológica es el segundo contenido preferido por el público (Ferreyra, et al., 2013); en el caso específico de Argentina, un tercio expresa que están muy bien informados en Ciencia y Tecnología en comparación con temas de menos interés como el cine, arte, política y cultura. Este tipo de información lo reciben en orden decreciente por la televisión, los periódicos, el internet y radio (Ferreyra, et al., 2013).

En el caso de Colombia, los temas relacionados con la ciencia y la tecnología ocupan el séptimo lugar, ya que en los primeros lugares se encuentra la salud y la medicina, la educación y el medio ambiente. Los colombianos afirman que están muy informados en Salud, informados en nutrición y alimentación y poco informados en Terapias y medicina alternativa. También afirman estar informados en temas del medio ambiente, sobre todo en la contaminación del aire y uso poco eficiente del agua, poco informados sobre los impactos ambientales que generan la construcción de carreteras, la minería y los productos y servicios ambientalmente amigables. Esta información la reciben de los medios de comunicación, como la televisión y el internet, los noticieros son los programas más vistos y es por este motivo que creen todo lo que se les dice si las investigaciones son presentadas y realizadas por asociaciones médicas y universidades. (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2012).

Ejemplos de esta afirmación se encuentran en los siguientes fragmentos:

Los temas de mayor interés para los colombianos son: Salud y medicina (78,8%), Educación (78,7%) y Medio ambiente (69,7%). Cabe anotar que entre las 12 opciones temáticas propuestas en la encuesta, la Ciencia ocupó el séptimo lugar como tema de interés. (Ferreyra, et al., 2013, p. 4) 42 2012 L () () I 4 CO [03].

Se reconoce a los medios de comunicación como un vehículo importante de democratización del conocimiento científico y tecnológico, así como formadores de opinión. La información recogida muestra que la actualidad científica y tecnológica ocupa, en comparación, un lugar secundario entre

los contenidos preferidos por el público (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT, 2012, p. 12). 33 2013 L (4) (4) I 12 CO [03].

En cuanto a los temas del medio ambiente, afirman estar «informados» sobre contaminación del aire y sobre el uso poco eficiente del agua. En tanto se sienten «poco informados» sobre los impactos ambientales por la construcción de carreteras y por la minería, y sobre productos y servicios ambientalmente amigables (OCyT, 2012, p. 5) 42 2012 L () () I 5 CO [05].

Una de las principales características para que el público prefiera a los medios de comunicación como vehículos para informarse de sus temas de interés, es que sus publicaciones, gramaticalmente son realizadas para que sean fácil de comprender. Así mismo en la actualidad los científicos y agencias de comunicación no solo están comunicando la ciencia por los medios tradicionales sino también las redes sociales como Twitter, Facebook, blogs y Wikipedia, que tienen un gran número de seguidores.

Algunos ejemplos de esta forma de publicación de los medios lo muestran los siguientes fragmentos relacionados con la comunicación de noticias de situaciones de riesgo:

La escritura de calidad en la información sobre situaciones de peligro masivo, como el de huracanes, requiere que no se simplifique el lenguaje, pero tampoco que se le complique con términos de difícil explicación. La población necesita comprender rápidamente los mensajes: en ese contexto, las ideas tienen que ser necesariamente comunicables. Claridad, sobriedad, exactitud en los datos, reiteración, orientación, son elementos decisivos en la composición de los mensajes que se emitan en situaciones de este tipo (Trelles y Rodríguez, 2013, p. 226) 11 2013 E (48) (10) I 226 [20].

Aprovechando este acceso al público y su interés en la CyT, los medios de comunicación han persuadido políticamente al mismo. Al publicar una noticia se utilizan los argumentos científicos y técnicos para explicar los beneficios y/o perjuicios del uso o acción de cierto producto o de la ejecución de ideas y estrategias políticas, con esta información se genera pánico en las personas y por lo tanto su capacidad crítica disminuye o no es tan objetiva y la salida más fácil es apoyar al político o reforma que ofrezca la solución más rápida y fácil de ejecutar. De la misma forma se utilizan los medios de comunicación para vender la idea al gobierno y empresarios de que la ciencia permite el desarrollo económico y cultural de un país.

...en su forma más pura y destructiva, la combinación ciencia, retórica de stroytelling y medios de comunicación puede usarse como un efectivo generador de pánico colectivo, demostrado desde Orson Welles y su versión radiofónica de La guerra de los mundos de H.G Wells. Sabemos que se ha usado en acciones más recientes y reales como la Guerra de Irak –y sus armas biológicas y la retórica de los virus– a la gripe aviar o gripe porcina. Está demostrado que el pánico disminuye la capacidad crítica y aumenta el apoyo a la jerarquía de poder. Por tanto, la creación de pánico (para lo que se necesita la colaboración de los medios de comunicación) con recursos retóricos de la ciencia es un arma política muy poderosa... (Elías, 2012, p. 8) 24 2012 E (173) () I 8 CO [15].

En esta característica de los medios, se discute mucho sobre el carácter sensacionalista de los mismos y su poder de influencia en las personas, pero es una actividad tan común y realizada por tantas instancias, que en este momento el sensacionalismo se encuentra en medio de dos

posiciones: aquella que asume al público como un objeto vacío que se puede manejar y por lo tanto acepta y no discute nada de lo que le informen; y aquella que asume el público al interesarse por algún tema, es crítico con la información y con las fuentes que la emiten, esperan una información que aparte de cuestiones técnicas consideren aspectos más amplios y no utilicen las catástrofes para manipular los verdaderos sucesos.

Los siguientes fragmentos muestran ejemplos de esto:

Sin embargo, decir que los medios (en especial los de mayor consumo) son sensacionalistas por el manejo que suelen darle a estos acontecimientos, y que insisten en prácticas que deterioran de forma real o potencial la cohesión social, es un asunto que se ha hecho y se hace desde distintas instancias, pero que además de repetitivo puede resultar, o resulta, inocuo (Hermelin, 2013, p. 22) 36 2013 L (15) (3) I 22 CO [05].

Corolario de los otros mitos, se presupone que el ciudadano es víctima del sensacionalismo de los medios de comunicación, que son los responsables de la imagen social negativa de la ciencia. El mito asume, en primer lugar, que el ciudadano es considerado un objeto manejable y pasivo, como si fuese un epifenómeno del discurso mediático y una tabula rasa que se nutre de los diversos discursos que se emiten (Eizagirre, 2013, p.75) 48 2013 L () (47) L II 75 CO [02].

En el caso específico de la comunicación sensacionalista de la ciencia y la tecnología, es necesario revisar estas dos posiciones, porque en este tipo de información prima más la primera posición. Las personas creen mucho en los datos que suministran los profesionales como científicos y/o técnicos y aún más si son reconocidos y salen en medios masivos como la televisión y la radio, pero por lo mismo una información científica errónea es muy peligrosa porque el público no sabe cómo analizarla o refutarla, o si la persona que está suministrándola es un verdadero investigador o un charlatán, por lo tanto asumen todo lo que dicen como verdadero y se convierten en “noticias acatamiento”.

El comunicar la ciencia con un poco de sensacionalismo, ayuda a que el público adquiera conocimientos, apoye las políticas científicas, se realicen inversiones en la CyT y a que los estudiantes decidan estudiar carreras en CyT, pero no todo puede ser sensacionalismo o llegar a ser una publicidad exagerada de los beneficios, riesgos, promesas y expectativas que ofrece la ciencia, porque esto afecta directamente la comprensión del público de la ciencia y por lo tanto si esta publicidad no resulta ser cierta, puede conducir a la pérdida de confianza hacia la ciencia y esta confianza es necesaria para mantener la comunicación entre científicos, periodistas científicos y el público y la creación de literatura académica sobre el cómo y por qué público comprende la ciencia.

Finalmente, el sensacionalismo puede conducir a que los científicos, políticos y funcionarios públicos, encaminen sus esfuerzos y recursos en determinadas investigaciones cuestionables o poco éticas con el objetivo de ser reconocidos y/o aparecer en los medios de comunicación.

Los siguientes fragmentos muestran ejemplos de ello:

It is important to know the degree that hype in science can affect public trust, given the intimate role of science in our lives. Empirical research that examines the relationship between hype, public trust, and support is needed for several reasons: (1) to improve communication between scientists, science reporters and the public; (2) to augment evidenced-based education and training on the responsible conduct of research for scientists and other scholars; and (3) to contribute to the scholarly literature on the public understanding of science (Master y Resnik, 2013, p. 322) 22 2013 E (19) (2) I 322 CO [05]

A second concern of hype is that it may influence scientists, government officials, and politicians to concentrate efforts and resources towards particular avenues of research and divert funds and support from other laudable areas of science and health research. It is not uncommon for scientific researchers to jump on the “research bandwagon” and be one of the first to utilize novel technologies (Master y Resnik, 2013, p. 323) 22 2013 E (19) (2) I 323 CO [06].

Una reflexión de estas características es que los medios de comunicación, son a veces la única fuente del público para saber de la ciencia, por lo que ellos refuerzan las creencias y opiniones del público, ya que las personas tienden a seleccionar (sesgo de confirmación) e interpretar (sesgo de asimilación) la información de manera que confirmen sus conocimientos existentes (Iyengar, 1991 citado en Mikulak, 2011). Por lo tanto en el campo científico y tecnológico no todo lo pueden o deben comunicar los medios de comunicación, los científicos no pueden renunciar o dejar que su trabajo sea comunicado e interpretado por otros, porque ellos son los que conocen más su campo y acciones.

Finalmente, una de las características de los medios de comunicación que no es tan visible pero es demasiado importante es su utilización como recurso en el proceso de enseñanza de la ciencia. Un ejemplo son los museos, exposiciones y videojuegos con contenido científico. Así por medio de una educación informal, se puede acercar al público a que conozca la ciencia y la comprenda, un proceso que permite que el público conozca lo que es la ciencia y sus beneficios.

Los siguientes fragmentos son ejemplos de esto:

Asimismo estudiamos la didáctica mediática de la ciencia reglada. Tampoco pisamos a los pedagogos. Nosotros estudiamos el uso de los medios de comunicación de masas para la enseñanza reglada de las ciencias naturales. Y, a partir de aquí, emerge el área de didáctica lúdica de la ciencia: el uso de recursos comunicativos para enseñar la ciencia desde la diversión: del diseño de museos y exposiciones de ciencias hasta la creación de juegos y videojuegos con contenidos científico. Esta área tiene mucho potencial empresarial pero también educativo (Elías, 2012, p. 8) 24 2012 E (173) () I 8 CO [11].

En particular, es preciso avanzar en el estudio del papel que tienen los medios y los públicos en la cohesión social frente a los riesgos, con el fin de dar elementos que quizás puedan contribuir al debate sobre políticas públicas en esta dirección, como es el caso de las relacionadas con la educación científico-tecnológica formal, no formal e informal. Todo esto en diálogo con avances en el campo de la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, en Colombia y en América Latina, y su posible contribución al respecto (Hermelin, 2013, p. 17) 36 2013 L (15) (3) I 17 CO [02].

Sin embargo, las anteriores características de los medios de comunicación no se relacionan con la importancia que se le otorga en la mayoría de las ocasiones a las noticias o temas relacionados con ciencia y la tecnología, la cual se evidenció en los 13 fragmentos encontrados (4 del contexto latinoamericano, 1 asiático y 8 europeos). Son pocos los medios de comunicación que consideran que la actividad científica y tecnológica hace parte de la cultura de la sociedad, debido a la escasa representatividad e interés de la misma que se puede visualizar en el público. Los medios comunican frecuentemente la importancia de la CyT para el progreso económico de las sociedades actuales, por lo que se necesitan más científicos y tecnólogos, apoyar las áreas de investigación y la aplicación de los conocimientos generados (Anónimo, 2011).

Pero las noticias científicas y tecnológicas no adquieren un interés alto por parte del público debido a que no existe una confianza en la comunicación que se está recibiendo, la transmisión es informal, la realiza un profesional en el campo de las comunicaciones y no el científico que está desarrollando las investigaciones, por lo que su comunicación es realizada de manera impersonal, seria y distante y lo más importante, sin un poder de convicción de que lo que está comunicando lo conoce y analizó desde una perspectiva humana, analizando los beneficios y riesgos para la sociedad.

Si la información se recibiera directamente del científico, sin intermediarios y con la posibilidad de participar o entablar un diálogo, la confianza del público aumentaría y solicitaría más noticias de ciencia y tecnología, por lo que los medios deberían redefinir la importancia dada a las noticias de carácter científico y tecnológico, ya que se observa que los medios deciden publicar temas de economía internacional o nacional, deportivos y culturales, en vez de temas científicos, ya que consideran que son solo temas de interés para minorías, alejados de la cotidianidad y poco atractivos para el común (Trelles & Rodríguez, 2013).

Es necesario el establecimiento de una relación entre los medios de comunicación y el desarrollo de la cultura científica, si el público es un fiel consumidor de la programación de la televisión, entonces debemos buscar la manera de que en este se adicionen espacios para la CyT, así mismo, la participación de científicos y tecnólogos en ferias de ciencias, ferias del libro y círculos de interés sobre ciencia, tecnología y medioambiente en escuelas, permite que el campo científico y tecnológico empiece a formar parte de la cultura general de una sociedad.

Esto se evidenció en fragmentos como los siguientes:

A veces no es cuestión del número de noticias, sino de matices... Los medios piensan que los escritores y los cineastas son más cultura que los científicos... Hasta que esa tendencia se invierta o, al menos, se iguale, no podremos decir que los medios están sensibilizados con la comunidad científica como lo están con otros agentes culturales (Organización de Estados Iberoamericanos - OEI, s.f, p.1) 21 s.f E () () I 1 CO [05].

Es frecuente, en los medios periodísticos y políticos, enfatizar la importancia de la ciencia y la tecnología para el progreso económico de las sociedades actuales, independientemente de su nivel de riqueza. La conclusión –sin duda correcta– que se suele sacar de esa premisa por todos aceptada es la necesidad de promover la formación de científicos y tecnólogos, de apoyar la

investigación en esas áreas y de facilitar la transferencia al resto de la sociedad y la aplicación de los conocimientos generados. En este marco, se puede ver a Tecnópolis como un excelente instrumento para promover entre escolares interés por un futuro profesional en la ciencia y la tecnología (Anónimo, 2011, pp. 4-5) 28 2011 L (21) (123) I 4-5 CO [01]

Es por este motivo que han surgido diferentes tipos de medios de comunicación, los cuales fueron analizados en los 42 fragmentos encontrados (22 latinoamericanos y 20 europeos). Para que las personas comprendan la información que se les está suministrando de maneras diferentes, de acuerdo con sus gustos y/o forma de adquirir el conocimiento, aunque se ha encontrado que las personas que no están lo suficientemente informadas o motivadas para argumentar o asumir una posición crítica, terminan adecuando sus representaciones y percepciones de las noticias que reciben de los medios de comunicación (Villarruel, 2013).

La preferencia por un medio u otro, puede ser determinada de acuerdo con el contexto, en Colombia, el interés en los medios de comunicación sobre CyT tienen porcentaje del 24,52%, la televisión es el medio preferido para recibir información de la CyT, aunque su interés no está relacionado directamente con los mismos, sino en la salud y el medio ambiente, en los cuales se sienten más informados, especialmente en cuestiones de la contaminación y el uso del agua (OCCT, 2012). En Chile, los medios de comunicación más utilizados para informarse de CyT son la televisión (51,4%), radio (21,3%) y diarios y revistas (11,5%) (Villaruel, Valenzuela, Vergara, y Sepúlveda, 2013); En Argentina el 60% lee noticias informativas, el 88% mira televisión y el 72% escucha radio (Martínez, et al., 2013) y en Venezuela, los profesionales usan en orden decreciente el internet, la prensa y la televisión para informarse de CyT, pero las amas de casa se informan en primer lugar de la televisión, luego la radio y por último la prensa, la razón del uso de estos medios, es que el internet brinda gran cantidad de información sobre la CyT, aunque menos que los libros y el aporte de la prensa a estos temas es mínimo, al igual que la radio y la televisión. Por último, se puede expresar que la confianza que se tiene en los profesionales que tratan temas de CyT, el orden de mayor a menor es, científicos, ingenieros, arquitectos, médicos y profesores, y aquellos en los que no se confía en los políticos y periodistas (Ferrer y León, 2015).

Lo anterior se evidenció en fragmentos como los siguientes:

Sobre este particular, Matthew Nisbet y Chris Mooney (2007) aclaran que en realidad los ciudadanos no utilizan las noticias transmitidas por los medios de comunicación, tal como los científicos suponen. De acuerdo con ellos la evidencia de investigación demuestra que la gente rara vez está lo suficientemente bien informada o motivada para sopesar las ideas y argumentos en debate. Frente a un torrente diario de noticias, los ciudadanos utilizan sus predisposiciones de valor (por ejemplo, políticas o creencias religiosas) para desde ahí construir sus percepciones, las cuales incluso orientan la búsqueda de información dentro de los propios medios. La mayoría trata de alinear sus representaciones con el tipo de información que se presenta en los sitios o agencias informativas (Villarruel, 2013, p. 73). 54 2013 L () (8) II 73 CO [12].

Al igual que en las encuestas de percepción de CyT nacionales anteriores (1994, 2004) la televisión sigue siendo el medio preferido para informarse en CyT, sin embargo, si indagamos exclusivamente por estos temas no encontraremos mayor interés por parte de los colombianos en ellos, tendencia que cambia si preguntamos específicamente por salud o medio ambiente, que según el estudio son áreas de mayor atractivo para la población, sin embargo, pese a este interés y a la creciente oferta de este tipo de contenidos, principalmente gracias a los canales de suscripción, los colombianos no

se perciben muy informados en temas relacionados con la salud y la medicina, y se perciben informados frente a tópicos ya tradicionales en las cuestiones del medio ambiente como la contaminación y el uso del agua (OCC T, 2012, p. 4). 42 2012 L () () I 4 CO [01].

Esto muestra que el doble de actores usa la red para estos fines en relación con el público general (31,40%) el cual utiliza fundamentalmente la televisión (32,56%) para informarse sobre ciencia y tecnología. La explicación radica en que para los actores encuestados, el internet presta atención bastante o muy suficiente a la información científica (92,98%), aunque menos que los libros (94,74%). Al contrario, la información que presenta la prensa diaria sobre temas de ciencia y tecnología es percibida como muy/bastante insuficiente (94,74%), al igual que la emitida por radio (92,98%), la televisión (71,93%) y las revistas semanales (70,18%) (Ferrer y León, 2015, p. 1). 46 2015 L () (65) I 1 CO [08].

El internet, es la herramienta más usada por el público para informarse de la CyT, pero tiene el inconveniente de que existe en este medio mucha desinformación. Incluso el uso del internet está cambiando el periodismo como profesión, ya que en la actualidad hay científicos que están subiendo a la red sus investigaciones y realizan conversaciones interactivas con el público, convirtiéndose en un tipo de periodistas científicos informales.

Otro de los medios de comunicación más usados por el público, es la televisión, que es un medio que hace parte de la cultura de la sociedad, influencia, comunica y genera acciones sociales, las personas lo usan como principal fuente de información, por lo tanto la publicidad de la ciencia que se presente en este medio, está determinando en el público una cierta imagen y/o representación de lo que consiste la actividad científica, lo único desfavorable en este medio, es que es usado en la mayoría de las ocasiones como promotor de productos y/o servicios, para logara una efectiva compra por parte del cliente, solo mencionan “el científicamente comprobado” y así garantizan que las personas lo compren debido a su confianza en los científicos. También encontramos que el uso de la ciencia ficción en la televisión hace que el público se interese en la ciencia, pero los estereotipos que usa la ciencia ficción generan en la mayoría de los casos una inadecuada comprensión pública de la ciencia.

De los tipos de medios de comunicación, se puede concluir que la televisión y el internet son el medio preferido por el público para informarse de la CyT, por lo que se convierten en el principal medio en la construcción y circulación de representaciones de la actividad científica y tecnológica, pero el principal obstáculo que se encuentra es que este medio maneja diferentes tipos de mensajes y representaciones de la CyT, por lo que es necesario analizar y revisar cada mensaje para brindarle la credibilidad que se merece.

Un medio que ha sido poco explorado en su relación con la ciencia, pero que es un campo que tiene mucha influencia en el público y que permitiría una comprensión de las personas con actividad científica, es la música, (Bucchi y Lorenzet, 2008; Cirigliano, 2012; Crowther, 2012; McFadden, 2012 citados en Huang y Allgaier, 2015). La música puede ser usada como una herramienta de aprendizaje o comunicación de la ciencia, ya que se busca que la cultura popular y la cultura científica se unan. En la música de Europa y América se señala directamente la actividad científica y conocimientos científicos específicos, pero por ejemplo en Taiwán, la música solo usa vocabulario de tema de investigación científica. Pero en general se encuentra que la música no selecciona para sus letras temas científicos que el público le interesa y que podría ayudar a favorecer el acceso de los jóvenes en la educación científica formal. Como lo expresa

Lemke (1990) y Lyle y Robinson (2002) citados en (Huang y Allgaier, 2015), el combinar lenguaje, transferencia y comunicación en la música es un potente mediador entre el público y la ciencia debido a su popularidad y a la profundización de la relación con la vida cotidiana, si las personas escuchan palabras científicas en las canciones, se familiarizan poco a poco con su significado y podrán construir su propia comprensión y significado del vocabulario, para después establecer una comunicación con otras personas que utilizan estos términos, por ejemplo, los científicos.

Finalmente, uno de los aportes de esta temática relacionados con la química, es la creación en Brasil de materiales didácticos de divulgación de la química, en los que se crearon colecciones de libros tales como “la química en la vida diaria”, en la que se discuten temas como la salud, la energía y los alimentos; “la química más cerca de ti” en donde se presentan experimentos a los estudiantes y un DVD de la “Nueva Química en la escuela”. Estos materiales fueron distribuidos a todas las escuelas de Brasil y más países de habla portuguesa. Todo esto con el objetivo de que el público conociera más de la Química y así comprendiera su actividad (Cardoso, Marson, Moraes de Rezende y Viana, 2013). 45 2013 L (36) (10) I 1566 [14].

Algunos ejemplos de estas temáticas son:

Al igual que en las encuestas de percepción de CyT nacionales anteriores (1994, 2004) la televisión sigue siendo el medio preferido para informarse en CyT, sin embargo, si indagamos exclusivamente por estos temas no encontraremos mayor interés por parte de los colombianos en ellos, tendencia que cambia si preguntamos específicamente por salud o medio ambiente, que según el estudio son áreas de mayor atractivo para la población, sin embargo, pese a este interés y a la creciente oferta de este tipo de contenidos, principalmente gracias a los canales de suscripción, los colombianos no se perciben muy informados en temas relacionados con la salud y la medicina, y se perciben informados frente a tópicos ya tradicionales en las cuestiones del medio ambiente como la contaminación y el uso del agua (OCCyT, 2012, p.4). 42 2012 L () () I 4 CO [01].

Lemke (1990) and Lyle and Robinson (2002) mentioned that learning scientific concepts is similar to learning a scientific language for reading, writing, solving problems, and proceeding with experiments. With such a language tool, further transfer and communication may become a possibility. As Shackley and Wynne (1996) mentioned, non-scientific actors could hardly participate in certain types of scientific practice, unless the process was well transferred. In this case, popular culture could be a powerful mediator for “transferring” scientific languages and allow people in distinct social worlds to proceed with scientific communication, because of its popularity and the deepening relationship with everyday life. Maybe the public can only “hear” the scientific words in the lyrics of pop songs at first. While becoming familiar with these terms in time, it may well be possible that they construct their own comprehension and meanings of the vocabulary. When they feel comfortable communicating with others using these terms, effective boundary objects could be achieved (Huang y Allgaier, 2015, p. 122). 17 2015 E (24) (1) XXVIII 122 CO [12].

La siguiente temática en esta subcategoría, es la Influencia que tienen los medios de comunicación en el público; en esta se hallaron en total 18 fragmentos: 8 del contexto europeo, 8 latinoamericanos y 2 asiáticos. Los medios de comunicación tienden a brindar a la ciencia una cobertura baja, porque piensan que las personas no están interesadas en saber de ciencia, por lo que las pocas noticias que se comunican son en la mayoría de los casos superficiales y no permiten la posibilidad de generar contraargumentos y posiciones contrarias, motivo por lo que las personas poco a poco van perdiendo el interés por informarse en temas científicos y aún más

cuando la publicidad que se brinda afecta a la sociología de la ciencia, ya que difunden una versión anticencia y un pensamiento irracional de la actividad científica, sin embargo, esta publicidad también genera más apoyo público en las investigaciones y en la financiación de proyectos que ayuden a tener una mejor calidad de vida, porque se les vende en los comerciales, que hay más riesgo que beneficios y por lo tanto es necesario contrarrestar con ciencia todo lo malo.

En el ámbito educativo, se encuentra que los medios pueden ser utilizados para influir en el gusto e interés de los niños por la ciencia, por ejemplo los programas de TV que se dedican al entretenimiento de los niños, pueden comunicar y acercar la ciencia de una manera dinámica y agradable, por medio de la curiosidad, el humor, el lenguaje sencillo y la entrega de sorpresas, y sobre todo alejándose de la modalidad de enseñanza magistral.

Ejemplos de esto se encuentran en los siguientes fragmentos:

Estos medios, principalmente la televisión, han incurrido en difundir una imagen estereotipada del científico y de la ciencia (omnisciente, universal, poderosa). Existen numerosos estudios que reportan cómo los medios de comunicación son fuentes determinantes en la formación de ciertas imágenes respecto a la ciencia y el científico -cfr. De Cheveigné y Verón, 1996; Long y Steinke, 1996; Jones, 1997; Nisbet et al., 2002; Weingart et al., 2003; Jörg, 2003; Flicker, 2003; Bauer y Schoon, 1993; Lee, 1998; De la Peña, 2005 y 2004, entre otros- (Domínguez - Gutiérrez, s.f, p. 8). 49 s.f () () III 8 CO [02].

Scientists should take the initiative in correcting this situation [negative image of science]. The public press and other media of mass communication exert a great influence in shaping public opinion. The A.A.A.S. report states that: ". . . science receives an unduly small share of the budget of newspaper space or broadcasting time. The situation reflects a rather low level of interest in science on the part of the public." On the other hand a recent survey (Anon) has shown that newspaper articles on scientific subjects are consistently among the most interesting to newspaper readers. Possibly it is the erroneous belief of journalists that the public is not interested in matters of science which results in such poor coverage, thus creating a vicious cycle. Better press relations could do much to strengthen the ties between science and the public (Khamene, 2011, p. 4). 62 2011 As (3) (2) I 4 [01].

Analizando específicamente *La ciencia en la televisión colombiana*, se encontraron 45 fragmentos, todos del contexto latinoamericano. En Colombia solo el 21% del tiempo al aire y 2 horas y 21 minutos de las 11 horas y 24 minutos de grabación de comerciales, correspondieron a información con elementos científicos. En la franja para adultos, un 26% del tiempo al aire de los comerciales presentan contenido científico, en la franja infantil solo el 17% emiten estos contenidos. En relación con los días entre semana se presentan más comerciales que tienen relación con la ciencia, a diferencia de los fines de semana en los que se presentan menos.

Analizando los contenidos, se encuentra que se hacen referencia al "método científico", de cuatro maneras diferentes: como argumento, demostración, experimento y testimonio. Como argumento se utilizan testimonios de un narrador institucional en los que se comentan las características técnicas y científicas del producto mediante esquemas, diagramas y modelos. Información que es superficial, que utiliza un vocabulario desconocido e incomprensible para el público, además no muestra como fue el proceso de creación del producto, que problemas y/o obstáculos se presentaron, quienes intervinieron en este proceso y como llegaron finalmente a la creación de

este y no otro producto. En estos argumentos no hay posibilidad de contradecir o modificar las afirmaciones, es un hecho que se presenta de manera indiscutible.

En la demostración, que ocupa un 36% del tiempo al aire, se presenta el funcionamiento y elaboración del producto mediante testimonios y experimentos, no para mostrar su contenido teórico sino para simular el acceso que tiene el público a los mismos, lo cual envía la premisa de que todos los experimentos se pueden realizar de una manera fácil y sin las precauciones y/o análisis necesarios. En los experimentos científicos presentados en la televisión, se utiliza la incertidumbre en los resultados que se esperan obtener, por lo que los personajes, las acciones y los escenarios giran en torno a mantener esta incertidumbre, por lo que, la actividad de preparación, lectura crítica, formación de hipótesis y demás quedan anuladas. De la misma forma, estos experimentos, visualmente son llamativos y espectaculares, los resultados del experimento se dan en segundos y con solo mezclar reactivos, entonces, la rutina de trabajo diaria, los procesos de análisis y experimentación por meses e incluso años, son desechados y reducidos a un juego científico.

Y en relación con la alusión del método a manera de testimonio, se encuentra que usan los testimonios del público, para mostrar que el producto ya se probó, por lo tanto es seguro y que las personas sientan el uso del producto más cercano y gratificante, y de esta forma los argumentos científicos o los suministrados por la empresa adquieren autoridad, lo que compromete emocional y afectivamente al público a los conocimientos y prácticas científicas. Una parte importante de este análisis, es que el público, es representado por las familias y hogares, donde la mujer es la cabeza de la familia y que sus escenarios de adquisición de la información científica es en su casa; lo que está ligado a la representación de un público que solo sirve como testigo o como asistente de laboratorio, no toma decisiones y no participa en las investigaciones, su función es solo recibir información, un papel que subordina totalmente al público; lo mejor se puede encontrar es los comerciales, que son una simbiosis entre experto científico y el público, donde no se sabe si se está representando a público legos con conocimientos científicos o a expertos científicos actuando como usuarios.

Otro de los factores a analizar en los comerciales colombianos, es el sector que más publicidad realiza, ya que de acuerdo con el sector, la representación de la ciencia puede cambiar. Un 62% del tiempo al aire se realiza promoción del sector farmacéutico, un 22% de alimentos y bebidas y resto de sectores tiene menos de un 14%. La mayoría de la publicidad es del sector de la salud, cuidado personal y la medicina, relacionando productos como los medicamentos (25,7%), los alimentos sanos y funcionales (10,8%), productos de aseo e higiene personal (9,2%), vitaminas y suplementos vitamínicos (8,8%), cremas para el cuidado corporal (5,7%), champús y cremas para peinar (4,6%).

Algunos ejemplos de esta temática lo muestran estos fragmentos:

La alta credibilidad de la que goza la ciencia en amplios sectores de la sociedad, y su consecuente uso como recurso retórico en una gran variedad de géneros televisivos, nos puede llevar a pensar que la presencia de la ciencia en la publicidad televisiva nacional es alta. Sin embargo, los análisis estadísticos realizados a la muestra de comerciales de televisión arrojaron que tan solo el 21% del tiempo al aire de los comerciales televisivos contiene elementos relacionados con la ciencia (Torres y Alexis, 2013, p. 455). 55 2013 L () (76) I 455 CO [10].

A diferencia de los comerciales en donde la dramatización del experimento es usada para comprobar qué tipo de relación existe entre las entidades que se enuncian en los diálogos, las demostraciones se usan para recrear ante los ojos del espectador la relación existente entre las entidades, que de ante mano se da por cierta. Mediante el uso de demostraciones visuales se pretende llevar a que las afirmaciones verbales sobre el producto constituyan certezas. En un mensaje en el que la certeza es fundamental, el método científico es concebido como la manera en que se puede mostrar el funcionamiento de los productos, no para descubrir o explicar su funcionamiento, pero sí para recrear visualmente las interacciones entre las entidades enunciadas en las afirmaciones. En las demostraciones se omite la formulación de hipótesis y tampoco existe espacio para explicaciones provisionales y tentativas sobre el fenómeno estudiado, las explicaciones desplegadas en las representaciones visuales pretenden ser de carácter definitivo (Torres y Alexis, 2013, p. 457). 55 2013 L () (76) I 457 CO [21].

Una de las preguntas clave a la hora de estudiar las representaciones del público es ¿De qué manera es recreada la relación entre el público y el conocimiento científico? Una vez analizados los comerciales se encontró que el público es representado, o bien como testigo o como asistente de laboratorio. En muy pocas ocasiones se le presenta dirigiendo o tomando decisiones importantes en la investigación y su participación en el mejor de los casos, se limita a actuar como asistente de laboratorio. En otros aparece como testigo del experimento y la mayoría de las veces se encuentra del otro lado de la pantalla y es referido implícitamente por los protagonistas del comercial (Torres y Alexis, 2013, p. 455). 55 2013 L () (76) I 455-1 CO [31].

Finalmente en esta temática, se encontraron 9 fragmentos del contexto latinoamericano, que hacían alusión a La imagen de la Química transmitida en los medios de comunicación. La Química y sus científicos, siempre ha estado en medio de dos sentimientos por parte del público hacia ella, el amor y el odio, debido a la gran cantidad de información que los medios de comunicación comunican frente a sus beneficios y riesgos, sumado a la escasa formación educativa del pública en esta asignatura, que hace que la industria hipertecnológica y la mentalidad mercadotécnica los esclavicen y les vendan la idea de que con la Química se puede dar solución a todos los problemas humanos.

Igualmente se encuentra que las noticias que son publicadas por los medios de comunicación, la palabra química se encuentra ausente o si se encuentra, es utilizada como adjetivo negativo para indicar la procedencia de los efectos negativos del uso de un producto y/o acción. Así mismo al presentar una noticia de un accidente industrial o en casos de contaminación, la información que se transmite es el error y/o personas o productos causantes del accidente y no el carácter positivo de la noticia, lo que se hizo o como se solucionó. La palabra química, suele aparecer cuando se está expresando alguna enfermedad o daño en la salud de las personas, por lo que la asocian directamente con efectos perjudiciales para la salud, todo lo químico es malo. Pero también suele suceder que las personas al hablar de un tema o explicar un suceso no sabe la definición de ciertas palabras, por lo que usan términos indistintamente y vana generando errores en la comprensión del público, por ejemplo: el mencionar que no hay que estar en contra de los productos químicos porque todo tiene química, el agua es química, no diferencian entre lo que es la química y una sustancia química. De la misma manera, confunden lo que es la síntesis química con las alteraciones de las sustancias.

Una forma de conseguir que el público se aproxime a la química por gusto e interés en comprender su actividad, puede ser mediante el acercamiento al público de manera agradable y divertida, utilizando diferentes métodos para compartir conocimientos.

Ejemplos de esto lo evidencian los siguientes fragmentos:

Quando se analisa a distribuição dos conteúdos segundo o grau de relevância da química, observa-se uma grande semelhança entre os perfis dos dois jornais. Os resultados apontam que, na maior parte das notícias (71% para ambos os jornais), a palavra “química” apresenta grau de relevância nulo no contexto da notícia. Frequentemente, essa palavra encontra-se desprovida de sentido realmente químico, confirmando o seu uso excessivo como expressão popular, não raramente de caráter pejorativo. Em outros casos, o significado da palavra química é irrelevante no contexto da notícia, constituindo um mero exemplo. Os demais conteúdos estão distribuídos de forma relativamente equilibrada entre os demais graus de destaque. Destaca-se, nesse ponto, que somente em 10% das notícias, aproximadamente, a química possui relevância máxima segundo os critérios de classificação empregados (Cardoso, Marson, Moraes de Rezende y Viana, 2013, p. 1562). 45 2013 L (36) (10) | 1562 CO [02].

Esta indica, ainda, que as pesquisas são os conteúdos reportados com maior frequência, seguidos dos conteúdos que reportam fatos e suas repercussões. Esses dados, particularmente, contemplam todas as notícias analisadas, exceto aquelas com grau de relevância nulo. A partir disso, vale salientar que, em muitas das notícias a respeito de fatos e repercussões, o destaque da química foi considerado baixo, motivo pelo qual a imagem da química não foi analisada. Porém, notícias sobre acidentes em indústrias e casos de contaminação, por exemplo, tendem a repercutir muito mais na imprensa do que pesquisas e notícias de caráter positivo. Supõe-se então que a referência à química, mesmo que discreta, nesses tipos de conteúdos, poderia maximizar percepções negativas por parte do público geral, hipótese que poderia ser mais bem avaliada em outros estudos (Cardoso, Marson, Moraes de Rezende y Viana, 2013, p. 1564). 45 2013 L (36) (10) | 1564 [07].

Analisando as notícias que contêm a palavra “química”, percebe-se que as visões de química presentes nos textos são diversas, ora mais explícitas, ora mais implícitas. As matérias a seguir ilustram a complexidade dessa análise:

1. “[...] A nova droga produzida a partir do açafraão-do-prado (*Colchicum autumnale*) circula na corrente sanguínea, mas só é ativada por uma substância química emitida por tumores malignos. [...]”, extraído de “Droga com flor do Egito antigo combate câncer em cobaias” (Folha de S. Paulo, 24/06/2011).
2. “[...] Entre os pontos da lei que o secretário apontou como imprecisos está o trecho que proíbe pesquisas com “substâncias químicas”. “Tudo é substância química. Até a água, que contém hidrogênio e oxigênio”, comentou [...]”, extraído de “Lei das Cobaias é ‘inexeqüível’, diz secretário do RJ” (O Estado de S. Paulo, 04/01/2008).
3. “[...] Sempre haverá um químico criativo que conseguirá ampliar o poder de drogas e o gosto de alimentos com características nutricionais suspeitas [...]”, extraído de “Tabaco sem gosto” (Folha de S. Paulo, 22/03/2012) (Cardoso, Marson, Moraes de Rezende, y Viana, 2013, p. 1565) 5 2013 L (36) (10) | 1565 [08].

- *Subcategoría Divulgación Científica y Tecnológica*

Esta subcategoría está en el tercer lugar respecto a las demás subcategorías definidas en esta categoría, con un 14,06% (tabla 14). En el análisis de contenido de las unidades de registro se encontraron ocho temáticas tal como lo muestra la tabla 17.

Tabla 17. Temáticas de la subcategoría “Divulgación Científica y Tecnológica”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
Definición	21
Importancia	13
Agentes y su papel	22
Propósitos	18
Desarrollo y Obstáculos	12
Característica: Lenguaje	8
Relación con la Educación	6
Divulgación de la Química	4
Total	106

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la temática *Definición*, se encontraron 21 fragmentos de los cuales 13 son de revistas latinoamericanas y 8 de europeas. Lo primero que hay que mencionar es que algunos de estos fragmentos expresan que el término “divulgación” es diferente al de popularización y vulgarización, debido al idioma en el que se manejan, es decir, en idioma español se usa el término “divulgación”, en inglés el de popularización (Popular Science) y en el francés se usa el de “vulgarización” (vulgarisation scientifique; vulgarisation des sciences); es importante mencionar que este último término en el contexto latinoamericano y en idioma español, adquiere connotaciones peyorativas (degradar el saber, simplificar, trivializar, rebajar el nivel de rigor).

Para el presente trabajo y de acuerdo con los fragmentos en esta temática, la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología, hace referencia a una forma de comunicación de la ciencia, que consiste en la comunicación de la información, actividades y conocimiento científico, por parte de una serie de actores, tales como científicos, filósofos y/o periodistas a la sociedad, al público en general, mediante la transcodificación y adaptación de sus contenidos a un lenguaje sencillo y comprensible para todos.

La divulgación es, por tanto, una forma de comunicación de la ciencia, es también una forma de comunicación social de la ciencia y un modo de difusión o diseminación de la misma, pero no uno cualquiera. Es un tipo de comunicación entre la comunidad científica y la sociedad con adaptación del mensaje al receptor, que puede ser la sociedad en general o algún sector determinado de la misma. Excluye la comunicación entre expertos en el mismo campo, que no es divulgación, así como la simple difusión científica sin adaptación del mensaje al receptor. (Marcos y Chillón, 2010, p. 86). 2010 E (3) (1) V 86-7 CO [08].

Por medio de esta divulgación la ciencia ante la población deja de ser ajena, enigmática, especializada y compleja y empieza a formar parte de la vida de las personas, lo que permitiría que la ciencia sea hablada en todo lugar y circule socialmente para la toma de decisiones. Este proceso de divulgación ocurre en contextos no formales y es realizado a diversas audiencias, su estructura se compone de un emisor del contenido científico, que es el científico o profesional de comunicación en ciencia, el contenido científico que ha sido modificado a un lenguaje común y

sencillo para ser divulgado por diferentes medios de comunicación y el receptor de este mensaje, que es el público en general.

Sin embargo, el problema es que no siempre se toma esta definición de divulgación con la seriedad respectiva, debido a que son pocos los científicos que presentan interés por divulgar sus conocimientos y/o actividades al público en general, sino solo les interesa hacer difusión de la ciencia y la tecnología a sus colegas, olvidando que todo aquel que investiga en ciencia y tecnología adquiere la responsabilidad de divulgar sus procesos para democratizar el conocimiento científico. Pero hay que tener cuidado de no cometer el error de que al divulgar la ciencia solo se ofrezcan datos y estadísticas; que son importantes, pero no tanto como el permitir a la sociedad utilizar esta información para juzgar, criticar, confrontar las diferentes situaciones de la vida diaria relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Algunos ejemplos de los fragmentos de la temática Definición de esta subcategoría son:

La “divulgación Científica presupone una transposición de un lenguaje especializado hacia un lenguaje no especializado, con el objetivo de tornar el contenido accesible a una vasta audiencia” (Bueno, 1 995). “La idea es que la ciencia debería ser hablada en todos los lugares, inclusive en los mercados por el pueblo” (Pinheiro, 2007). “Hacer circular socialmente la ciencia, estimulando la curiosidad y el asombro, y fomentando la capacidad crítica y el debate sobre los asuntos controvertidos” (Alcíbar, 2004, p. 81 citado en Villarruel, 2013). 8 2012 E (1) (1) I 81 CO [15].

Y aquí es donde entraría la denominada “divulgación” de la ciencia como un paso hacia la adecuación de los conocimientos científicos a los límites de comprensión del lector medio, en el proceso hacia la conversión de la ciencia en algo “popular” en el mejor sentido de la palabra; esto es, accesible a un número máximo de personas en nuestra sociedad (Llácer y Ballesteros, 2012, p.58). 18 2012 E (17) () I 58 CO [14].

Tal como lo señala Rivera-Tapia (2002), «con la divulgación de la ciencia no solo se busca ofrecer datos, presentar hechos y dar información sino también brindar las pautas necesarias para comparar, confrontar y valorar conocimientos, reconstruir la información y evaluar las conclusiones» (p. 153). Se habla así de involucrar integralmente al público en el amplio contexto de la ciencia, para que su activa participación en las dinámicas de reflexión y debate le permita enriquecer su acervo cultural (Villarruel, 2013, p. 69). (54 2013 L () (8) II 69 CO [05]).

La temática Importancia de la divulgación de la ciencia y la tecnología, presenta un total de 17 fragmentos (9 de revistas europeas, 7 latinoamericanos y 1 anglosajón). Esta presenta la divulgación de la ciencia y la tecnología como una necesidad para otorgarle la legitimidad y utilidad a lo que está sucediendo en la actividad científica y tecnológica. Así mismo permite tener un mayor conocimiento del contacto de la comunidad científica, sus métodos y prácticas, también de los conocimientos especializados en determinados campos del saber científico.

Lo importante es que esta divulgación permite la comprensión del proceso de traducción de los conocimientos científicos y tecnológicos. En la actualidad varios científicos investigan su propia actividad y la de los demás, y divulgan sus resultados directamente a la sociedad, algunos ejemplos son: Watson y “La doble hélice”, Monod y “El azar y la necesidad”, y Jacob y “La estatua interior”. Y más recientes: Rachel Carson y “Primavera Silenciosa”; Penrose y “La nueva mente del emperador”; Gell-Mann y “El quark y el jaguar”; Dawkins y “El gen egoísta”, “El relojero ciego” y “Destejando el arco iris”; etc. 53 2010 L () (27) I 80 CO [08].

Junto a esta comprensión del público, también la divulgación adquiere importancia al presentar los conocimientos científicos de acuerdo con las necesidades, intereses y contextos de la sociedad en general, y por supuesto al realizar la divulgación con un lenguaje accesible a la estructura cognitiva del público. Es así como estos fragmentos expresan como la divulgación científica es importante para el público, porque al informarse de los avances de la ciencia pueden resolver problemas cotidianos, para los científicos, porque por medio de su acción generan una imagen del público hacia la ciencia diferente a la tradicionalista, lo que aumenta la confianza e interés de la sociedad hacia la misma, y finalmente, para el divulgador (que puede ser o no, el mismo científico) al disminuir la distancia entre la ciencia y el público. 20 2011 E (8) (2) II 139 CO [07]

También es importante la divulgación de la ciencia y la tecnología, porque ambas disciplinas manejan conceptos complejos y abstractos, los cuales son difíciles de entender por personas que poseen pocos o ningún conocimiento en ciencia y tecnología, por lo que el divulgador hace que se expliquen de una manera fácil los conceptos pero manteniendo la esencia de los mismos, resolviendo dudas, inquietudes y equivocaciones, las cuales surgen de la información que es suministrada por la oferta mediática, en la que algunos programas no cumplen con los requisitos de una correcta divulgación y por lo tanto lo que hacen es desinformar y generar concepciones erróneas de la ciencia y la tecnología.

Es así como la divulgación científica y tecnológica se convierte en una de las herramientas de la comprensión pública de la ciencia y la tecnología. Herramienta que ha sido explotada por medio de la creación de textos científicos divulgativos, por medio de los cuales se acerca al público lego a la ciencia, presentando los conocimientos de una manera atractiva, agradable y amena para los lectores, lo que elimina poco a poco la barrera entre la ciencia la sociedad.

Algunos ejemplos de esta temática son los siguientes:

Vale mucho entonces apostar y apoyar a la divulgación, y no como un adorno menor de la educación científica escolarizada, sino como una poderosa herramienta de apoyo en la comprensión pública de la ciencia y la tecnología y coadyuvante en los procesos escolarizados formales. No hay duda que la eficiencia discursiva que el texto audiovisual puede alcanzar, suele ser una eficiente motivación para despertar vocaciones y promover aprendizajes significativos, a partir de modelos no concebidos originalmente para el aprendizaje formal (Olmedo, 2011, p. 145). 20 2011 E (8) (2) II 145 CO [22].

Nunca como especialmente en los tiempos que hoy vivimos, la divulgación de la ciencia y la tecnología resultan de vital importancia para el ciudadano de un planeta que amplía, para bien y para mal, sus vientos globalizadores. Desde luego que dicha relación es fundamental y prioritaria en términos de un acercamiento indispensable, de puentes tendidos y hebras trenzadas entre el quehacer de la creación científica y el entender del hombre común del siglo XXI, en busca de ofrecer una aproximación confiable, contextualizada y pertinente a los retos que su devenir le plantean (Olmedo, 2011, p. 137). (20 2011 E (8) (2) II 137 CO [01]).

Respecto de la temática Agentes y su papel se encontraron 22 fragmentos (11 europeos, 10 latinoamericanos, 1 anglosajón), a partir de los cuales se considera que la divulgación de la ciencia y la tecnología, tiene ciertos agentes de divulgación, entre ellos están los agentes receptores prioritarios, a quienes se le direcciona directamente la divulgación, en este caso el público en general; los agentes generadores de contenido, los que producen ciencia y tecnología, como

universidades y centros de investigación; los agentes promotores, que desarrollan las actividades de divulgación, entre ellos se encuentran las instituciones, científicos y periodistas y finalmente los agentes transmisores, en los que están los medios de comunicación, los centros de divulgación científica y los centros de educación formal.

Si estos agentes mantienen sus funciones definidas y una conexión estrecha con la ciudadanía, el nivel de cultura científica de los ciudadanos se incrementará. En este punto es necesario que los científicos participen activamente en el proceso de divulgación científica, que comuniquen su actividad, que tomen como ejemplo Marie Curie, los físicos Max Planck, y Albert Einstein, los astrofísicos Stephen Hawking y Carl Sagan, el bioquímico Isaac Asimov, y el paleontólogo y Biólogo evolutivo Stephen Jay Gould entre otros, quienes por medio de la creación de libros de difusión transmitieron sus conocimientos a los legos, con el objetivo de romper las barreras de comunicación entre ellos y que el público adquieran una comprensión mayor del campo científico, el cual no es solo conocimiento, cultura, sino también poder: económico, industrial, político, militar, etc. (Chudnovsky, Tejada, Punset, 2008, citado en Mora y Parga, 2010). También se busca que el público reconozca que el científico no es un héroe, sino un trabajador que realiza continuas y arduas actividades diarias, que no siempre dan los resultados esperados, pero que fueron planeadas, desarrolladas y comprobadas como todo plano de acción cuando se emprende un proyecto, es un trabajo común, con actividades propias como todas las profesiones y lo más importante que las realiza un ser humano que siente y vive igual que los demás.

Los artículos de divulgación científica son uno de los principales recursos con los que cuenta un divulgador de la ciencia, ya que por medio de estos pueden diseminar el conocimiento científico al público, pero se debe tener presente que estos artículos son diferentes a los de investigación científica y tecnológica. Los de divulgación tienen títulos cortos, llamativos y comprensibles al lector, en la introducción debe estar un resumen de los puntos más importantes de la investigación, contienen figuras e ilustraciones para resumir y esquematizar la información, la narrativa se realiza de manera secuencial y personal, los sujetos son los fenómenos, se presenta el proceso de búsqueda de la actividad científica, las controversias, polémicas y negociaciones. Aunque lo anterior no evita que existan científicos que consideren que el divulgar la ciencia es una pérdida de tiempo, que piense que la persona brillante debe producir ciencia y si no lo es que se dedique a divulgarla, un pensamiento egoísta que lamentablemente en el pasado permaneció y que en algunos sectores aún prevalece.

El principal obstáculo que los científicos encuentran para realizar divulgación científica radica en que deben salirse de su zona de confort, de su rutina y empezar a trabajar en algo nuevo, único y diferente, en el cual no tienen tanta experiencia, tal como lo expresa Yriart (1990) y acuñado por Manovich (2006) que están citados en Villarruel (2013), empezar a un proceso de transcodificación del lenguaje, en el cual no solo se traducen los mensajes de la ciencia al lenguaje cotidiano, sino que crean un discurso a través del cual el científico y el lego interactúan al compartir conceptos, valores e incluso percepciones sobre la realidad.

Algunos ejemplos de estos lo muestran estos fragmentos:

Existe otro detalle del que poco hemos hablado acerca del «divorcio de los saberes» que persiste en los procesos de la divulgación de la ciencia y la tecnología que se hace necesario superar, para lograr la humanización del conocimiento y así establecer el «vínculo roto» entre científicos o

expertos y ciudadanos: «acercar el conocimiento especializado al ciudadano haciendo ver que el científico más que un héroe es un trabajador, y que detrás de cada logro científico existe un arduo proceso de trabajo que no siempre da resultados. Que los científicos y su trabajo van más allá de batas blancas, y los tubos de ensayo» (Castellanos, 2008, citado en Jiménez y Palácio, 2010, p.242) 55 2010 L () (69) II 242 CO [21].

¿Qué rol debe jugar este en el proceso de alfabetizar científicamente a la población? Es muy probable que el mayor problema por el cual el científico se muestra reacio a las tareas de divulgación se deba a que necesita abandonar sus zonas de confort, entre ellas la que provee el dominio de los códigos lingüísticos que comparte con sus pares, para entrar a un proceso que Yriart (1990) citado en Villarruel (2013), denomina transcodificación del lenguaje, término acuñado por Manovich (2006) para explicar el lenguaje de los nuevos medios de comunicación, que junto con la representación numérica, modularidad, automatización y variabilidad, conforma los principios generales que definen dicho lenguaje. Al respecto se debe entender que redactar un texto divulgativo no implica simplemente traducir los mensajes de la ciencia al lenguaje cotidiano, sino crear un discurso a través del cual el científico y el público no experto interactúen, al compartir conceptos, valores e incluso percepciones sobre la realidad (Villarruel, 2013, p. 74). 54 2013 L () (8) II 74 CO [16].

Frente a los *Propósitos* de la divulgación científica y tecnológica, se encontró en 18 fragmentos (12 del contexto europeo, 5 del contexto latinoamericano y 1 asiático), que los propósitos se enfocan en que el público comprenda la actividad científica y de esta manera participen democráticamente en la sociedad moderna, que con sus comprensiones tengan la capacidad de criticar y utilizar sus ideas para realizar argumentos y reclamaciones a la comunidad científica e incluso políticos que generan reformar en materia de ciencia y tecnología. Igualmente, esta comprensión le permite funcionar de forma eficiente en la vida diaria, poder utilizar la tecnología a su favor y tomar decisiones con conciencia principalmente en el momento de elegir a sus representantes políticos y a participar en las charlas en materia de riesgos y evaluación ambiental (Nelkin, 1995; Gregory y Miller 1998; Irwin, 1995 citados en Delicado, 2010).

Otros investigadores también afirman que la divulgación científica tiene 5 propósitos: comunicación, cognición, responsabilidad social, contextualización, y participación ciudadana, en todo lo que tiene que relación con temas tecno-científicos y que afectan el devenir cotidiano, pero siempre analizando desde la perspectiva de las tres partes fundamentales de la divulgación científica: El científico, el divulgador y el público (Olmedo, 2011).

Propósitos que están enfocados en informar al público sobre el desarrollo y avances de la ciencia y la tecnología, pero utilizando un lenguaje y una explicación que permita la comprensión, despierte el interés y cubra las necesidades del público, para esto es necesario que la información que se transmite especifique el trabajo del científico para que no se generen imágenes simplistas de la actividad científica. Es esencial que en este proceso se muestre que el surgimiento de la ciencia y la tecnología tiene un contexto político, económico, social y cultural, los cuales afectan constantemente el impacto y aplicación en el día a día del público.

Por medio de esta contextualización el público adquiere las bases o pautas adecuadas para comparar, valorar y confrontar sus conocimientos y el de los demás, esto ayudará a que el público aprecie los beneficios y riesgos del desarrollo científico, como por ejemplo, valorar la función de los estudios científicos en la prevención de daños causados por los fenómenos naturales o por acción del hombre sobre el medio ambiente; también se busca que el público apoye la inversión

de recursos y de políticas a favor de la CyT, así como de la publicidad que busca generar una vocación científica en niños y jóvenes y así se empieza a tender puentes entre el científico y el hombre de la calle. No se busca que el público sea un experto en CyT, sino que se genere una cultura científica de la sociedad.

Uno de los aspectos más importantes en esta temática es que a los procesos de divulgación científica se acercan solo quienes están interesados en ella, es decir, es de libre elección, el público asiste a un museo de ciencias o una exposición científica, porque quiere por decisión propia para adquirir conocimientos o ampliar los que ya posee, nadie garantiza que el aprendizaje se efective o automáticamente, la persona decide que toma y como lo hace y que desecha, una divulgación libre, distraída, desordenada y sin mediación, asegura pocas posibilidades de incrementar la comprensión pública de la ciencia (Olmedo, 2011, p.144). La divulgación si puede tener una función educativa, ya que es una herramienta de apoyo a la educación escolarizada y al aprendizaje autodidacta, pero si se desea utilizar los procesos de divulgación científica para beneficio de propósitos educacionales, se deben realizar las siguientes acciones como expresa (Olmedo, 2011, p.143-144):

- Armonizar los lineamientos del currículum formal con la experiencia informal.
- Utilizar los productos de divulgación como extensiones extracurriculares.
- Integrar las experiencias con el resto de las disciplinas curriculares.
- Fomentar que la exposición a los entornos de divulgación sea orientada bajo lineamientos que favorezcan que la experiencia cognitiva, tome en cuenta los conocimientos previos del estudiante y se favorezcan las aproximaciones tendientes al desarrollo de habilidades para la resolución de problemas, la colaboración y la creatividad.

Algunos ejemplos de esta temática son:

Calvo-Hernando (1999) y Alcívar (2004) citados en (Villarruel, 2013), enuncian los propósitos de la divulgación de la ciencia y la tecnología en los medios de comunicación, los cuales se resumen en los siguientes puntos:

- Informar sobre aquellos aspectos de los descubrimientos científicos y de las innovaciones tecnológicas que puedan resultarles de utilidad a los destinatarios de la información.
- Señalar los impactos y las consecuencias positivas y negativas que la aplicación del conocimiento y el desarrollo científico y tecnológico tiene sobre la sociedad. La nueva e importante misión ética que desempeñan los medios es ayudar a comprender los riesgos asociados a la ciencia y los beneficios potenciales de su aplicación.
- Constituirse en aparato crítico de la actividad tecnocientífica, lo cual supone abandonar la actitud complaciente que cultivan algunos divulgadores, para adoptar un papel de control (a la manera de los analistas políticos) que informe más acerca de qué de la ciencia.
- Difundir un conjunto de reglas de conducta o instrucciones de acción social a seguir en determinados casos, sobre la base de los conocimientos científicos y tecnológicos. Un buen ejemplo son las recomendaciones que al inicio de cada verano los medios proponen a los ciudadanos para soslayar los riesgos que para la salud conllevan las exposiciones prolongadas al sol sin la protección adecuada.

- Entretener, recurriendo para ello a los aspectos intrínsecamente más enigmáticos de la ciencia (sobre todo los temas que entroncan con los orígenes del universo, de la vida, del hombre, etc., y con la extinción de los dinosaurios, de los neandertales, etc.), así como a otros valores-noticia relacionados con la capacidad de entretenimiento (Calvo-Hernando, 1999; Alcibar, 2004 citados en Villarruel, 2013, p. 73)

Para Olmedo (2011) pp. 138-139) sería:

- Informar al público sobre los avances en materia de ciencia y tecnología, mediante explicaciones adecuadas al nivel cognitivo, interés, necesidades y origen del público receptor.
- Explicar la metodología y los procedimientos que la ciencia sigue para llevar a cabo los propósitos que se ha fijado, resultado de un meticuloso y cotidiano trabajo de equipo y no de visiones simplistas que ven al avance científico como momentos únicos e irrepetibles de seres con dones especiales, que deben sus creaciones sólo a su genialidad superior. Si se aprende a analizar los problemas cotidianos desde un camino metódico, amplio y riguroso, habrá sin duda mejores herramientas para encontrar soluciones.
- Ubicar el contexto político, económico, social y cultural en el que surgen la ciencia y la técnica y mostrar las formas en las que los avances y las aplicaciones se irán insertando en el día a día de la vida del ciudadano común.
- Ofrecer al público las pautas para que compare, valore y confronte los conocimientos, a fin de que los reconstruya con base en su propio contexto y obtenga conclusiones sobre la información científica y tecnológica que le es ofrecida
- Apreciar su valor como principio precautorio en aspectos tales como dar a conocer formas de prevenir daños susceptibles de ser causados por los fenómenos naturales o por la acción del hombre sobre el medio ambiente.
- Contribuir a fomentar un pensamiento favorable hacia la ciencia, por parte del público no especializado, aspecto fundamental, para que la ciudadanía apoye y valide tanto la inversión de recursos, generalmente escasos, y que en casos ideales logre influir en la definición de la política científica.
- Fungir como una herramienta complementaria de la enseñanza escolarizada.
- En casos ideales, despertar una vocación científica entre niños y adolescentes, fomentar una cultura científica.

La siguiente temática, *Desarrollo y obstáculos*, con un total de 14 fragmentos (9 del contexto latinoamericano y 5 del contexto europeo), presenta que la divulgación científica solo es útil para el público que ha tenido acceso a la educación formal, aunque la divulgación trata de cubrir a todas las personas, no puede atender a todos y cubrir sus carencias educativas, pensar esto sería un despropósito. Otro obstáculo, es que para divulgar la ciencia, es necesario que los científicos que realizan la actividad científica y tecnológica, la comuniquen, pero para ello deben estar preparados en comunicación, aspecto que no es fortalecido en las carreras científicas.

La divulgación también presenta el inconveniente de que en ocasiones al querer divulgar la ciencia y romper las barreras ente la ciencia y la sociedad, lo que hacen es simplificar la actividad científica y complacer la curiosidad del público para que ellos no realicen un esfuerzo en comprender lo que la actividad científica implica, pero también se encuentra el otro extremo, en el que el comunicar es tan específico, que se utiliza un lenguaje y terminología científica poco accesible al público, y conceptos científicos muy difícil de comprender si no se cuenta con una base establecida, esto

genera una barrera de incompreensión en el público, que le indica que la ciencia es muy difícil y que efectivamente los que la practican son unos genios, consolidando la idea de la torre de marfil (Llácer y Ballesteros, 2012).

La función de la divulgación científica, es vencer esa torre de marfil, pero también contra los tres paradigmas propuestos por Bauer, Allum y Miller (2007) citados en Soledad (2012): el “paradigma de la alfabetización científica”, el de la “comprensión pública de la ciencia” y de “ciencia y sociedad”, ya que los tres están basados en el déficit. El primero asume que los que saben son pocos y son iletrados, por lo que deben ser educados para que puedan participar en la toma de decisiones; en el segundo, también se considera un déficit del público y que generará una actitud negativa para el desarrollo científico y el tercero, es el único que no considera que el déficit es de los científicos porque tienen el prejuicio de que el público carece de conocimientos y confianza, por lo que proponen como solución la participación del público en la toma de decisiones científicas.

Otro de los obstáculos de la divulgación, es la creencia que tienen algunos científicos de que divulgar la CyT, es impropio porque está en contra de su status y su saber, porque los científicos al tener el conocimiento deben dedicarse a demostrar nuevas teorías y teoremas y no a exponer sus saberes a la crítica y/o interpretaciones públicas. Motivo por el cual, cuando un científico divulga su trabajo, este es considerado mediocre y es rechazado por muchos científicos porque ya no está al mismo nivel suyo.

Algunos ejemplos de esta temática están en los siguientes fragmentos:

En ocasiones, se produce incluso en el género divulgativo un alejamiento del científico frente al público general, más o menos consciente o deseado...El abuso de terminología científica poco accesible en un artículo que pretende divulgar...frases extremadamente difíciles en las conclusiones...o incluso conceptos científicos muy específicos no previamente introducidos...hacen que la supuesta pretensión de divulgar, no se cumpla. En cambio, se establece una barrera de incompreensión con el lector. Queda en el lector la idea alternativa de que “esto debe de ser muy difícil” o alternativamente “los que hacen tal trabajo deben de ser muy inteligentes”, que tal vez es en realidad la idea que se pretende transmitir: cimentar la torre de marfil (Llácer y Ballesteros, 2012, p. 57). 18 2012 E (17) () I 57 CO [13].

En 1940, el matemático británico Godfrey Hardy, en su imprescindible libro Apología de un matemático, sostenía que los científicos constituían la inteligencia de primera fila y que los divulgadores de la ciencia eran mentes de segunda...Hardy afirma en su libro que «la exposición, la crítica, el aprecio, es un trabajo para mentes mediocres. [...] Es una experiencia melancólica cuando un matemático profesional se dedica a escribir sobre la matemática. La función de un matemático es hacer algo, demostrar nuevos teoremas, añadir a la matemática y no hablar de lo que él u otros matemáticos han hecho». Hardy, que fue un matemático brillante, creador de teoremas con su nombre, se excusa por escribir un libro de divulgación: «Escribo sobre la matemática porque, como cualquier otro matemático que tiene más de 60 años, ya no tengo la frescura de mente, la energía ni la paciencia para realizar mi trabajo con eficacia» (Elías, 2012, p. 6). 24 2012 E (173) () I 6 CO [01].

Ya se ha reiterado la forma de divulgar el conocimiento científico y el lenguaje utilizado es esencial para generar una correcta comprensión por parte del público. En esta temática se encontraron 8 fragmentos (5 del contexto europeo y 3 del contexto latinoamericano). La tarea de la divulgación es traducir a un lenguaje de la ciencia para convertirlo en un lenguaje accesible al saber común. Un científico puede ser experto en un tema y considerar que por esta razón puede comunicar al público, pero no siempre se tiene esa capacidad, porque para esto es necesario que consideren que los códigos y lenguaje creados en una disciplina debido a su complejidad, son difícil de traducir al lenguaje común y requieren de rigor, constancia, esfuerzo y precisión y verificación porque aunque existan términos comunes y compartan la misma sintaxis, su significado puede ser diferentes y por lo tanto comprendidos de manera diferente por los diferentes públicos.

Los científicos, usan un lenguaje esotérico, debido a su grado de especialización y conocimiento experto, es un lenguaje propio que se usa solamente para hablar con sus colegas y en las publicaciones que están destinada a los mismos, en cambio, que el lenguaje que es utilizado para transmitir al público la CyT, es un lenguaje exotérico, que es la traducción del conocimiento científico para utilizar en la divulgación y en la enseñanza, el cual también es para las personas que conozcan algo de la CyT y demuestren un interés por el conocimiento científico. Es de especial atención que la divulgación no se convierta en una corriente opuesta, como la “pseudociencias”, que utilizan el lenguaje científico para ganar credibilidad y respeto, pero transmiten conceptos erróneos y dificultan el acceso y comprensión del público de la ciencia. La divulgación no busca la gnosis, sino una tarea seria como la realizada por la propia ciencia, una tradición suave, pero de mediación especializada (Llácer y Ballesteros, 2012).

Los siguientes fragmentos muestran ejemplos de esta temática:

En una sociedad donde el componente comunicacional se hace cada día más evidente, a la vez como realidad y como problema, es seguro que el aspecto lingüístico adquiere nueva importancia; y sería superficial reducirlo a la alternativa tradicional de la palabra manipuladora o de la transmisión unilateral de mensajes por un lado, o bien de la libre expresión o del diálogo por el otro” (Lyotard, 1979 citado en Mazzaro, 2010, p. 123). 44 2010 L (2) (2) I 123 CO [04].

La divulgación enfrenta en sí misma la tarea de traducir un lenguaje que surge del conocimiento real y convertirlo en accesible al saber común. El lenguaje desarrollado dentro de las comunidades científicas, como código explicativo de sus creaciones, está realizado a la medida de su necesidad y nivel de complejidad, lo cual lo hace generalmente intraducible a diferentes ámbitos, incluyendo desde luego al del público no especializado. Aún y cuando los lenguajes compartan la sintaxis y muchos términos comunes, los significados suelen ser muy diferentes. Del mismo modo, dar a conocer la actividad tecno científica requiere de rigor, constancia, esfuerzo y precisión y verificación, y no puede darse como consecuencia automática al dominio del saber científico. Ser experto en un tema, no implica tener la capacidad de traducirlo y transmitirlo al público lego (Olmedo, 2011, p. 141). 20 2011 E (8) (2) II 141 CO [11].

La Relación con la educación, fue determinada con 6 fragmentos (3 latinoamericanos y 3 europeos), en los que se observa una relación cercana y más de complementariedad que de exclusión, aunque tienen objetivos diferentes en términos de obligatoriedad, estructura y evaluación. La educación científica tiene como elementos puntuales el interés en la ciencia y en

la formación de científicos, y la divulgación tiene la posibilidad de reforzar, detonar y recuperar experiencias previas de la educación científica. Ambas buscan mejorar las capacidades científicas de la sociedad y sirve como intermediarios entre la ciencia y el ciudadano. Por ejemplo:

Acercarnos a recrear un tsunami, mostrarnos el interior de un volcán o modelar el código genético, es imposible de visualizar para el ojo humano, mientras que con el apoyo de un buen documental, de una televisión y de un reproductor de videos o DVD, es perfectamente posible recrearlas dentro de las cuatro paredes de un salón de clases (Olmedo, 2011, p. 142) 20 2011 E (8) (2) II 142 CO [14].

Las diferencias y semejanzas entre ambas, se pueden determinar en términos epistemológicos como afirma García (2003) en Olmedo (2011), las diferencias son: 1) En la enseñanza formal se busca más el aprendizaje que el interés o solo la adquisición de información. 2) En la enseñanza formal se requiere de un contrato y una forma de evaluación, en la divulgación no, porque los índices cambian de acuerdo con el interés, la satisfacción y utilidad en la percepción del público a quien se dirige. 3) La enseñanza formal es de carácter obligatorio y busca preparar a los futuros científicos, pero la divulgación solo busca que el público conviva con la ciencia y se disfrute esa convivencia.

En cambio las semejanzas según Roqueplo (1983) citado en Olmedo (2011) son: La divulgación complementa a la educación científica, ya que se especializa en temas particulares los cuales no han podido ser trabajados en los programas curriculares, la divulgación sería inútil sin la existencia de conocimientos previos de la ciencia en el público brindados por la escuela que generan el interés por ir más allá, aunque también puede pasar que una enseñanza descontextualizada, repetitiva, de uso de fórmulas y de solo memorización efímera, crea la brecha ente la ciencia y el público y desmotiva a los estudiantes por estudiar carreras científicas y por informarse en temas de divulgación de la ciencia y finalmente, los académicos deberían acercarse a conocer los productos de la divulgación, no para convertirlos en su herramienta principal de trabajo, sino para apreciar sus modelos de dramatización, analogías y contextualización para trasladarlos al diseño instruccional y a la impartición curricular dentro y fuera de las aulas.

Ejemplos de esta temática son:

Para hablar de las diferencias y semejanzas entre la educación y la divulgación, resulta pertinente establecer primero, las condiciones que las diferencian en términos epistemológicos. Es posible establecer algunos elementos que permiten puntualizar las diferencias entre divulgación y enseñanza, entre los cuales destacan (García, 2003):

- La enseñanza formal de la ciencia requiere que el estudiante aprenda y no sólo que se informe y se interese, es más, la enseñanza formal comúnmente antepone el aprendizaje al interés.
- Dos de los pilares de la enseñanza formal son tanto el contrato educativo que se celebra entre instituciones y estudiantes y los mecanismos de evaluación que determinan la aptitud o ineptitud del estudiante. En el caso de la divulgación, no existen ni contratos, ni requisitos de evaluación, ya que en el mejor de los casos, se podrán obtener índices de interés, satisfacción y utilidad en la percepción del público a quien se dirige.

- A diferencia de la enseñanza formal de carácter obligatorio, la divulgación tiene como responsabilidad fundamental que el público conviva con la ciencia y de ser posible disfrute dicha convivencia, mientras que la escuela tiene como misión el preparar las generaciones futuras de científicos (Olmedo, 2011, p. 143) 20 2011 E (8) (2) II 143 CO [15].

Desde luego que hay claros desencuentros epistémicos entre la divulgación científica y la enseñanza escolarizada, pero hay también extensas confluencias. Roqueplo (1983) encuentra cuatro tipos de relaciones claras en donde surgen las concurrencias. En primer lugar, hay una relación de complementariedad ante dos desventajas claramente perceptibles en la enseñanza: la especialización temática y el retraso de los programas curriculares con relación a los avances de la ciencia. Una segunda relación es la de dependencia directa, ya que la divulgación será inútil sin la existencia de un conocimiento previo que ofrece la escuela, y no es posible poner interés sino en aquello de lo que ya se tiene una idea. La tercera relación es la de dependencia negativa derivada de que en términos generales la enseñanza, especialmente a nivel de secundaria y preparatoria, termina por desalentar el apetito por la ciencia y vacunar en contra de cualquier interés científico. La enseñanza descontextualizada, la repetición de fórmulas y la memorización efímera se convierten en “tierra fértil” para abrir la brecha entre la ciencia y el público, además de inhibir la intención futura de los estudiantes por matricularse en alguna carrera científica y por interesarse en las diferentes expresiones de divulgación de la ciencia. La cuarta y última relación es de dependencia inversa, en la que los académicos deberían acercarse los productos que ofrece la divulgación, no para convertirlos en textos de estudio primario, sino para apreciar los modelos de dramatización, analogías y contextualización que utiliza la divulgación, a fin de trasladarlo, en la medida de lo posible, al diseño instruccional y a la impartición curricular dentro y fuera de las aulas (Olmedo, 2011, p. 143).

Finalmente, en esta temática tenemos la Divulgación de la química, con un total de 4 fragmentos latinoamericanos, en los que se expresa que la percepción del público de la ciencia está influenciada por la poca participación de los científicos en la actividades de comunicación de la ciencia, en especial de la química, ya que es considerada una ciencia compleja y que tiene una imagen negativa en el público. Si no se realiza una divulgación de la química por parte de los químicos, hace que se aumenten las consecuencias negativas para la imagen de la química, ya que las personas sin una adecuada formación en las mismas, van a comentar los sucesos y/o situaciones en los que participan cuestiones químicas y sus comentarios van a ser negativos.

Una de las formas para aumentar la visibilidad la química, es por medio de su divulgación, en la que debe participar la comunicad científica, pero las acciones aisladas de los químicos, aunque tienen valor, su impacto es mínimo, lo que se debe hacer es integrar las acciones y articularse a un modelo de divulgación a nivel nacional, regional y local, así junto a los medios de comunicación y promoción, la investigación en química adquirirá mayor apoyo público y financiero, para loar resultados a largo plazo con amplios beneficios a los ciudadanos.

Por último, para realizar una correcta divulgación de la química, se debe generar una identidad tanto para la disciplina como para los químicos, es decir generar una caracterización de la química y sus actividades, para que esta sirva como referencia para que el público identifique la imagen real de la química frente a la ideal que es presentada por los medios de comunicación. Esta

identidad debe ser evaluada constantemente, así como las actividades de divulgación de la misma.

Ejemplos de esta temática lo muestran estos fragmentos:

Diante desses dados, é possível assumir que a percepção pública da ciência pode ser influenciada pela discreta atuação dos cientistas em atividades de divulgação científica, especialmente quando se trata de química, considerada uma ciência complexa e marcada por percepções negativas. Nesse contexto, convém ressaltar que a falta de divulgação da química por aqueles que são especialistas na área pode ter reflexos negativos para a imagem da química, à medida que outras pessoas, sem formação na área, passam a tecer comentários sobre assuntos químicos, definindo e caracterizando essa ciência de acordo com os seus conhecimentos e impressões sobre a mesma (Cardoso, Marson, Moraes de Rezende y Viana, 2013, p. 1564). 45 2013 L (36) (10) I 1564 [06].

Para aumentar a visibilidadade da química, tornam-se fundamentais ações de divulgação da química que envolvam membros da comunidade científica. Entretanto, iniciativas isoladas de pesquisadores, embora tenham seu valor, apresentam um impacto consideravelmente menor do que ocorreria se as ações fossem integradas e articuladas segundo um modelo de divulgação como observado no projeto AIQ, no qual a coordenação em diversos níveis, nacional, regional e local, somada ao contato próximo com a imprensa e o suporte financeiro, gerou resultados expressivos em termos de promoção da educação e pesquisa em química. É preciso ressaltar, contudo, que resultados em longo prazo, com benefícios significativos aos cidadãos, à nação e à ciência, somente são possíveis se as ações para divulgar a química forem constantes (Cardoso, Marson, Moraes de Rezende y Viana, 2013, p. 1568). 45 2013 L (36) (10) I 1568 [15].

- *Subcategoría Museos y Centros Interactivos de Ciencias y Tecnología.*

En esta subcategoría se encontró 76 fragmentos con un 10,08% (tabla 14). Del análisis de su contenido se identificaron siete temáticas tal como se observa en la tabla 18.

Tabla 18. Temáticas de la subcategoría “Museos y Centros Interactivos de Ciencias y Tecnología”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Definición.	6
2. Características.	30
3. Objetivos.	10
4. Importancia.	9
5. Relación con la educación.	11
6. Museos y la alfabetización científica.	9
7. Museos y la química.	1
Total	76

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la Definición, se encontraron 6 fragmentos (5 europeos y 1 latinoamericano). Se define a los museos como espacios e instituciones en los que el experimento es lo más importante y por medio este se involucra al público visitante para que participe en el proceso de divulgación de la

ciencia, generando preguntas o seleccionando las respuestas, por eso se menciona que los museos son el producto de la acción humana y se construyen socialmente, permitiendo que las exposiciones realizadas en los mismos informen a los visitantes acerca de la CyT.

Por este motivo, se dice que los museos no son neutrales, ya que por medio de sus representaciones transmiten mensajes de forma explícita e implícitamente de la imagen de la ciencia y de la tecnología que quieren que el público comprenda. Diferente literatura a mencionada las distintas formas de mejorar la comprensión pública de la ciencia, y entre ellos los museos de ciencias sobresalen como el medio informal que más contribuye a este objetivo, por lo que en la actualidad diversos patrocinadores apoyan la realización de proyectos que ofrezcan la oportunidad de examinar la evolución de la ciencia y la tecnología y el apoyo es más frecuente a programas que tengan como público objetivos a los jóvenes.

Ejemplos de esta definición son:

Museums, like science, are socially constructed. They are the product of human action and, as such, a legitimate object of sociological analysis. Their creation, their activities and their contents are heavily influenced by the social world around them. There is still widespread faith that the world's great science museums express profound truths about science and technology. Descriptive phrases such as 'balance' and 'accuracy' indicate the parallel with the expected objectivity of science itself. It is therefore surprising that while sociologists have shown how science and technology are constructed; the same honour has not been done to the science museum. (Bud, 1988, p.134) (Delicado, 2010, pp. 19-20) 16 2010 E (9) (1) II 19-0 CO [01].

There has been a rich literature offering great variety of ways to enhance public understanding of science since it has been reported several times that there is a broad interest of public in science. For example, some of the European programs now sponsor projects that give public the opportunity to discuss developments in science and technology directly with specialists (e.g. Researchers' Night Project). Wherever possible, industry and universities increase their partnership with the government in similar programs (e.g. Climate Change Awareness Project with the Ministry of Environment and Urban Planning in Turkey). However, many of the programs, such as scientific exhibitions and events that are aimed at making people better informed of science, are targeted at younger generations rather than adults. The few investigations gave insights about how people learn in informal settings like museums, science centers, zoos, aquariums, natural areas, and community organizations; and the contribution of these settings to public understanding of science." (Dal, Özdem, Öztürk, y Alper, 2013, p. 58) 25 2013 E As (5) (8) I 58 [01].

According to Hooper-Greenhill, the construction of science centers is directly related to public understanding of science. The declaration made in the Copenhagen Declaration defines science centre "as a non-profit making permanent institution, in the service of the society and its development and open to the public, which acquires, conserves, communicates and exhibits, researches for the purpose of study, education and enjoyment, material evidence of men and his environment". Science centers provide necessary conditions or environment in which the visitors experience learning and all the elements necessary for promoting learning are present. (Dal, Özdem, Öztürk, y Alper, 2013, pp. 59-60) 25 2013 E As (5) (8) I 59-0 [02] .

Con la anterior definición, se encontraron Características de los museos en 31 fragmentos (12 del contexto europeo, 16 del contexto latinoamericano y 2 del asiático). En las características de los museos de ciencia, se evidencia que se asumen como una estrategia pública necesaria para promover la democratización de la ciencia y la tecnología, para incentivar su producción, distribución y apropiación. Pero también, los museos permiten la traducción del conocimiento científico a un conocimiento público, porque se cree que el visitante es un sujeto que tiene conocimiento propios de la CyT y con concepciones del mundo producto de su cotidianidad, ejemplos de este tipo de relación generada entre la ciencia y el público, la podemos observar en el Planetario y el Parque Explora.

Sin embargo una de las críticas a estos museos, es que presentan una concepción de CyT limitada, descontextualizada de temas como la política, la economía y la educación, así como la no presentación del avance científico y tecnológico y de sus implicaciones en la vida cotidiana. El aspecto en el que los museos han trabajado y desarrollado de una manera más contextualizada ha sido la parte histórica, ambiental y social del conocimiento científico.

La visión del público como un visitante lego, también es otras de las críticas a los museos, así como su concepción tradicional frente a la CyT como actividades independientes carentes de valores e intereses, donde lo importante es mostrar los resultados, los hechos relevantes, teorías y desarrollos tecnológicos novedosos. Aunque no se puede generalizar, algunos museos ya presentan una concepción democrática de los contenidos de CyT, donde el conocimiento es una construcción social, provisional, sujeta a modificaciones permanentes. Uno de los aspectos positivos en relación con la visión del público, es que algunos museos, mediante sus visitas guiadas, permiten que el público participe, que se genere un diálogo, donde el público es un científico en potencia y el museo le va ayudar a su aprendizaje.

Por lo que una de las conclusiones y aspectos por desarrollar en los museos de ciencias, es la necesidad de reevaluar, estudiar, profundizar más en las estrategias empleadas por los museos y centros interactivos para acercar la ciencia y la tecnología al público. Desde que los museos de ciencia se popularizaron en la década de 1980, a partir de allí se han convertido en una parte esencial del movimiento “comprensión pública de la ciencia”, para generar cambios en la academia, el comercio y la política, para generar diferentes perspectivas que hicieran frente a los problemas detectados en la practicas profesionales y educativas en el campo de las ciencias y la tecnología.

En Colombia, la asistencia a escenarios como los museos de ciencias es mínima, solo el 48,44% dice haber asistido a un parque natural en los dos últimos años, el 40,15% a un zoológico o acuario, el 38% a bibliotecas, el 19,74% a museos o centros de ciencia.

Los fragmentos que evidencian estos resultados son:

La comunicación a través de los guías es una constante en los cuatro museos estudiados. La utilización de guías responde a una también tradicional postura –conservada hasta hoy– basada en la visita guiada, es decir, «acompañar y llevar de la mano al aprendiz» o, en una postura contemporánea (la existencialista) que considera al otro «mi igual», posibilitando el diálogo,

partiendo generalmente de la pregunta. La postura constructivista considera al «otro» como un científico en potencia y se espera que el museo proporcione las condiciones para el aprendizaje (Jiménez y Palácio, 2010, p. 247). 55 2010 L () (69) II 247 CO [27].

La comunicación a través de los procesos interactivos es una manera de comunicar la ciencia y la tecnología en donde se privilegia la experiencia sobre el objeto. Se involucra al visitante como centro del proceso interactivo: «éste se envuelve en el experimento, se hace parte de él, plantea sus propias preguntas (o son planteadas por el museo); se sugieren algunas posibles respuestas y es el visitante quien extrae sus propias conclusiones» (Gómez et al., 2008 citado en Jiménez y Palácio, 2010, p. 249). 55 2010 L () (69) II 249 CO [29].

Aunque la oferta no es mucha los colombianos asisten poco a escenarios existentes para la comunicación y la apropiación de la ciencia y la tecnología. Sólo el 48,44% dice haber asistido a un parque natural en los dos últimos años, el 40,15% a un zoológico o acuario, el 38% a bibliotecas, el 19,74% a museos o centros de ciencia (OCCyT, 2012, p.7). 42 2012 L () () I 7 CO [08].

Los Objetivos de los museos de ciencias, se encontraron en 10 fragmentos (4 del contexto latinoamericano, 1 asiático y 5 europeos). En estos se plantea que uno de los principales objetivos es promover el aprendizaje social, que permita la participación de los ciudadanos en decisiones y acuerdos sociales, políticos, económicos, éticos y ambientales y buscar el respaldo ciudadano a políticas tecnocientíficas. Otro de los objetivos, relacionado con el anterior es educar sorprendiendo y deleitando al público, mediante una educación informal, algunos ejemplos de los museos más notables los presenta Gómez, et al. (2008) citado en Jiménez y Palácio (2010): el Exploratorium de San Francisco (1969), Palais de la Découverte de París (1937), Museo Nacional de La Ciencia de Tokio (1931), Ontario Science Center de Toronto (1969), Museu de Ciències Naturals de Barcelona (1981), Universum de México (1992), Maloka de Bogotá (1998) y Parque Explora de Medellín (2004).

En los objetivos también encontramos críticas que expresan que los museos de ciencias no concretan el aprendizaje que pretenden promover, los contenidos que quieren que se aprendan, tienen la concepción ingenua de que los estudiantes al realizar experimentos o solo con verlos aprenderán los contenidos que se quieren demostrar y poseen la visión tradicional de la enseñanza de que la teoría vista en clase se comprueba mediante experimentos. También se crítica que en algunos museos sus objetivos se han focalizado en conservar el patrimonio histórico científico, pero su objetivo debe ser construir y presentar una imagen pública de la ciencia. Una de las críticas relacionadas con la comprensión pública de la ciencia, es que el enfoque del déficit de comprensión del público persiste, el público queda relegado a un papel de solo receptor pasivo del conocimiento. Aunque no se puede generalizar, la comprensión del público de la ciencia, depende del tipo de museos y de las actividades que en cada uno se realiza a favor de una correcta y adecuada comprensión, así mismo depende del interés y del grado de interacción y conocimientos que el público posee cuando visita un museo y del uso que le dé a las herramientas y actividades ofrecidas por el museo.

Algunos ejemplos de los fragmentos para esta temática son:

The prior aim of science centers is to contribute to public understanding of science through science education by means of several learning opportunities offered to public. In this sense, science centers have been established in order to inform individuals about scientific developments and popularize science. Among the diverse purposes of science centers, there is the goal of introducing widely accepted scientific principles and reinforcing understanding of the philosophy of science. All of the experiences in a science centre provide the visitors to look at the world with the perspective of a scientist, disseminate the seeds of scientific thinking, and give the audience's sympathy towards science and technology. Therefore, these centers have been attractive venues for learning science because of their explicit attempt to represent science through interesting, interactive and educative activities for all people regardless of their age or educational background. In particular, adults seem to use these settings to fill their leisure time, to build identity, as a way of improving oneself either personally or professionally and as places to pursue hobbies and continue learning in personally meaningful ways. If science is a way of understanding the world we live in, the important role science centers play in communicating science with the public is worth considering (Dal, Özdem, Öztürk, y Alper, 2013, p. 60). 25 2013 E As (5) (8) I 60 [03].

The main aim of these science centers is to contribute to the formal education students have in their school. In time, these centers also adapted goals, as is the case in the world, to serve the larger public in order to promote life-long learning, to attract people from all ages to the world of science and develop positive attitudes towards science and technology. However, to what extent these aims are achieved by these science centers as well as to what extent the larger public is aware of the aims of these centers are still open to research (Dal, Özdem, Öztürk, y Alper, 2013, p. 62). 25 2013 E As (5) (8) I 62 [05].

La Importancia de los museos de ciencias, se ve reflejada en 13 fragmentos (6 del contexto latinoamericano y 3 del contexto europeo). En estos, el museo cobra importancia al ser una propuesta comunicativa que permite el aprendizaje y la construcción de conocimiento, mediante el uso de las nuevas tecnologías. Se valora que los museos de ciencias conducen a una apropiación cognitiva de la ciencia y la tecnología, pero aún le falta pasar a un siguiente nivel que es el de la problematización del conocimientos, ya que no se visualizan problemáticas sociales, ambientales o de riesgos, que generen en el público una reflexión de las mismas, como por ejemplo, frente al cuidado del medio ambiente y a la preservación de las especies, amenazadas por los altos niveles de contaminación, por la tala de los bosques, por la contaminación de las fuentes de agua, entre algunos riesgos.

Ejemplos de esta temática son:

Para el desarrollo de las prácticas comunicativas han emergido varias propuestas; las más conocidas en nuestro medio son los museos y centros interactivos de ciencia, entre los cuales también se cuentan los planetarios, los jardines botánicos, zoológicos, parques naturales y acuarios. En las reflexiones frente a la comunicación de la CyT las propuestas museísticas cobran mucha importancia; si bien es cierto que a partir de los años sesenta del siglo XX las discusiones se han centrado en debatir las posturas tradicionales, que construían al museo como un gabinete de curiosidades y como espacio conservador de objetos, las nuevas propuestas conciben a los museos y los centros interactivos como un espacio para el aprendizaje y la construcción de conocimiento (Jiménez y Palácio, 2010, pp. 233-234). 55 2010 L () (69) II 233-4 CO [08].

Así las cosas, se aprecia el avance de los museos investigados en la capacidad descriptiva que conduce a la apropiación cognitiva de la ciencia y la tecnología, en términos de conceptos y características. Es decir, se avanza en un aspecto de lo que actualmente se denomina la apropiación pública de la CyT; incluso, no se trasciende al nivel de problematización del conocimiento en cuanto a que no se presentan o no se vislumbran problemáticas sociales, ambientales o de riesgos que permitan al público una reflexión y, en esa medida, generar en él un cambio de actitud que lleve, por ejemplo, al cuidado del medio ambiente y a la preservación de las especies, amenazadas por los altos niveles de contaminación, por la tala de los bosques, por la contaminación de las fuentes de agua, entre algunos riesgos (Jiménez y Palácio, 2010, p. 241). 55 2010 L () (69) II 241 CO [18].

La Relación con la educación (11 fragmentos, 10 latinoamericanos y 1 europeo) es de interacción y complementariedad, los museos de ciencias pretenden educar y completar los procesos educativos, por lo que vinculan e invitan a los colegios para que lleven a sus alumnos y maestros a talleres y guías pedagógicas. Para el profesorado constituye un reto la educación científica en contextos no formales, porque llevar a sus estudiantes a estos sitios debe ser planificado y buscando que el aprendizaje mejore, y esto solo se logra si el currículum del aula de clase está conectado con lo que se trabajara en el museo y por lo tanto el profesor debe estar implicado y preparar la visita. Pero la bibliografía señala que la mayoría de los profesores, no se implican demasiado en los objetivos de la visita, no preparan actividades previas, durante y después de la visita, no relacionan los módulos del museo con lo trabajado en clase, uno de sus principales motivos es la falta de tiempo y la acumulación de trabajo (Guisasola y Morentin, 2010)

La concepción de que el aprendizaje basado en la experimentación es más efectiva, lleva a los profesores de ciencias a complementar el currículum del aula con visitas a museos, adición que suele hacerse a última hora y no permite un análisis detallado de sus resultados y de cómo se utilizaron en la continuación de los estudios de sus alumnos. En esta parte se distinguen tres tipos de profesor: El profesor como organizador, el cual prepara la salida al museo pero no plantea actividades pre y posvisita, no consulta materiales didácticos y no le presta atención al aprendizaje correcto del tema o procedimientos científicos; el profesor tradicional: que se preocupa por las actividades lúdicas, la experimentación y el aprendizaje de conceptos científicos, piensa que el museo permite comprobar teorías de la clase, pero no hace actividades para preparar la salida, aunque aprovecha el museo para aumentar sus conocimientos; y finalmente está el profesor innovador: que se preocupa por aspectos lúdicos, experimentales y aprendizaje de conceptos y procedimientos concretos del currículum, prepara la visita con actividades concretas antes y después de la visita se preocupa porque los estudiantes relacionen los contenidos con la visita (Guisasola y Morentin, 2010).

La idea es que todos los profesores lleguen a ser del tercer tipo, innovadores, y más ahora en un momento en el que se han puesto a disposición del sistema educativo centros y museos de ciencias que promueven la divulgación científica, sus aplicaciones y la relaciones con la sociedad y el medio ambiente y donde los estándares de enseñanza de las ciencias proponen que en la formación de los estudiantes se deben incorporar experiencias personales y sociales fuera del aula de clase, por lo que en la formación inicial de los profesores, se debe incorporar también

estos contenidos y la formulación de objetivos de enseñanza, a seleccionar de contenidos y elección de método apropiados para el aprendizaje en los museos. Así como el diseño de programas de formación continua que permitan a aquellos profesores aprovechen todas las ofertas de visitas a museos de ciencia como medio de aprendizaje tanto conceptual como afectivo y social.

Los siguientes fragmentos muestran estas características:

En las últimas décadas, diferentes investigaciones han puesto de manifiesto el resto que supone para el profesorado la educación científica en contextos no formales como museos de ciencias o centros de ciencias; además, existe consenso en que, en el caso de escolares que visitan un centro de ciencia, el aprendizaje mejora cuando la visita está conectada con el currículum del aula, por lo que la implicación del profesorado en la preparación de la visita es imprescindible (Guisasola y Morentin, 2010, pág. 127). 6 2010 E (28) (1) II 127 [01].

Los museos de ciencias son importantes y reconocidos recursos culturales y educativos. Las visitas escolares a los museos de ciencias se han incrementado notablemente en la última década y, en muchos de ellos, los estudiantes son el colectivo de visitantes más importante durante el período escolar, quizás porque las ciencias ocupan un área importante en el currículum de Educación Primaria y Secundaria. Así o más, los "National Science Education Standards" de muchos países occidentales recomiendan complementar el currículum de ciencias con experiencias en contextos no formales (NRC, 1996; DCB, 1992, citados en Guisasola y Morentin, 2010, p. 127). 6 2010 E (28) (1) II 127 [02].

Las escuelas y los profesores suelen atribuir un alto valor formativo a las visitas, pero la bibliografía señala que la mayoría de los profesores, cuando organiza una salida, no se implican demasiado en definir los objetivos de la visita, ni en preparar actividades previas, durante y posvisita (Hofstein y Rosenfeld, 1996; Tal et al., 2005)... el profesorado... suelo usar estrategias centradas en tareas concretas (por ej., completar fichas) pero no relacionan los módulos del museo con las unidades trabajadas en clase, es decir, la mayoría del profesorado no tiene una idea clara de cómo usar el museo como recurso no formal de aprendizaje (Guisasola y Morentin, 2010, p. 128). 6 2010 E (28) (1) II 128 [05].

En el inicio del siglo XXI han cambiado las condiciones socioeducativas de los países desarrollados económicamente y se han puesto a disposición del sistema educativo centros y museos de ciencias que promueven la divulgación científica, sus aplicaciones y las relaciones con la sociedad y el medio ambiente. Estos cambios han sido recogidos en los nuevos estándares de Enseñanza de las Ciencias (DCB, 1992; NCR, 1996) que proponen, como parte importante de la formación de los estudiantes, las experiencias personales y sociales en entornos fuera de la escuela. Así es pues necesario incorporar también estos, nuevos contenidos en la formación inicial del profesorado, con temas tales como la formulación de objetivos de enseñanza, la selección de contenidos y la elección de métodos apropiados para el aprendizaje en los museos. Será también necesario diseñar programas especiales de formación continua (De Witt y Osborne, 2007) que posibiliten al profesorado hacer mejor uso de las oportunidades de aprendizaje que ofertan las visitas a un museo de ciencia, maximizando el impacto que tiene las expectativas sobre el aprendizaje, y tanto conceptual como afectivo y social (Guisasola y Morentin, 2010, p. 136). 6 2010 E (28) (1) II 136 [12].

La temática *Museos y la alfabetización científica*, es presentada en nueve fragmentos del contexto asiático, que comunican que el museo de ciencia tiene tres tipos de público, los interesados en el tema, los estudiantes de la escuela y los que no van al museo porque no lo consideran importante. Los museos por medio de la reproducción de objetos naturales e historias mediante la narración y la utilización del arte y la música, hacen que el conocimiento no sea un tema aburrido o un campo asilado de la cultura general, sino por el contrario llaman la atención del público, por eso se dice que el conocimiento y la estética deben ir de la mano, mediante el asombro y la admiración se genera en las personas más compromiso y búsqueda del conocimiento.

Los museos utilizan diferentes estrategias para alfabetizar al público, como por ejemplo, el razonamiento para crear conclusiones, generar controversias, identificar formas erróneas de pensar un fenómeno o tema para que el público aprecie la diferencia entre la opinión correcta, comprender la variabilidad del mundo, el análisis detallado de las teorías, el uso de una mente abierta para comprender explicaciones alternativas, la reproducción de la polémica y la comparación de diferentes puntos de vista. También el proporcionar información especializada es un estímulo para aprender más y ser capaz de entender completamente la información que suele ser “secretada”, no hay necesidad de que el público comprenda el ciento por ciento de un artículo científico, si el contexto general, los métodos y las conclusiones si se pueden comprender, en esta parte es importante que se muestre al público que existen diversas teorías y que unas son generales y otras particulares, las cuales pueden estar en conflicto y por lo tanto no se sabe cuál tiene la razón pues sus argumentos son válidos de acuerdo con su propio contexto, por lo que la incertidumbre es algo normal, hace parte de la ciencia y se debe admitir, porque lo importante no es la verdad transitoria sino la manera de obtener esa información.

Ejemplos de esta temática son:

Some other suggestions can be found in Valdecasas et al. (2006). Additionally, natural history museums must be the focus of what cannot be found elsewhere in the media. In our experience, exhibiting real organisms in natural contexts, paraphrasing Kant’s concept of “the-thing-in-itself”, is what the majority of the public demand. And we have recently argued, because of the “kinesthesia of knowledge”, that natural objects or their reproduction communicate knowledge or information better than the media (Valdecasas et al. 2009). Combining it with story-telling in the best Stevensonian tradition can have an even greater impact. Story-telling has an unending attraction for people, and natural history tradition is full of extraordinary stories with which to cover the core of an exhibition. Using other sources such as literature, art or music can add interest to such exhibitions. Knowledge transmission does not need to be a boring subject and, even less, an isolated field in the context of general culture. Knowledge and aesthetics should go together (Valdecasas y Correas, 2010, p. 511). 63 2010 AS (35) (4) | 511 CO [07].

Display hierarchical learning, from more general theories to more particular, even if conflictive. Do not mix theories of differing levels of generality. There are general theories on which several millennia of human work and research have been based. There are particular theories that may be more polemic or conflictive, or are in competition with substantial alternative theories. Explain them. And, if necessary, say, “we do not know for sure”. There is no danger in admitting uncertainty or ignorance, but there is a real danger in saying that something is true when six months later it is found to be not true after all. The important thing is not the transitory truth of the data or theory but the way we

attempt to get that information. As Nature does not give up her secrets easily, we try to build knowledge on a clear intersubjective basis (Valdecasas y Correas, 2010, p. 512). 63 2010 AS (35) (4) I 512 CO [11].

Por último, en esta subcategoría encontramos un fragmento latinoamericano, en el que se expresa como en Brasil se han realizado varios eventos de comunicación de la química promovidos por el proyecto AIC (Ano Internacional da Química) y la SBQ (Sociedade Brasileira de Química), los cuales han permitido visualizar al público, como la química hace parte del mundo, donde la encontramos, como hace parte de nuestra vida cotidiana y que beneficios tiene para la sociedad. Eventos que han tenido un impacto en 43 pautas en diferentes medios de comunicación, con una audiencia de 79.000 personas.

Un ejemplo de fragmento para esta temática es:

Dentre as ações promovidas pelo projeto AIQ (Ano Internacional da Química), as exposições destacam-se pela abrangência do público alvo e pelo grande número de pessoas atendidas. Em conjunto com a SBQ (Sociedade Brasileira de Química), o AIQ viabilizou e participou da criação de três grandes exposições. Duas destas exposições, “Elementar - A Química que faz o mundo” e “Cadê a química?”, foram inicialmente apresentadas no Rio de Janeiro e seguiram em itinerância desde então. A terceira, “Química para um mundo melhor”, foi realizada em São Paulo em 2011 e teve um total de 43 inserções na imprensa (televisão, jornal, rádio, blogs e web sites), sendo nove com entrevista, o que demonstra a visibilidade que o evento obteve nos meios de comunicação. No total, essas três exposições tiveram um público estimado de 79 mil visitantes. Já a exposição “Química no Cotidiano”, que expôs painéis temáticos abordando a inserção da química em nosso dia a dia, somou 345 apresentações pelo Brasil. Todas as exposições resultaram em inserções na mídia (Cardoso, Marson, Moraes de Rezende y Viana, 2013, p. 1565). 45 2013 L (36) (10) I 1565 [12].

- *Subcategoría Transposición epistemológica del conocimiento científico al conocimiento cotidiano.*

En esta subcategoría se encontró un total de 65 fragmentos que representan un 8.62% (Tabla 14). En las unidades de registro analizadas se identificaron tres temáticas tal como se observa en la tabla 19.

Tabla 19. Temáticas de la subcategoría “Transposición epistemológica del conocimiento científico al conocimiento cotidiano”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Lenguaje Científico.	13
2. Paso del conocimiento científico al cotidiano.	42
3. Relación con los medios de comunicación.	10
Total	65

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la temática Lenguaje Científico se encontraron 14 fragmentos (12 del contexto europeo y 1 del contexto latinoamericano), en los que se presenta que el conocimiento científico tiene un lenguaje propio, universal y comprensible solo por la comunidad científica. Lenguaje que actúa como

muralla comunicativa entre los científicos y los legos. También se expresa como el lenguaje científico permite visualizar las cualidades más básicas de la ciencia: la universalidad, objetividad, neutralidad y verificabilidad; el más conocido es la universalidad, en el que se manejan símbolos, formulas y nombres universales y comprensibles en todas partes del mundo, generalmente escritas en el idioma latín y actualmente el inglés.

En los textos científicos se da preferencia a las construcciones nominales frente a las verbales, es decir, se eliminan las palabras que pueden hacer alusión a una persona o agente, donde se presentan más acciones impersonales y pasivas, se tiene como objetivo eliminar toda connotación afectiva, buscando la neutralidad emocional. Para lograr este objetivo, se utilizan recursos no lingüísticos como gráficos, formulas, demostraciones matemáticas y símbolos convencionales que confirman hechos y otorgan un alto grado de precisión sintáctica, la cual es necesaria para estudiar la bibliometría científica (comunicación pública de la ciencia entre los propios científicos), en el que se tiene en cuenta el factor de impacto de las producciones científicas y es donde el lenguaje adquiere importancia como instrumento de construcción de significados y de experiencias compartidas.

Este lenguaje científico es incomprensible por la sociedad, para cambiar esta situación e necesario que se realice un *Paso del conocimiento científico al cotidiano*, en el que cual se encontraron 42 fragmentos (11 del contexto europeo, 28 latinoamericanos y 3 asiáticos). Este paso indica que el conocimiento científico debe transmitirse al público, para que pueda tomar decisiones, pero su principal objetivo es que se aprenda más sobre aspectos de la ciencia como su funcionamiento interno y papel político, que los mismos contenidos científicos, porque ni los mismos científicos son capaces de llegar a un acuerdo o a la verdad de un conocimiento y/o experimento. Por lo que se debe transmitir son las distintas relaciones que se establecen entre los expertos mismos y entre ellos y los políticos, los medios de comunicación y el público.

Para cumplir con este objetivo es necesario que el científico identifique las razones por las que la información transmitida es o puede ser de interés por parte del público y cuáles son sus beneficios o consecuencias para continuar con futuras investigaciones y reconocer como el público está comprendiendo la actividad científica, por eso también es necesario revisar los textos de ciencia popular en lo que se presenta el discurso científico al público en general para determinar qué es lo que se está comunicado. Como señala Dickson (2000) citado en Montañés (2010b) el diálogo entre el científico y el lego, no debe basarse solamente en que los científicos escuchen y respondan las preguntas del público, sino se debe garantizar que el público asimile todo el contenido transmitido y que pueden utilizarlo en un momento dado en la aplicación de la ciencia, para ello se debe informar no solo los aspectos positivos de la ciencia sino también los negativos.

Uno de los obstáculos que se presentan en la trasposición del conocimiento científico al cotidiano y a lo que se deben enfrentar científicos y periodistas es que se carece de métodos y estrategias específicos y coordinados que les permita realizar su trabajo guiados por un marco de referencia teórico que les sirva de orientación a la hora de afrontar el tratamiento de las cuestiones relacionadas con la ciencia y con la comprensión pública de la misma (Montañés, 2010b, p. 210), por lo que se hace necesaria la construcción de una epistemología de la comunicación y de la comprensión pública de la ciencia para que se formen las bases que permitan delimitar con

precisión como debe manipularse el conocimiento científico para que este sea comprendido correctamente por parte del público.

Actualmente ya no se piensa en una relación vertical entre el científico y público, donde el científico transmitía su conocimiento a un público ignorante que solo recibía información y no más, ahora se habla de una relación dialoguista en la que se produce una retroalimentación entre ambos polos. Brockman (1996) citado en Mora y Parga (2010), propone una “tercera cultura” en la que el científico se comunica directamente con el lego, sin necesidad de intermediarios como los medios de comunicación, buscando que se conozca los avances científicos y que el público se alfabetiza científicamente y así pueda participar en asuntos públicos y en el diseño de políticas relacionados con las amenazas y temores de la tecnociencia de la energía nuclear, la ingeniería genética, los semiconductores, el calentamiento global, los alimentos transgénicos, la clonación de embriones humanos, la radiación emitida por los teléfonos móviles, la deforestación, las dioxinas o los priones de las vacas locas; así como el inadecuado empleo de productos obtenidos con las actuales técnicas de desarrollo científico y tecnológico en química (pesticidas, insecticidas, abonos...), farmacología (antibióticos, ansiolíticos, analgésicos) o alimentación (grasas, comidas rápidas industriales...). El público al comprender como fueron construidos todos estos conocimientos científicos, su contexto, sus dificultades, problemas y las emociones y sentimiento del científico al realizarlos, se producirá un acercamiento entre lo tradicional científico y lo humanístico (Mora y Parga, 2010).

Es por esta razón que el comunicar el avance de la ciencia y la tecnología al público se ha convertido en un reto, el cual se puede resolver si se contesta correctamente preguntas como ¿Qué decir? ¿Cómo decir? ¿Cómo explicar? ¿Cómo motivar? y ¿Con qué intención? (De Semir, 2001 citado en Jiménez y Palácio, 2010), aunque es esencial que se generen puentes de comunicación entre la posición gnoseológica acerca del fundamento del conocimiento y su significado político y la discusión del campo CTS entre el saber experto y la participación pública; para el primero el conocimiento científico es inaccesible para el lego, ya que es un conocimiento universal, específico y con juicios solo para científicos; pero para el campo CTS la participación del público en las políticas de CyT, es necesaria debido al impacto que tiene la CyT en la vida social de las personas y por lo tanto ellas deben convertirse parte de la comunidad de evaluadores extendida (Funtowicz y Ravetz, 1993, Funtowicz y Strand, 2007 citados en Gondon (2011).

Pero todo depende de la convicción que tiene el científico en comunicar su actividad, algunos ya están convencidos de su compromiso con el público y están mejorando sus habilidades de comunicación, pero otros aún consideran que no es productivo el comunicar al público, su trabajo, porque sus esfuerzos serían ineficaces debido a que el público no tiene la capacidad de comprenderlos, y se adhieren a esta perspectiva también debido a su temor de que todos se enteren de las limitaciones de su trabajo y de los resultados desfavorables que se pueden obtener.

La ciencia por medio de sus investigaciones analiza realidades que no son parte de la experiencia de las personas, por ejemplo, la vida microscópica o formas de vida en los fondos de abisales o cráteres; entidades abstractas como teoremas o reglas lingüísticas; realidades macroscópicas como, las galaxias o ínfimas como elementos atómicos; procesos en escalas temporales lentas

como el crecimiento y evolución de las especies o escalas rápidas como las reacciones químicas; escalas que se pueden mediar indirectamente pero que no son sensorialmente perceptibles como la conductividad de la electricidad o el calor. Investigaciones que exceden el límite de la percepción de las personas y de su experiencia en la vida cotidiana y que se convierten en un obstáculo para poder comprenderlas.

Ejemplos de una forma de acercar la ciencia al público, ha sido el uso de la ciencia como recurso retórico, es decir, en la creación de novelas, guiones de cine, películas y publicidad basada en contenidos científicos reales. Por ejemplo, se encuentran las versiones de Spiderman o el hombre mosca, que representan el uso de la energía nuclear frente a la genética; Frankenstein y las películas sobre genética o virus mutantes, que ven a la ciencia como paradigma del miedo social. También por medio de estas creaciones se puede observar las diferencias entre escritores que tiene formación científica como Lewis Carroll y su Alicia en el país de las maravillas; escritores con formación científica que escriben sobre ciencia, el clásico Pierre Boule y El planeta de los simios hasta Michael Crichton y toda su obra; y aquellos sin formación pero fascinados por la ciencia, Julio Verne y otros muchos (Elías, 2012).

Otro de los intentos por acercar el conocimiento científico al conocimiento cotidiano ha sido la elaboración de imágenes, metáforas, representaciones o modelos que acercan la realidad que no se puede percibir a parámetros que formen parte de la experiencia sensorial., lo que se llama el “conocimiento cotidiano de lo no cotidiano”, ejemplos son, la representación del código genético mediante el modelo espiral de apareamiento de bases; la representación mediante imágenes de fotografías cromatografiadas de galaxias; las representaciones icónicas de modelos atómicos; las ilustraciones de nanotubos, o las imágenes cromatografiadas de átomos en experimentos nanotecnológicos (Barroso, 2012, p.131), lo único que debe quedar claro es que estos recursos son solo una representación, un modelo y no la realidad.

Con la información que el público adquiere de la CyT, pueden manifestarse en un debate público, sin embargo aún falta que en este proceso de transposición no sean solo comunicados los contenidos científicos sino también los problemas y su contenido político, por ejemplo para discutir sobre temas complejos como los relacionados con el ambiente, la utilización responsable de los recursos naturales, la contaminación, el modelo energético basado en los hidrocarburos, el agua o las convicciones religiosas y a dilemas morales, es necesario que el público comprenda de que se está hablando, pero su participación se debe centrar en lo que se discute, que son sus consecuencias sociales, económicas y políticas (Albornoz, 2014)

Ejemplos de esta temática se muestran en los siguientes fragmentos:

En este sentido, se plantea que la información que debe transmitirse al público para que éste pueda tomar sus decisiones, tiene que estar dirigida no tanto a que aprenda conocimientos científicos, si no a que conozca otros aspectos que forman parte de la ciencia, como su funcionamiento interno y su papel político, viendo la ciencia como una actividad desarrollada por expertos más que como un conocimiento cierto. En el trasfondo de este planteamiento subyace la idea según la cual, si ni siquiera los propios científicos en muchas ocasiones son capaces de llegar a un acuerdo mediante más conocimientos y experimentos, cuando están en juego ciertos temas sujetos a controversia,

resultaría ingenuo pensar que el público puede alcanzar esos acuerdos a base de la mera transmisión de conocimientos. Por ello, la información que se le debería facilitar, no tendría que ver tanto con contenidos concretos de la ciencia como con las distintas relaciones que se establecen entre los expertos mismos, y también con aquellas que se establecen entre estos y los políticos, los medios de comunicación, y el público (Montañés, 2010b, p. 201). 2010 E (3) (1) I 201 CO [05].

Brockman (1996) ha ido más allá proponiendo una “tercera cultura”, que pretende que los científicos establezcan una comunicación directa con las audiencias o públicos, prescindiendo de intermediarios, persiguiendo no sólo difusión mediática y mercantil de los avances científicos, sino que debe ser orientada hacia una capacitación científica de los ciudadanos “alfabetización científica”) que les permita participar en asuntos públicos solicitando cada vez más su participación en la toma de decisiones y en el diseño de las políticas que enfrenten, a las amenazas y temores de la tecnociencia de la energía nuclear, la ingeniería genética, los semiconductores, el calentamiento global, los alimentos transgénicos, la clonación de embriones humanos, la radiación emitida por los teléfonos móviles, la deforestación, las dioxinas o los priones de las vacas locas; así como el inadecuado empleo de productos obtenidos con las actuales técnicas de desarrollo científico y tecnológico en química (pesticidas, insecticidas, abonos...), farmacología (antibióticos, ansiolíticos, analgésicos) o alimentación (grasas, comidas rápidas industriales...), para hacer que los medios de comunicación sean moralmente serios y responsables y contribuyan a ayudar a que los ciudadanos conozcan mejor los productos que consumen y el mejor modo de utilizarlos (Mora y Parga, 2010, p. 79). 2010 L () (27) I 79 CO [03].

Es indudable que para que los ciudadanos puedan manifestarse deben estar informados, pero cuando lo son, ¿en qué medida son informados acerca del contenido científico de los problemas y en qué medida acerca del contenido político? La discusión sobre temas complejos de respeto al ambiente, a la utilización responsable de los recursos naturales, a la contaminación, al modelo energético basado en los hidrocarburos, al agua, a las convicciones religiosas y a dilemas morales, entre otros, requiere información y demanda conocimiento experto, es verdad, pero lo que se discute no es sobre el contenido científico o técnico, sino sobre las consecuencias sociales, económicas y políticas, entre otras dimensiones (Albornoz, 2014, p. 75) 2014 L () (11) II 75 CO [06].

Por último, se encuentra la temática de la *Relación con los medios de comunicación*, con 10 fragmentos (6 del contexto europeo, 3 del contexto latinoamericano y 1 asiático). En esta temática se resalta la diferencia entre la información científica y el conocimiento científico, la primera engloba solo los contenidos de la ciencia que aún no forman parte del cuerpo de conocimientos establecidos y reconocidos por la comunidad científica y que por lo tanto pueden sufrir modificaciones y falsaciones; y el conocimiento científico, es un cuerpo de conocimientos fiable, aceptado y verificable. Los medios de comunicación se dedican a transmitir información científica y no conocimiento científico, por lo que es necesario que el público pueda distinguir la diferencia entre ambos tipos para que cuando se enfrente a informaciones contradictorias sobre temas científicos, su concepción de la actividad científica no sea confusa, desconfiable e incluso desmotivante.

Los medios de comunicación deben generar confianza en el público, lo que se puede conseguir si el público adquiere un papel activo en el proceso comunicativo y se trasmite conocimiento científico y no información científica. La tradición de la transmisión lineal y vertical del conocimiento científico debe dejar de existir en los medios de comunicación, ahora se debe trabajar a favor de

una comunicación de masas mediante una conversación informal, en la que se comunica una experiencia compartida, estableciendo un diálogo entre científico y legos, lo que reaviva el compromiso, el interés y la participación del público en la ciencia. Este proceso de transposición no busca una igualdad entre científicos y legos, sino que el proceso de comunicación se enriquezca con aportes nuevos y variados debido a la diferencia de concepciones, culturas y posiciones.

- *Subcategoría Periodismo Científico.*

En esta subcategoría se encontraron 61 fragmentos que representan un 8.09% (tabla 14). De su análisis se determinaron las cinco temáticas de la tabla 20:

Tabla 20. Temáticas de la subcategoría “Periodismo Científico”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Definición.	6
2. Funciones.	14
3. Características.	31
4. Proceso de transmisión del conocimiento científico	6
5. Relación entre el científico y el periodista.	4
Total	61

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la temática Definición se encontraron 6 fragmentos todos del contexto europeo. Se evidencia como el periodismo científico es una disciplina académica que se encarga de analizar como una publicación impresa de un artículo científico afecta o impacta a la ciencia, como por ejemplo en la decisión de los jóvenes por realizar carreras científicas; también se analiza el pensamiento erróneo del público por información irracional suministrada en los medios de comunicación principalmente en la televisión y a partir de este análisis el buscar la forma de enseñar y mostrar una ciencia reglada, distinta y acorde con su actividad, es por este motivo, que se dice que el periodismo científico es el medio que permite la conexión entre la cultura mediática y la cultura científica.

El periodismo científico es un periodismo especializado, centrado en contenidos científicos y/o tecnológicos, sigue los objetivos, métodos, valores, intereses y ética del periodismo y maneja una comunicación en todas las direcciones, desde la comunidad científica hacia el público y viceversa, y entre la comunidad científica, los políticos y el público en general. Así mismo se estudia a los periodistas científicos como profesionales y cómo su formación influye en la comprensión pública de la ciencia.

Por lo que las Funciones del periodismo científico, presentadas en 14 fragmentos (9 latinoamericanos, 4 europeos y 1 asiático), identifican una función informativa, es decir, informar masivamente a la sociedad los contenidos de la ciencia, pero esta información debe ser de calidad

y debe poder ser medida por su contribución a la libertad del individuo y a la construcción de una sociedad democrática (Marcos y Chillón, 2010). También se responde a una necesidad de encontrar y formar profesionales más eficientes y eficaces, que den a conocer a la sociedad la actividad científica, cómo nace, a dónde llega, los problemas que se le presentan y las consecuencias de su aplicación y finalmente responde a una exigencia democrática del sistema científico, ya que este desea conocer las repercusiones, miedos, elevadas expectativas o rechazos que su actividad genera en la sociedad.

La función de superar el vacío de comunicación entre los científicos y los intelectuales de letras, es una de las principales razones de ser del periodismo científico, se busca que los hechos importantes de las ciencias lleguen a todas partes de la sociedad y en un lenguaje que pueden entender todos, porque es una educación para el público, entre más informados estén, mayores conocimientos tendrán y aumentara su nivel cultural, por lo que serán más civilizados y responsables.

Un ejemplo de esta función, es la creación del Proyecto Interamericano de Periodismo científico por la Organización de los Estados Americanos (OEA), el cual tiene como propósito principal fortalecer las capacidades para diseminación y divulgación de la ciencia; cuya misión busca la difusión del conocimiento científico y tecnológico desarrollado en los Estados Miembros de la OEA, funcionar como red social para periodistas, científicos, legisladores y la sociedad en general interesada en el avance de la Ciencia y la Tecnología y diseminar información sobre actividades y eventos relacionados con la ciencia y la tecnología; y sus objetivos son contribuir al fortalecimiento de las capacidades en periodismo científico en Latinoamérica y el Caribe, Proveer un medio de difusión y acceso al conocimiento científico y tecnológico a los Estados Miembros de la OEA y contribuir a la creación de una cultura científica-tecnológica en los Estados Miembros de la OEA y lograr mayores niveles de su apropiación social (Cazaux, 2011).

Algunos de los fragmentos para este tema son:

Lo primero que habría que decir es que el periodismo científico es periodismo informativo, esto es, periodismo que concibe su tarea como una misión pública de transmisión masiva de los contenidos plurales de una determinada sociedad...Si la función del periodismo fuera solo y exclusivamente la de provocar que los públicos tuvieran noticia, sería suficiente con idear canales eficaces de transmisión que posibilitaran esa masiva difusión de la ciencia. Sería suficiente con traspasar al periodismo informativo las estrategias publicitarias cuyo objetivo primero es que tal producto «le suene» a los miembros del target group correspondiente. El éxito comunicativo, en estos términos, se conseguiría cuando audiencias cada vez mayores supieran algo de los contenidos de ese periodismo que podemos tildar como periodismo de titulares. La propia definición de periodismo informativo nos pone sobre la pista, sin embargo, de que la calidad informativa debe ser medida por la contribución de esta información a la libertad del individuo y a la construcción de una sociedad democrática (Marcos y Chillón, 2010, p. 100). 2 2010 E (3) (1) V 100 CO [16].

El periodismo científico, la sociología y la lingüística se han estado uniendo con la participación de escritores, periodistas, museólogos, artistas y comunicadores sociales de la ciencia en un movimiento en pro de permitir superar el vacío de comunicación entre los científicos y los intelectuales de letras (conocido como las dos culturas), de tal modo que los primeros se

entenderían con los segundos y así poder publicar información asequible a las masas de la sociedad (Mora y Parga, 2010, pp.78-79). 53 2010 L () (27) I 78-9 CO [02].

Las Características del periodismo científico, se encontraron en 31 fragmentos (24 del contexto europeo, 2 latinoamericanos y 5 asiáticos). Lo primero que se encuentra es que la ciencia y el periodismo son disciplinas diferentes, pero persiguen el mismo objetivo, buscar la verdad y hacerla pública. Se encuentran posiciones que mencionan las distorsiones en la cobertura de la ciencia, pero el periodismo científico explica las mismas a problemas de falta de endurecimiento de estándares periodísticos que a la existencia de determinados intereses.

Otra de las características, es su interacción con la política, ya que las noticias publicadas en la prensa hacen que los políticos empiecen a generar medidas caras y extremas para cubrir o resolver la problemática presentada. Asimismo sucede con el campo educativo, lo que se publica en la prensa es utilizado en las clases de enseñanza media y universitaria para generar debate o interés en los alumnos y esto genera mayor presión en los medios de comunicación.

La calidad de la información periodística es otra de las características del periodismo científico, la cual se mide por su veracidad, es decir, por el compromiso moral del periodista con la verdad, se reconoce la limitación del ajuste entre la realidad y su conocimiento, el cual siempre es insuficiente, parcial o prejuicioso, por lo tanto en las noticias se opta siempre por la discusión racional, la necesidad de un aprendizaje permanente y la libertad individual y social (Marcos y Chillón, 2010). El periodismo científico, es una comunicación crítica de una ciencia crítica. Aunque se debe tener cuidado en la legitimidad y alcance de realizar un periodismo de opinión, porque no todo de la ciencia es susceptible de opinión, por ejemplo, el periodismo no debe opinar sobre los contenidos de la ciencia pero si de sus aspectos prácticos, ya que si lo hace está sometiendo un saber a la mera opinión. Si están presentes la honradez intelectual, el esfuerzo en el trabajo, el rigor, la voluntad incorruptible de la verdad y la contrastación de puntos de vista dentro y fuera de la comunicación científica, hacen que la opinión periodística se vuelva valiosa y sea digna de publicar.

Las noticias periodísticas también deben cumplir con ciertos criterios, el primero es que la noticia debe generar interés, en función de la posición social y política de sus personajes, se debe analizar el impacto estimado sobre la sociedad, la cantidad de gente que involucra y su importancia para el desarrollo futuro de una situación particular; el segundo criterio, revisa que los medios puedan cubrir el evento y si hay material suficiente para una producción de noticias completa; el tercer criterio, es la imagen que los periodistas forman de su audiencia a través de supuestos o de investigaciones; y el cuarto criterio, implica considerar la importancia estratégica de dar a conocer el evento por delante de los competidores.

Para terminar esta temática se encuentra la comparación del periodismo científico en el Reino Unido y China. En el Reino Unido los principios son la autonomía, el profesionalismo y la orientación de la audiencia, en China el profesionalismo y la orientación de la audiencia están ausentes, los medios de comunicación son propiedad y controlados por el partido o el gobierno, el cual es flexible y rígido en algunos aspectos. El periodismo Chino se caracteriza por un doble clientelismo, ya que informa al público que considere pertinente y al que cumpla con las

expectativas del gobierno. Esto hace que se generen medios alternativos de comunicación que son más difíciles de controlar con antelación.

En relación con la experiencia biomédica, en China la posición dominante en la vacunación apenas se menciona y se refieren a las críticas en raras ocasiones y cuando es necesario refutarlas. Los científicos y los expertos en el Reino Unido, hablan por sí mismos, están citadas sus declaraciones y han sido editadas por periodistas, pero en China, la ciencia biomédica y la experiencia médica están representados en el periódico mediado por las autoridades de salud que representan los conocimientos compatibles con las políticas del gobierno.

En conclusión, el periodismo Chino se centra en la función de la información y asume una posición paternalista, en cambio en el Reino Unido, el periodismo científico, tiene una función más deliberativa y considera a la sociedad capaz de dar sentido a la información contradictoria.

Ejemplos de esta temática son:

Christopher Dornan afirma que aunque desde la posición dominante de la popularización se admite la existencia de distorsiones en la cobertura de la ciencia, éstas no suelen atribuirse a la existencia de determinados intereses. De modo que se asocia la causa de las deficiencias a las dificultades estructurales derivadas del intento de reconciliar las exigencias de la ciencia con las del periodismo... Las dos principales fuentes de distorsión de la cobertura científica que se apuntan, son el problema de la traducción y el peligro del sensacionalismo...Según dicha corriente, la prensa, lejos de desconocer o distorsionar la ciencia, y como consecuencia de las relaciones establecidas entre periodistas y científicos, contribuiría a fomentar y proteger los intereses del estamento científico ... Nos encontraríamos ante una crítica que apela no tanto a una revisión de los fundamentos del discurso académico sobre ciencia y medios de comunicación, sino al endurecimiento de los estándares periodísticos en aras de alcanzar la máxima precisión en las representaciones (Dornan, 1990 citado en Montañés, 2010b, p. 195). 2 2010 E (3) (1) I 195 CO [01].

Un ejemplo más: la comunicación de la ciencia en prensa influye sobre el contenido de las clases de enseñanza media y universitaria, donde surgen como temas de debate o interés los que se difunden en prensa. Incluso con frecuencia se utiliza la prensa como fuente de documentación en foros académicos. Ahora bien, una mayor formación o preocupación de los alumnos por un determinado campo genera una demanda social de información sobre dicho campo, demanda que presiona a su vez sobre los medios de comunicación (Marcos y Chillón, 2010, p. 99). 2 2010 E (3) (1) V 99 CO [14].

O primeiro critério guia-se pela importância e o interesse que a notícia pode gerar, dependendo da posição social e política que seus personagens, o impacto estimado sobre a sociedade, a quantidade de pessoas que o acontecimento envolve e sua relevância para a evolução futura de uma determinada situação. Sob o segundo critério, os jornalistas verificam se dispõem de meios para a cobertura do acontecimento e se há material suficiente para a produção completa da notícia. O terceiro critério diz respeito à imagem que os jornalistas formam de seu público, seja através de suposições genéricas ou de pesquisas. O quarto critério envolve considerações sobre a importância estratégica de divulgar o acontecimento à frente dos competidores, fator que acentua “impulsos para fragmentação, para centrar a cobertura informativa nas personalidades de elite e para todos os outros fatores co-responsáveis pela distorção informativa que pretere uma visão, articulada e

global, da realidade social” (Wolf, 1999: 194), além de favorecer o estabelecimento de parâmetros estreitos de referência para a cobertura jornalística e prejudicar a expressão da diversidade de pontos de vista envolvidos em dado fato ou acontecimento (Rothberg y Passos, 2013, pp. 72-73). 19 2013 E () (7) II 72-3 CO [10].

En el tema sobre *El proceso de transmisión del conocimiento científico* con 6 fragmentos del contexto europeo; estos expresan que el conocimiento circula en una relación en cadena, en donde el científico realiza o transmite una información a los medios de comunicación, los cuales la comunican al público y ellos deciden aceptarla o no, ya que la intervención de los medios de comunicación hacen que el público deba valorar la fiabilidad de los mismos y del mensaje. No todos los medios alcanzan la misma confianza, esta se gana en función de las imágenes y expectativas previas del lector, el mismo contenido pueda resultar aceptable o no dependiendo de la credibilidad del contexto de publicación.

Ejemplo de esta temática son:

El sujeto al señalar el requisito de seriedad del periódico, el crédito no alcanza a todos los medios por igual ni el voto de confianza se extiende de manera indiscriminada. Por el contrario, el público juzga la confiabilidad de las instancias mediadoras en función de una serie de imágenes y expectativas previas como parte de los mecanismos involucrados en la recepción, aceptación o rechazo de las afirmaciones científicas que ellas le acercan... El mismo contenido puede resultar aceptable o no dependiendo de la credibilidad del contexto de publicación; más aún, en ocasiones ésta funciona como criterio de demarcación pues una información será considerada conocimiento científico o una patraña en función de ella (Cortassa, 2010, p. 179). 2 2010 E (3) (1) IV 179 CO [09].

La temática *Relación entre el científico y el periodista* con 4 fragmentos del contexto europeo, presenta como la comunidad científica considera al público y a los mediadores como legos, y por lo tanto les otorgan un bajo reconocimiento. Asimismo consideran que el lego tiene un déficit de conocimiento y por lo tanto no puede comprender la ciencia, y que el periodista hace parte de un sistema cuyos valores e intereses son diferentes a los de la ciencia, y por lo tanto lo responsabiliza cuando estos intervienen negativamente en el modo en el que desarrolla su función. Los científicos no afirman que el periodista mienta intencionalmente, pero sí que por su trabajo, modifica, tergiversa, distorsiona y magnifica el mensaje, nunca se publica lo que el científico expresó originalmente, lo que genera desconfianza y cuestiona la actividad de los mediadores y periodistas. Por lo tanto, mejorar la calidad de la interacción entre científicos y divulgadores de la ciencia aún sigue siendo un desafío pendiente.

Ejemplos de esta temática es:

Las dificultades que entraña el vínculo entre ambos es otro de los problemas clásicos... desde el punto de vista de las presunciones que marcan la actitud del experto, la conflictividad debe enfocarse bajo dos aspectos concurrentes. Uno ya fue señalado y es que el divulgador, qua lego, comparte con todos los sujetos de la categoría el mismo déficit en sus posibilidades de comprensión de la ciencia; deficiencia de la cual no se le hace responsable. Pero qua periodista, añade el hecho de formar parte de un sistema cuyos valores e intereses difieren de los de la ciencia, y el científico

sí lo responsabiliza cuando eso interviene negativamente en el modo en que desarrolla su función (Cortassa, 2010, p. 177). 2 2010 E (3) (1) IV 177 CO [05].

Los científicos no llegan a afirmar que el periodista de ciencia miente intencionalmente pero sí que, en virtud de su dinámica profesional, modifica, tergiversa, distorsiona, magnifica, el mensaje que debería transmitir sin pérdida de información (f). En otras palabras, se le recrimina que no preserve adecuadamente, como se esperaría del rol que le cabe en la cadena testimonial, el contenido aseverado por la fuente original: «lo que sale publicado no siempre es lo que uno dijo». Ello conduce a que muchas fuentes expertas cuestionen con severidad y otras directamente tiendan a invalidar la confiabilidad de los mediadores –y, por ende, su valor como agentes en el proceso de circulación social de conocimiento–. Reemplazar el modelo alfabetizador por el dialógico no modifica la persistencia de un problema crucial: mejorar la calidad de la interacción entre científicos y divulgadores de ciencia continúa siendo un desafío pendiente y fundamental para los resultados de las estrategias de CPC (Cortassa, 2010, p. 178). 2 2010 E (3) (1) IV 178 CO [06].

- *Subcategoría Popularización de la Ciencia.*

En esta subcategoría se encontraron 45 fragmentos que representan un 5.97% (Tabla 14). Del análisis de las unidades de registro se identificaron las cuatro temáticas presentadas en la tabla 21.

Tabla 21. Temáticas de la subcategoría “Popularización de la Ciencia”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Definición.	9
2. Funciones.	8
3. Características.	21
4. Importancia.	7
Total	45

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la *Definición* de la popularización de la ciencia se encontraron 9 fragmentos (3 del contexto europeo, 5 del latinoamericano y 1 asiático). Esta temática nos indica que la popularización de la ciencia es la forma de representar el conocimiento científico al público de una manera simplificada, manteniendo la jerarquía social del experto. Para que la ciencia se vuelva popular en la sociedad es necesario contextualizar los contenidos de la ciencia al entorno del público, generando una nueva estructura comunicativa.

La popularización transmite representaciones sociales de la ciencia para que el público la conozca, para ello se utiliza el discurso y el espectáculo con el uso de recursos y procesos técnicos. Sin embargo, tiene la desventaja de que el mensaje enviado es de carácter unilateral, no se genera una auténtica transmisión del saber, porque se realizan demasiados arreglos en la expresión lingüística y se manipula la práctica científica, para que el público asuma solo su papel de espectador.

Un ejemplo de fragmento para esta temática es:

Philippe Roqueplo... Según este autor, la popularización –en su propósito de hacer partícipe al público del saber objetivo– solo puede aspirar, a transmitir representaciones sociales de la ciencia que condicionan la realidad de los individuos y de sus comportamientos, y que consolidan las implicaciones de los efectos de la popularización (el efecto vitrina y el misticador), debido al carácter unilateral y a-práctico de su discurso/espectáculo. No se produce una auténtica transmisión del saber, ya que ésta exige la colaboración de una expresión lingüística y de una manipulación, en el ejercicio de una práctica científica efectiva. Así, el público asume su papel de espectador ante la autoridad de los detentadores del saber, y siendo el saber objetivo una fuente de poder para justificar la toma de decisiones que afectan a toda la sociedad, parece inevitable emprender una estrategia que facilite un reparto verdadero y generalizado del saber (Montañés, 2010b, p. 215). 2 2010 E (3) (1) I 215 CO [19]

Frente al tema de las Funciones fueron identificados 8 fragmentos (6 europeos y 2 latinoamericanos), a partir de los cuales se identificó que la popularización tiene la función de contextualizar y recontextualizar la realidad y luego buscar que el público adquiera las capacidades necesarias para poder interpretar esa realidad. En la función de contextualizar, se determina los contenidos a transmitir, los conceptos y las prácticas, la organización social y la lógica interna de la ciencia, se decide que contenidos son necesarios de mantener y que conexiones se deben realzar con la propia ciencia y la realidad cercana al público. En esta función es necesario determinar e impedir que las posiciones que defienden intereses particulares intervengan en el proceso para beneficio propio.

En la función recontextualizadora, se dota de un nuevo sentido a los contenidos del discurso científico y se determina el nuevo tipo de interrelación que se establece con el público. Lo que se busca es que el público reconozca y ubique la repercusión y la posición de los conocimientos que se le transmiten, para determinar su alcance e importancia en el ámbito interno y externo de la ciencia y social. También se busca que el público sea consciente de donde puede encontrar información de la ciencia y como debe interpretarla, para que se genere interés y compromiso por la ciencia y la tecnología, se promuevan actitudes creativas e innovadoras, se incentiven formas apropiadas de comprender y se valore y reconozca positivamente a la CyT y sus productos.

El siguiente fragmento muestra un ejemplo de esta temática:

Según nuestro planteamiento, la popularización debe cumplir dos funciones, la primera, trazar un plano a escala de dicha realidad, contextualizando y recontextualizando y, la segunda, dotar al público de las capacidades necesarias para poder interpretarlo aprendiendo a moverse por sí mismo a través de sus vericuetos (Montañés, 2010b, p. 212). 2 2010 E (3) (1) I 212 CO [20].

En las Características de esta temática (21 fragmentos: 4 europeos, 12 latinoamericano y 5 asiáticos) se determina que en la popularización se presentan obstáculos como el tener claro una distinción entre el conocimiento genuino y el conocimiento popularizado, ya que no es sencillo delimitar una frontera entre ambos. El segundo obstáculo también se refiere a la distinción que hay entre la simplificación adecuada y la distorsión, ya que en la mayoría de los situaciones no es clara y último obstáculo es el usar a la popularización de la ciencia con fines políticos, donde las representaciones de la ciencia no son neutrales y tienen como objetivo el apoyo del público, para

su beneficio propio y el descalificar otras representaciones elaboradas por periodistas u otros científicos.

Para realizar una popularización eficaz es necesario que se tenga claro el objeto específico de la popularización, en el caso de la ciencia, el conocimiento científico y al respecto se deben responder interrogantes como: ¿Qué “ciencia” popularizar? ¿Con qué profundidad? ¿Qué aspectos? ¿A quiénes? ¿Por cuánto tiempo? ¿Con qué objetivos? también es necesario plantearse quien realizará esta labor, los científicos mismos, los periodistas científicos o los divulgadores y finalmente se debe tener claro la diferencia con la educación formal en CyT, ya que la finalidad de la popularización no es el aprendizaje de la ciencia, es presentar la ciencia al nivel de los conocimientos humanos, en un espacio creativo y de recreación en contextos de educación no formal.

Entre los objetivos principales de la popularización se encuentran el lograr la participación activa de todos los sectores en la búsqueda de soluciones a los problemas sociales y buscar que las mismas sean realizadas mediante el diálogo entre las partes y así se evita la resistencia social y la desconfianza en las instituciones.

Una de las características de la popularización es su subordinación como práctica feminista, al asociarla con roles y valores culturalmente construidos como femeninos, por ejemplo, en Colombia la popularización de la ciencia es ejercida es su mayoría por mujeres.

Ejemplos de esta temática son:

La labor de la popularización es entonces acercar esos conocimientos al público amplio, pero esto implica otro problema referido a quién debe hacerlo: los científicos mismos, los nuevos profesionales o los periodistas científicos (science writers) y divulgadores. Otro aspecto que requiere ser tomado en cuenta es la separación entre la popularización de la ciencia y la educación formal en ciencia y tecnología. Se plantea la necesidad de mantener los dos ámbitos separados, porque la popularización es algo que se hace con públicos voluntarios cuya finalidad no es necesariamente el “aprendizaje” de la ciencia sino presentar la ciencia a la altura de los conocimientos humanos, en un espacio creativo y de recreación en contextos de educación no formal e informal (Mesía, 2011, p. 204). 40 2011 L (15) (27) I 204 CO [06].

Así, la popularización se asume no sólo como una “cosa buena” sino como algo sustentado en necesidades de la vida social, cultural, política, económica y privada y, además, como una estrategia para que la sociedad valore y apoye la ciencia. Se trabaja también en la comprensión de cómo opera la ciencia y en las formas como se produce el conocimiento. Además de estos aspectos cognitivos se enfatiza también sobre aspectos actitudinales y valorativos al buscar un aprecio público por la ciencia (Mesía, 2011, p. 204). 40 2011 L (15) (27) I 204 CO [07].

El marco institucional de la popularización, representada en sus discursos oficiales (cuyas formas y manifestaciones son diferentes para cada contexto y tipo de práctica), ubica y describe la popularización en una posición de subordinación respecto a la producción de conocimiento científico tecnológico hegemónica. Se señalará en relación con esto que dicho ordenamiento jerárquico, leído desde una reflexión feminista, se encuentra sexualizado en tanto que configura, constituye y

performa la popularización como una práctica feminizada, al asociarla con roles y valores culturalmente construidos como femeninos, lo que por su parte explica que en contextos como Colombia esta práctica esté mayoritariamente ejercida por mujeres y que permita intuir un posible giro en esa dirección en escenarios, como el indio, en los que el ejercicio mismo de popularizar comienza a perder estatus frente a la producción de conocimiento (Pérez, 2011, p. 78). 49 2011 L (6) (17) VII 78 CO [02].

En la *Importancia* de la popularización con 7 fragmentos del contexto latinoamericano, se encontró que es necesario una popularización científica, ya que el conocer la ciencia, sus hechos, leyes y su propia naturaleza le permite al público, utilizar esta información para desarrollar opciones que se le planteen diariamente, implicarse en situaciones públicas acerca de asuntos importantes relacionados con la CyT, además el conocer los objetos y productos construidos por la investigación científica hace valorar la diversidad de seres vivos o los que posee como patrimonio de la humanidad y por lo tanto ayudar en su conservación. Además, de las personas al conocer de cuestiones científicas, no es blanco de manipulaciones por parte de los grandes poderes (Mesía, 2011).

En el caso específico de la India, como ejemplo de la importancia otorgada a la popularización, se han creado programas de popularización como el Congreso Nacional de Ciencia para Niños (Children Science Congress), que tiene como idea el fomentar actitudes científicas en el contexto indio, porque los niños y jóvenes son los futuros intelectuales de estas áreas del conocimiento, y tiene la responsabilidad de movilizar en el desarrollo de la India como un nación moderna e ilustrada (Pérez, 2011).

En Colombia, la popularización se ha ido posicionamiento en la política científica, antes del 2005 solo era mencionada en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, pero luego con la formulación de la política de Apropiación Social de Ciencia Tecnología e Innovación, la popularización adquiere relevancia posicionándose como una estrategia del Plan de Desarrollo; en el 2008 esta estrategia fue propuesta al mismo nivel de estrategias como la consolidación de capacidades para ciencia, tecnología e innovación, la transformación productiva mediante la incorporación de conocimiento y la consolidación de la institucionalidad del SNCT en estos campos; para el 2009, con la emergencia de una nueva ley de ciencia y tecnología, la popularización fue presentada como uno de sus objetivos centrales e incluso como función del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias (Colombia, 2009; DNP-Colciencias, 2009, citados en Pérez, 2011). Finalmente, en la política más reciente la popularización aparece vinculada a la formación de profesionales de alto nivel y se ha planteado directamente en diálogo con la política educativa (DNP-Colciencias, 2009, citado en Pérez, 2011).

El énfasis que se le ha otorgado a la popularización en ciencia en Colombia, ha estado en realizar una serie de actividades y programas, como la divulgación en medios masivos como la televisión, radio y prensa, la generación de espacios físicos que materialicen la institucionalización de la popularización, como museos y centros interactivos y la producción de material editorial y actividades dirigidas a públicos infantiles y juveniles, luego el énfasis pasa a la comprender el tipo de relación que se estable entre diferentes actores como la sociedad, el sector productivo y la comunidad científica. Sin embargo, el posicionamiento alcanzado por estas prácticas en los

últimos años, la popularización no está articulada al modelo de Sistema Nacional de Investigación e Innovación propuesto como eje de la política del 2008 (DNP-Colciencias, 2008: 52), no se la nombra como parte integral de la estructura orgánica de Colciencias en la Ley 1286 del 2009 (Colombia, 2009, citado en (Pérez, 2011) ni tampoco se la hace objeto de discusión en el marco conceptual de la Política Nacional del 2009 (DNP-Colciencias, 2009) (Pérez, 2011, pág. 93).

Ejemplos de esta temática son:

Por eso es que lo que se llama popularización científica se ha convertido en una necesidad para todos, puesto que el conocer la ciencia, sus hechos, sus leyes y su propia naturaleza no solo constituye un bagaje cultural imprescindible sino que, además, todo ciudadano necesita utilizar la información científica para desarrollar opciones diversas que se le plantean diariamente, para implicarse en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología y para comprender y opinar sobre el mundo que le rodea. Además, todos vivimos en un mundo colmado de objetos y productos que son el resultado de la indagación científica y en el que la diversidad de seres, vivos o no, supone un patrimonio que la humanidad debe valorar y conservar. Pero difícilmente se valora lo que no se conoce y, más aún, lo que no se conoce a fondo. Por otra parte, la sociedad necesita formación y conocimientos suficientes para tener una opinión fundamentada acerca de las cuestiones científicas para no ser manipulada por los grandes poderes y para poder tomar decisiones tan sencillas como comprar o no un alimento en el que debe aparecer toda la información sobre su contenido, o tan complejas como permitir que en el país se sustituyan unos cultivos por otros (Mesía, 2011, p. 191). 40 2011 L (15) (27) I 191 CO [01].

Lo que interesa señalar aquí es que, a pesar de que esta política posiciona la popularización nombrándola con la función de fortalecer la participación e integrar la ciencia y la tecnología en la cultura, como se planteó en el apartado anterior, este nombramiento es retórico, ya que no está acompañado de una articulación de dicha idea de popularización a otros apartados más centrales para la política, donde el énfasis está puesto sobre una idea de ciencia y tecnología como base del desarrollo económico, y no para otros posibles sentidos de participación. Esto, por su parte, se refuerza en la política más reciente, donde la popularización aparece asociada con la divulgación de conocimiento experto y con la formación de científicos, por lo que se restringe aún más la idea de sociedad como actor de la política y vuelve a enfatizarse en una noción de público cuya experiencia en estos territorios no se reconoce. Ahora bien, estas dos lecturas de la popularización, por un lado subordinada a la articulación de ciencia y tecnología al sector productivo y, por el otro, posicionada al servicio de un conocimiento establecido, difundiendo linealmente hacia las masas y reclutando futuros hombres y mujeres de ciencia, dejan ver una idea de participación aparente que refuerza las funciones que a esta práctica se le han atribuido y que fueron discutidas en la sección anterior (Pérez, 2011, pp. 93-94). 49 2011 L (6) (17) VII 93-4 CO [16].

6.2.2.1.1 Aportes del contexto regional a la Categoría Comunicativa

A manera de síntesis, a continuación se presentan los aportes más importantes de cada contexto regional a los objetivos del trabajo de investigación.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Europeo a la Categoría Comunicativa**

En el contexto europeo la categoría Comunicación científica es un sistema de actividades interrelacionadas que tienen como objetivo transmitir la naturaleza de la CyT al público, con el propósito de promover y consolidar la cultura científica de la sociedad y así puede utilizar estos conocimientos en la resolución de problemas de la vida diaria.

Para el presente trabajo, la comunicación de la ciencia adquiere importancia al hablar de la comunicación de la química. Comunicación que ha sido difícil de realizar debido a la 'chemophobia', su complejidad inherente y la falta de unificación de los grandes temas. Por lo que se propone que los químicos deben mejorar su dialogo con la población y así poder contrarrestar un poco la imagen pública de la química asociada a venenos, peligros, contaminación del medio ambiente, hechiceros y científicos locos.

También se debe trabajar desde la comunicación la forma como el público ve la complejidad de la química. Los químicos encuentran la belleza y admiran la química por su complejidad, pero los no-químicos no pueden asumir como la ciencia es capaz de producir resultados tan absurdos, como por ejemplo, dos plásticos diferentes: el polietileno y cloruro de polivinilo, ambos polímeros, con la misma estructura básica, pero el monómero constituyente que forma el cloruro de polivinilo tiene un átomo de cloro y el polietileno tiene un átomo de hidrógeno. Sin embargo, cuando se encadenan juntos en polímeros largos, la diferencia entre un sistema flexible, botella de agua de plástico transparente (polietileno) y un tubo de PVC opaco (policloruro de vinilo) rígido no puede ser más obvia. Estos son los aspectos de la complejidad de la química que hace que el público la rechace y no comprenda su naturaleza, y por lo tanto, deben ser aspectos comunicados por los científicos y no se ha realizado hasta el momento, en un campo insular, donde la jerga utilizada es cada vez más ajena y distante al lenguaje del público.

Igualmente, es necesario que la química tenga algo único que una el campo, el concepto de enlace químico, que hace que todo sea coherente en esta disciplina, ha sido uno de los aspectos más controvertidos entre los químicos, así como el de electronegatividad, estado de oxidación, tautomería y acidez. Por lo que la falta de unidad en la disciplina hace que toda la comunicación de la misma sea diferente y tergiversada.

Los químicos deben comprender los diversos públicos que posee la disciplina, por ejemplo, en la temática del cambio climático, existe el público que está preocupado e informado sobre el cambio climático y el medio ambiente, sobre la base de sus valores e identidades. También hay un público más amplio que no le presta atención al cambio climático, pero puede haber estado interesado alguna vez cuando un evento importante sucedió, como por ejemplo un derrame de petróleo. Esta amplitud del campo de la química y la variedad de áreas de interés, hace que la química sea potencialmente capaz de conectarse con los diferentes públicos y poder hacer que comprenda su naturaleza.

Unos de los medios utilizados actualmente son los blogs y las páginas de internet, en donde se presenta información para los mismos químicos tanto como para los legos, con el objetivo de iniciar discusiones dentro de la comunidad; un ejemplo de esto son los blogs sobre la tabla

periódica con videos, tutoriales y documentación que hace que sea a veces la mejor forma de informar y entretener, la “cheminformatics”.

Por otra parte se destaca en este contexto, la importancia dada a la acción de las universidades, ya que deben trabajar en su tarea trascendental de la socialización y democratización del conocimiento científico y en el fortalecimiento de valores culturales y de la identidad nacional, incorporando la comunicación de la ciencia.

Asimismo, para el profesorado de educación científica, es importante contar con espacios de comunicación y comprensión pública de la ciencia en contextos formales y no formales, como por ejemplo, los museos de ciencias, donde se debe buscar que el aprendizaje de estas actividades extraescolares estén conectadas con el currículo del aula y al mismo tiempo sean planeadas y preparadas por el docente para lograr los objetivos de comprensión específicos.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Anglosajón a la Categoría Comunicativa**

Se resalta la importancia de analizar los tipos de público en la sociedad, aquellos interesados en la ciencia, los que la estudian por cumplir con un requisito académico y los que creen que la ciencia no es relevante y por lo tanto no la estudian. Por eso, se deben buscar formas diferentes y llamativas para comunicar el conocimiento científico. La forma más conocida es el periodismo científico y los medios de comunicación masivos tales como televisión, radio, cine e internet.

También se encuentran los museos de ciencias y centros interactivos, en los que la narración de historias, las exposiciones, el arte y la música tienen un gran poder de atracción del público y hacen que este comprenda y aprenda los contenidos de la ciencia de forma fácil, dinámica y divertida.

Comunicar la actividad científica incorporando el razonamiento, las controversias, las variables, las diferentes teorías, el escepticismo y los puntos de vistas de diferentes tipos de públicos y expertos, hacen que se construya el conocimiento y la comprensión en comunidad, y así se pueda enfrentar cualquier situación en la que la CyT tienen influencia directa. Además de comunicar la ciencia, se debe proporcionar información de las fuentes de conocimiento, especializadas y no especializadas, no es necesario comprender el ciento por ciento de los artículos científicos si parte del contexto general, los métodos y las conclusiones se pueden comprender, esto ocasiona un estímulo en el público por aprender más y por ser capaz de entender completamente la información que le es presentada día a día por diferentes medios de comunicación. Medios que la mayoría de las veces, no presentan de manera adecuada la actividad científica y hacen que la sociedad adquiera una imagen negativa de la ciencia, situación que solo se puede corregir si se trabaja en conjunto con la prensa, y se construyan programas de formación adecuados en periodismo científico, en el que se amplíe la cobertura mediática de la CyT mediante la comunicación de la ciencia por expertos e intervención de los legos.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Latinoamericano a la Categoría Comunicativa**

Se destaca que la forma de ver la relación ciencia-público se modificó, ya no se habla de un modelo vertical en que la ciencia transmite su conocimiento hacia un público ignorante, ahora el modelo es dialoguista en el que la retroalimentación de ambos polos de la relación es esencial para construir el conocimiento científico.

En este escenario se encuentra la química, que debido a la transmisión de información por los medios de comunicación de ideas falsas que la hacían ver como una “piedra filosofal” que daba solución a todos los problemas humanos, pero que a su vez genera riesgos y problemas sociales y ambientales, ha estado en medio del amor y el odio del público. Situación que se ha tratado de solucionar a través de una formación educativa y científica de los ciudadanos.

La química es presentada por los medios de comunicación como la disciplina causante de problemas, siempre hay una correlación entre el significado de su palabra con una imagen negativa, por ejemplo, al hablar de productos y/o sustancias que han causado algún evento o situación particular, le adicionan la palabra química y ya con esto están suministrándole un calificativo negativo, que es comprendido así por el público. En las noticias, la información que menciona el avance y/o desarrollo de una sustancia para beneficio en la curación de una enfermedad o problemas ambientales, pasa inadvertida o sin mayor impacto; pero si se mencionan accidentes en las industrias y casos de contaminación, aunque sean leves, esto genera una gran asombro y percepción negativa por el público en general, asociando a la química con todo lo malo que le suceda a la sociedad.

Para aumentar la visibilidad de la química y su imagen positiva, se han implementado estrategias de divulgación y participación del público, en los que se reflexiona sobre temas relacionados con esta disciplina y se disponen espacios de diálogo para resolver dudas. Pero la mejor estrategia consiste en la participación de los químicos, estableciendo una identidad, caracterización e imagen propia de la química.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Colombiano a la Categoría Comunicativa**

En Colombia, por la alta inequidad frente al acceso de los bienes producidos por el desarrollo económico y la innovación, el museo de CyT ha representado el papel social de participar en la discusión lo que debe concebirse y hacerse para lograr la apropiación social del conocimiento científico-tecnológico. Este proceso de comunicación y divulgación de la ciencia empezó a finales de los años 60, a partir de los cuales el posicionamiento de los temas científicos y tecnológicos han transitado desde nociones deficitarias, relacionadas con la alfabetización científica, hacia nociones más cercanas a la participación ciudadana. Actualmente se está posicionando en la política científica colombiana, ahora forma parte del Plan de Desarrollo, en el 2009 con la nueva ley de CyT, la divulgación de la ciencia fue presentada como uno de sus objetivos centrales e incluso como función del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias y ahora está vinculada a la formación de profesionales de alto nivel y se ha planteado directamente en diálogo con la política educativa.

Este interés por la ciencia ha generado que el público también se involucre, utilizando los medios de comunicación masivos para informarse de la misma. En orden decreciente los medios utilizados por los colombianos son la televisión, la radio y los diarios. Así como sus temáticas de CyT de mayor interés son la salud y medicina, educación y medio ambiente.

En síntesis, los análisis para la categoría Comunicativa hacen énfasis en la importancia de comunicar y divulgar la ciencia, para que el público pueda comprenderla. En este proceso de comunicación es necesario la intervención de los científicos para que se produzca una transposición epistemológica del conocimiento científico al conocimiento cotidiano. Así mismo, se requiere de análisis y trabajo con los diferentes medios de comunicación en especial con el periodismo científico.

6.2.2.2 Resultados y su análisis para la Categoría Social (SO)

La categoría social (SO), es la segunda que presenta mayor cantidad de artículos (68) con un porcentaje de artículos encontrados del 70,10%. Del análisis del contenido de estos artículos se encontraron cuatro subcategorías, de las cuales la *Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología* ocupan el primer lugar con un (45,67%), en orden decreciente continúan *Actitudes hacia la Ciencia y la Tecnología* (23,01%), la *Relación Ciencia y Público* (18,17%) y finalmente las *Políticas Públicas* (13,15%), ver la figura 14.

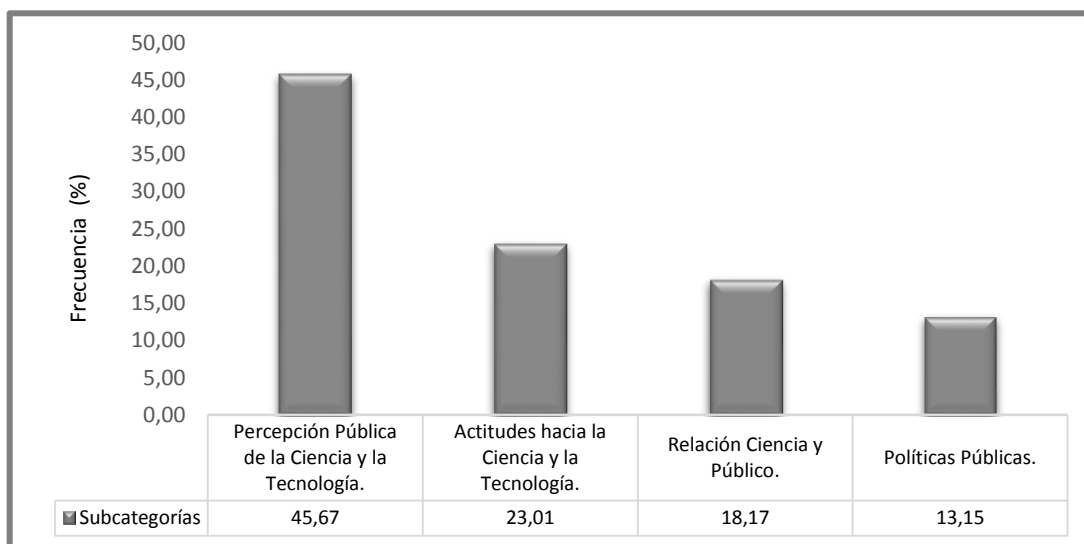


Figura 14. Frecuencia de aparición de las subcategorías de la categoría social.

Fuente: Elaboración propia.

- *Subcategoría Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología*

Esta subcategoría presenta la mayor cantidad de fragmentos analizados (264) de la categoría social, con un porcentaje del 45,67%, según la tabla 14. Del análisis de las unidades de registro se identificaron diez temáticas (tabla 22).

Tabla 22. Temáticas de la subcategoría “Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Definición	9
2. Objetivos de los estudios de la Percepción Pública de la CyT	7
3. Características de los estudios de la Percepción Pública de la CyT	93
4. Tipos de estudios de la Percepción Pública de la CyT.	4
5. Riesgos y Beneficios del desarrollo científico y tecnológico	76
6. Percepción y Comprensión Pública de la Ciencia	10
7. Compromiso Público Social de los científicos	12
8. Influencia entre la distancia entre el conocimiento científico y el cotidiano	18
9. Percepción Pública de la Nanotecnología	20
10. Imagen social de la química	15
Total	264

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la temática Definición se encontraron 9 fragmentos todos latinoamericanos; estos expresan que la percepción pública de la ciencia y la tecnología, hace referencia a Objetivos: Estas percepciones forman lo que conoce como cultura tecnocientífica y que está ligada al análisis de los impactos económicos, políticos, sociales, culturales y medioambientales de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

La percepción sobre ciencia y tecnología hace referencia a la imagen con la que se les asocia y a aquellas nociones y expectativas que contienen alguna carga valorativa de cada una de estas dos entidades (Gartner, 2010a, p.29). 51 2010 L () (30) I 29 SO [01].

Según Teiford (2008), el concepto contemporáneo de percepción social es considerado como un «término paraguas», por englobar una variedad de fenómenos tradicionalmente correlacionados, tales como percepción, impresión y formación de actitud, cognición social, atribución, estereotipo, prejuicio, categorización social y teorías de la personalidad implícitas (La O Pérez, Mercadé, y Cruz, 2014, p. 55). 54 2014 L (10) () I 55 SO [02].

En la temática Objetivos de los estudios de la Percepción Pública de la CyT se encontraron 7 fragmentos (5 del contexto europeo y 2 del latinoamericano). En los que se presentan que los estudio de percepción pública de la CyT, tiene como objetivo el responder determinados interrogantes que desean analizar y orientar la cultura y el desarrollo científico-técnico de una sociedad, para el público obtenga una mejor comprensión del ámbito científico y tecnológico en el que viven y mejoren su calidad de vida. Se analiza como el desarrollo científico y tecnológico es recibido y asimilado, se investiga la imagen que las personas tienen de la ciencia, la relación de la ciencia y la sociedad, el grado de interés por la información científico -tecnológica y la determinación del valor social de la CyT.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Los estudios de percepción social de la ciencia se vienen realizando desde la década de los años ochenta en los Estados Unidos y en Europa. En la actualidad, tienen como objetivo fundamental responder a determinadas interrogantes y analizar sus respuestas con el fin de orientar la cultura y el desarrollo científico-técnico de una sociedad. (Federación Española para la Ciencia y la Tecnología -FECYT, s.f, p. 1). 7 s.f E () () I 1 SO [03].

Asimismo, en la introducción al estudio Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2008, se señala que desde la década de los años 70 del siglo pasado, los objetivos clásicos de los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología consisten en «conocer tanto el grado de interés por la información científico-tecnológica como las fuentes de información habitualmente utilizadas, y determinar la valoración social de la ciencia y la tecnología» (FECYT, 2009, p. 17, citado en La O Pérez, Mercadé y Cruz, 2014, p.57) 54 2014 L (10) () I 57 SO [08].

La temática *Características de los estudios de la Percepción Pública de la CyT*, con 93 fragmentos (13 del contexto europeo, 79 del contexto latinoamericano, 1 asiático), lo primero que evidencian es el análisis de la interacción epistémica entre científicos y el público. El público genera representaciones sociales de la CyT, las cuales son constructos colectivos elaborados y compartidos que muestran el pensamiento social, las creencias y conocimientos de un grupo dado de personas y que determinan la forma de concebir el mundo y su vinculación con él. Es importante conocer como la ciencia entra en contacto con la sociedad, como se convierte en sentido común y empieza formar parte del patrimonio cultural, es decir, como las ideas, imágenes, actividades y nombres de la CyT pasan de la comunidad científica a las conversaciones, relaciones y comportamientos de la sociedad. Sin embargo, también es necesario analizar cómo superar esas imágenes y reputación histórica que la ciencia tiene, la cual ha estado en dos posiciones, por un lado con un pensamiento moderno, metódico, crítico, objetivo y verdadero y por otra parte visto como anárquica, irracional, dogmática, subjetiva y errónea. Una de las formas para vincular la ciencia y el sentido común de las personas, es por medio de un proceso de educación de alfabetización científica, pero buscando el modo de que la ciencia se inserte en las formas propias del sentido común y no pretendiendo eliminarlo (Cortassa, 2010).

En los estudios de percepción es básico que se investigue sobre la concepción de ciencia y de los científicos que tiene el público, así como la percepción de los científicos del público. Los resultados muestran el público posee una imagen clásica de la ciencia, en la que la ciencia es una forma de acceder a la revelación de un orden natural preestablecido antes de que una práctica social condicionada por el contexto en el que se desarrolla, es una ciencia universal y libre de valores, lo que la convierte en la principal fuerza de desarrollo de la humanidad, lo que ha generado que las condiciones en las que el conocimiento científico es construido y válido queden fuera de los análisis de los procesos de percepción pública de la ciencia. De la misma manera, el público, ha sido designado como el “no científico” o “legos”, sin distinción, identidad cultural, roles o clases sociales, por lo que es solo un consumidor de conocimiento (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010).

Esta falta de conocimiento e ignorancia de los legos, representa para la comunidad científica un problema social y político, porque dificulta el desarrollo de la ciencia en el entorno diario de las personas, por lo que se propone fomentar una mejor comprensión pública de la ciencia, para brindar al público la posibilidad de interpretar el mundo en que viven y manejare adecuadamente en él y la posibilidad de intervenir de manera informada y responsable en las discusiones y decisiones sobre temas que involucran la ciencia.

Actualmente, los estudios han ido cambiando su objetivo de estudio, y ya no se preocupan tanto por conocer el nivel de conocimiento que las personas tiene de la ciencia sino ahora se preocupan por conocer cuánto valoran a la ciencia, cuál estatus le otorgan frente a otras áreas de la cultura y cuál es su percepción de los riesgos que puede causar, por lo que las conclusiones ya no son educar al público sino seducirlo por la ciencia, en donde el papel de los mediadores como los medios de comunicación, museos y centros interactivos de la ciencia, deben buscar la forma de mostrar a la ciencia como una práctica social. Es por este motivo, que se expresa que la cultura científica, ya no es un atributo individual que evoca el cúmulo de saberes apropiados por sujetos en particular, ahora se asumen como un atributo fundamente social, constituido por el complejo conjunto de elementos que hacen parte de la organización social de la cultura y se expresan en contenidos cognitivos, simbólicos, institucionales, normativos y organizaciones relacionados con la producción y uso científico y tecnológico (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010).

Un aspecto que se debe considerar, es que las percepciones sociales y la manera como se concretan en las representaciones de las personas de la ciencia, tienen un carácter situado y dependen de las dinámicas sociales y culturales, por ejemplo, las percepciones del manejo de la ciencia en el mundo, varían de acuerdo con las condiciones específicas del entorno desde el cual se generan las respuestas, para la mayoría el manejo de la ciencia en orden decreciente es por cuenta de los países ricos, las grandes empresas multinacionales, los propios científicos y las universidades.

Otro de los aspectos que se indaga en las encuestas de percepción pública de la CyT, es la imagen de los científicos, ya que es importante para la promoción de las carreras científicas e investigativas y porque es una población que en la cotidianidad de la vida académica está muy próxima a la actividad científica e investigativa de las personas, como alumnos y docentes y miembros de semilleros y/o grupos de investigación. La imagen del científico en la sociedad académica, como son docentes y alumnos, muestra un patrón de mala valoración, consideran que es poco reconocida, mal remunerada y poco atractiva, la relación de menor atracción por la profesión de ser científico, es inversa a la edad, a la escolaridad y el estrato socioeconómico.

En Latinoamérica, por medio de una encuesta realizada por la Federación Española para la Ciencia y la Tecnología, se encontró que la profesión de científico es atractiva para la mitad de los jóvenes encuetados, y para la otra no, apreciación que disminuye a medida que aumenta la edad de los encuestados (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010). En Bogotá, la profesión está muy valorada, se le reconoce como prestigiosa, pero no bien remunerada y tampoco lo suficiente atractiva para los

jóvenes; atracción que también depende del nivel educativo, los de escolaridad básica consideran atractiva la profesión, pero los de mayor nivel de estudio van disminuyendo su apreciación hacia la misma.

En Argentina, siete de cada diez argentinos considera que los científicos tienen mucho o bastante prestigio y a medida que aumenta el nivel educativo, más favorable es esta opinión. Dentro del prestigio de 15 profesiones, los del área de la salud son los más valorados, luego le siguen los profesores y en tercer lugar los científicos. En Chile, solo un 13,1% declara sentirse informado sobre CyT, por lo que la CyT se ubica en el séptimo lugar de los nueve temas más consultados, los primeros tres lugares los ocupa, el medioambiente, deportes y medicina. El grado de interés en CyT ocupa un tercer lugar y supera otros temas tradicionales como los deportes, política nacional e internacional y económica-finanzas, como destaca Guivant (2006) citado en La O. Pérez, Mercadé, y Cruz (2014) a partir de los estudios realizados en Brasil, Argentina España y Uruguay, la percepción pública de la ciencia tiene tres regularidades: 1) Prevalece la imagen social de la ciencia como epopeya de grandes descubrimientos, como condición del avance técnico y como fuente de mejoría de la vida humana. 2) La mayoría de las personas se considera poco o nada informada en temas de CyT. 3) Existe mucha confianza en la opinión de los científicos, en temas como energía nuclear y biotecnología.

En el caso de España, la sociedad posee una imagen positiva de la ciencia como profesión y el ser investigador es muy atractivo para los jóvenes, por su alto reconocimiento social aunque no sea bien remunerado (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010). Basados en los resultados de la primera encuesta europea de la comisión sobre Percepción Pública de la Ciencia, se encuentra que dos terceras partes de las personas encuestadas en 13 países, no se sienten bien informados sobre ciencia y perciben a la ciencia como elitista, oscura, carente de control y alteradora del medioambiente.

Una de las características de los estudios de percepción pública de la ciencia, es su análisis frente a las posturas individualistas al anteponer intereses propios e inmediatos, para obstruir alternativas que mejoran el bienestar propio y ajeno. El problema consiste en conciliar una ciencia autónoma libre de valores y desinteresada y una ciencia económicamente productiva y competitiva. El público valora las políticas que sean transparentes e integrares en relación con la producción y consumo de productos de la CyT y más aquellas relacionadas con los conflictos ambientales y tecnológicos, ya que se busca una calidad en el proceso productivo y en las fases de investigación, como en los ciclos de vida de los productos, los certificados de gestión ambiental y los procedimientos de seguimiento. Por lo que se tiene una ciudadanía más exigente y consistente de la diversidad de factores e incertidumbres que intervienen en las dinámicas científicas y tecnológicas, lo que lleva a que en los estudios de percepción estas consideraciones sean analizadas a profundidad.

Países como Argentina, Brasil, España y Uruguay, consideran que el desarrollo científico y tecnológico local está presente en la mayoría de las áreas temáticas, en el caso de Argentina, Brasil y España, el porcentaje que está de acuerdo con afirmación es del 55% y el 64%. En Uruguay el porcentaje es del 80%. Asimismo, es poco el porcentaje de quienes afirman que la

ciencia y la tecnología locales están “muy desarrolladas”, aunque en Brasil esta idea tiene una adhesión marcadamente superior. También en todos los casos son pocos los que piensan que “no existe” desarrollo científico local (3% en promedio). La mayoría de los países reconoce la utilidad de la investigación científica local, en Uruguay, Argentina y en menor medida España, las personas exponen la carencia de difusión social de los resultados de las prácticas científicas, a excepción de Brasil que expresa una buena aplicación del conocimiento.

La imagen de una actividad insuficientemente financiada por el estado está muy extendida entre la población entrevistada en todos los países, en Argentina, España y Uruguay, la estimación alcanza el 87% de las respuestas. Sin embargo, Brasil opina que el estado financia de manera “razonablemente suficiente” la investigación en ese país. El problema es que las personas no tienen los conocimientos suficientes para participar en la creación de las políticas de financiamiento de la ciencia. Para la amplia mayoría de las personas de los cuatro países “el cuidado de la vida y de la salud” constituye el principal motivo que justifica la utilidad de la participación en la realización de la actividad científica.

Es así como los estudios de percepción pública de la ciencia adquieren importancia, para la toma de decisiones estratégicas y para la conocer la valoración que la sociedad otorga al sistema científico y tecnológico, hacia el quehacer científico, la imagen del científico y la investigación en sí.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Los estudios sobre la percepción social de la ciencia que se llevan a cabo en diferentes países han cobrado mayor importancia debido una preocupación genuina por conocer el sentir de la gente hacia el quehacer científico, la imagen del científico y la investigación en sí. Los reportes derivados de estos estudios son fundamentales cuando los políticos en turno deciden cuánto se debe o puede invertir en la investigación científica, ya que de ellos depende, en gran parte, cómo se planifican y llevan a cabo las políticas públicas en relación a la ciencia (Domínguez - Gutiérrez, s.f, p.1). 49 s.f L () () III 1 SO [01].

La imagen de ciencia que prevalece para el conjunto de los entrevistados de todos los países tiene una componente tripartita. La ciencia como una epopeya de “grandes descubrimientos” es indicada por casi la mitad de la muestra en Argentina y está entre las categorías más elegidas en Brasil, España y Uruguay (entre el 30% y el 40%); es ésta una imagen que la retórica e iconografía de la ciencia viene alimentando desde los relatos escolares, la divulgación científica y la ciencia ficción. Asimismo, la ciencia como condición de “avance tecnológico” tiene el primer lugar en España (59.3%), y ocupa los segundos lugares en Argentina (43%), Brasil (40.7%) y Uruguay (42.7%). Por último, la ciencia como fuente bienhechora para la vida del ser humano es una imagen que concita la mayor adhesión en Brasil (46.9%) y Uruguay (49.4%), ocupa el segundo lugar en España (48.6%) y obtiene algo más de una tercera parte de los entrevistados (37%) en Argentina. Otras imágenes que implican claramente valoración negativa reciben una adhesión secundaria y, en algunos casos, marginal: “peligro de descontrol”, “transformación acelerada”, “concentración de poder” e “ideas que pocos entienden” tienen menos del 16% de adherentes (Vaccarezza, Polino y Fazio, s.f, p. 4). 47 s.f L () () I 4 SO [04].

La temática *Tipos de estudios de la Percepción Pública de la CyT* con cuatro fragmentos del contexto europeo, presentan que la comprensión intelectual del conocimiento científico por parte del público constituye una pequeña parte de los factores que intervienen en la relación ciencia-público, es necesario la interpretación de las relaciones sociales, con opiniones sobre la veracidad de las fuentes de conocimiento y con la negociación de identidades sociales. El análisis debe dirigirse además de los contenidos, métodos y procesos de la ciencia, a sus formas de inserción institucional, patrocinio, organización y control. La ciencia es un hecho social y la comunicación de la ciencia debe contar con el modelo en que nace, se hace y se financia la ciencia, así como las repercusiones que un hecho así tiene para el público y para la propia sociedad.

Un ejemplo de fragmento para esta temática es:

Los partidarios de este modelo consideran que la comprensión intelectual del conocimiento científico por parte del público constituye una pequeña parte de los factores que intervienen en la relación ciencia-público. Por ello proponen un cambio de perspectiva a la hora de abordar la cuestión y reivindican la necesidad de tener en cuenta cómo la gente entra en contacto con la ciencia socialmente, no en abstracto ni de forma meramente cognitiva. De este modo vinculan la comprensión del público, entre otras cosas, con la interpretación de relaciones sociales, con opiniones sobre la veracidad de las fuentes de conocimiento, y con la negociación de identidades sociales (Montañés, 2010b, p. 199). 2 2010 E (3) (1) I 199 SO [01].

La temática *Riesgos y beneficios del desarrollo científico y tecnológico* con un total de 76 fragmentos (10 del contexto europeo y 66 del latinoamericano), presentan como la influencia de la CyT en todos los aspectos de la vida moderna, generan una serie de impactos sociales que de acuerdo con la percepción del público pueden ser considerados como beneficios o riesgos para la sociedad. La ausencia de indicadores que midieran con una base conceptual sólida y normaliza el impacto y contribución de lo que se investiga e innova en el campo científico, llegó a los organismos internacionales al fomento de la investigación en este terreno, por eso a partir de la década de los años sesenta se integraron los primeros estudios sociales de la ciencias y la tecnología, para determinar cómo su desarrollo afectaba a la sociedad a consecuencia del impacto ambiental y su uso militar. (Milanés, Solís, & Navarrete, 2010)

Existen dos tipos de estudios que miden el impacto de la ciencia y la tecnología, son los estudios temporales retrospectivos y los prospectivos. Los retrospectivos, limitan el análisis a la reconstrucción histórica de la secuencia o cadena de procesos de conocimientos y sus efectos sociales en un tema concreto, pero son anecdóticos y no se puede construir indicadores cuantitativos a partir de ellos; y los estudios prospectivos, brindan la posibilidad de predecir los efectos que produce el conocimiento en determinado campo, o las consecuencias del uso y difusión de las nuevas tecnologías. Estos estudios y sus indicadores deben estar relacionados con los problemas de la sociedad, como su dependencia tecnológica, la satisfacción de las necesidades humanas básicas, la elevación de la calidad de vida y demás (Milanés, Solís y Navarrete, 2010).

Una mejor comprensión pública de la ciencia permite que el público aproveche los adelantos científicos y tecnológicos y así estimule la innovación a nivel de los procesos. Comprensión que

le permitirá tomar decisiones respecto a su salud y el medio que lo rodea, porque cuenta con una adecuada apreciación de la naturaleza de los riesgos y de cómo interpretarlos.

En la actualidad, las ventajas competitivas de los países ya no se basan en su ubicación geográfica y en la tenencia de recursos naturales, sino en la capacidad de aprovechamiento de estos recursos, mediante el uso y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos, así incorporando valor agregado a los productos se mejoraran considerablemente los problemas sociales, políticos, culturales, económicos y ambientales de un país. Sin embargo, el reconocer que la CyT generan una serie de impactos positivos en la calidad de la vida de las personas, no deja de lado la consideración de que también existen impactos negativos, como la incertidumbre y el riesgo, la artificialidad de la vida, el mal uso de la naturaleza, el descontrol de la sociedad y la falta de equidad. Es clara la tendencia a valorar la ciencia y la tecnología positivamente, principalmente en los campos de salud y en la generación de mayor confort, pero también se le otorga una baja valoración en la capacidad de mejorar el ambiente y erradicar la pobreza y el hambre (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010).

En la población prevalece la idea de que los beneficios y los perjuicios se encuentran equilibrado, pero todo depende de las condiciones sociales y culturales en tanto intereses y valores (individuales y sociales) y los patrones culturales. La posición socioeconómica, también es determinante, ya que las personas de posición socioeconómica baja son los más negativos frente al desarrollo científico y tecnológico, lo que resulta lógico ya que ellos no tienen el mismo acceso y familiaridad con las nuevas tecnologías como la que tienen las personas con más altos ingresos. En el caso colombiano, se considera que en los próximos 20 años la CyT traerán más beneficios que riesgos, como los que hasta el momento ha suministrado, por ejemplo, las mejoras en las comunicaciones, internet, los celulares, los computadores y las mejoras en la salud y la medicina por la cura y tratamiento de ciertas enfermedades así como las vacunas. Los riesgos, más mencionados son aquellos que amenazan el medio ambiente, por la contaminación y la sobre-explotación de recursos naturales, por otra parte se señalan los riesgos por delitos informáticos por medio del internet y finalmente los que tiene relación con las armas, guerra, la violencia y los efectos nocivos del uso de las tecnologías sobre la salud (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2012). Esto es clave para lo ambiental

Pero este grado de interés por los beneficios y riesgos de la CyT en los colombianos, no se ve reflejado en sus prácticas cotidianas, es decir, no asisten a los espacios de comunicación y apropiación de la ciencia, la decisión frente al consumo de bienes productos no siempre está bien informada, aunque es alta su preocupación por asuntos ambientales o de salud, solo el 25% se fija en las etiquetas de los productos que compran, para saber si tiene sustancia nocivas para el medio ambiente y solo el 35% se fija en que no tengan sustancias nocivas para la salud, el 78,42% de los colombianos se siente responsable de los daños al medioambiente, solo el 68% ha disminuido sus consumos de agua, el 59,39% ha dejado de consumir ciertos productos, el 22,42% participa en campañas ecológicas y el 11% ha denunciado personas o empresas que contaminen, el 83% colombianos dice fijarse en las instrucciones cuando compra un aparato o un electrodoméstico, el 76,63% lee los consumos del mes en los recibos de servicios públicos y sólo

el 43,83% averigua los riesgos antes de hacer una dieta (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2012).

Las investigaciones científicas y tecnológicas generan importantes recursos tecnológicos, y por lo tanto su oferta y uso cubren todos los ámbitos sociales, como las industrias dedicadas a las comunicaciones, la alimentación, la energía o los avances de la medicina; su implicación en el contexto social, está generando que la ciencia sea cada vez más aplicada y subsidiaria de la tecnología y cuyas repercusiones sociales, medioambientales y éticas tienen cada vez más alcance en la vida de las personas y el ecosistema. Las percepciones de las personas frente a los aspectos positivos de la ciencia indican que la CyT están haciendo la vida más saludable, más fácil y más cómoda, lo que permitirá que las próximas generaciones tengan mejores oportunidades; y las percepciones negativas, indican que los descubrimientos científicos podrían llegar a destruir el planeta, no todos los daños causados por el hombre a la naturaleza pueden ser resueltos gracias a la ciencia. Es un sueño el considerar que algún día la CyT generarán un *zero risk* (riesgo cero), incluso las personas no lo reclaman, pero si exigen a las instituciones que sean sinceros, responsables con sus investigaciones, que reconozcan las incertidumbres y sean transmitidas y reguladas de manera cuidadosa (Eizagirre, 2013).

En conclusión, no se pueden ofrecer pautas válidas para todos los países en relación con la comprensión pública de la ciencia y la tecnología, pero si se puede afirmar que el público conoce poco de la ciencia y el interés que posee en ella es bajo, aunque si le preocupan las cuestiones concernientes a los riesgos, por lo que en general tiene una actitud positiva hacia los desarrollos de la CyT, en los países de mayor desarrollo científico y tecnológico, y más conocimientos en los mismo, hay mayor recelo y más confianza en la ciencia, además debido a su fácil acceso a los productos, su participación social y cuestiones científicas también es mayor.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

La influencia de la ciencia y la tecnología en prácticamente todos los aspectos de la vida moderna es un hecho incuestionable. Con el análisis de los resultados que obtenemos a través de estos estudios se puede obtener información del impacto social de las tecnologías en determinados contextos, de la percepción de los riesgos del desarrollo científico y técnico y de los cuestionamientos culturales, políticos y sociales a los que, en ciertas ocasiones, se enfrenta ese desarrollo (Federación Española para la Ciencia y la Tecnología -FECYT, s.f, p. 1). 7 s.f. E () () I 1 SO [01].

Los beneficios que los colombianos señalan que la ciencia y la tecnología le han traído a Colombia son mejoras en las comunicaciones, particularmente la telecomunicaciones, Internet, los celulares, los computadores y las mejoras en la salud y la medicina por la cura y tratamiento de ciertas enfermedades así como las vacunas. Los riesgos más sentidos por los colombianos en relación con la ciencia y la tecnología son aquellos que amenazan el medio ambiente, bien por la contaminación, la sobre-explotación de recursos naturales. También les preocupan los delitos informáticos particularmente aquellos a través de internet. En tercer lugar, se señalan las armas, la guerra y la violencia y en cuarto lugar efectos nocivos del uso de tecnologías sobre la salud (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2012, p. 6). 42 2012 L () () I 6 SO [13].

La temática Percepción y Comprensión Pública de la Ciencia con 10 fragmentos (7 del contexto latinoamericano y 3 del europeo), expresa que el estudio de las representaciones sociales es apropiado para la investigación empírica de la comprensión pública de la ciencia. Los resultados de las encuestas de la percepción pública de la ciencia, ya no deben ser analizados exclusivamente en términos de la ignorancia del lego, porque no suministran la respuesta que se ajusta a la imagen de ciencia asumida como correcta, sino se debe reconocer que cada persona tiene una representación de acuerdo con su conocimiento en ciencia y que puede o no adaptarse a las exigencias normativas de los estudios y no por eso son incorrectas, si se conoce y comprenden las representaciones sobre ciencia que tiene el lego, es posible conocer porque el cómo de lo que actúa, usa, opina y decide en relación con la ciencia.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

La teoría de las representaciones sociales es perfectamente apropiada para la investigación empírica de la comprensión pública de la ciencia. (Farr, 1993, p.189 citado en Cortassa, 2010, p. 29). 29 2010 L (21) (40) I 29 SO [14].

Por último, enfatiza un aporte sustancial para la investigación en CPC: si se trata de caracterizar las actitudes y comportamientos de los sujetos hacia la ciencia, es preciso acceder al contenido sustantivo de sus representaciones, el “conocimiento para la acción” sobre el cual se fundamentan. Si se comprenden las RS sobre ciencia, es posible comprender por qué la gente actúa –usa, opina, toma decisiones– como lo hace respecto de ella (Cortassa, 2010, p. 30). 29 2010 L (21) (40) I 30 SO [16].

La temática Compromiso público social de los científicos con 12 fragmentos del contexto europeo, expresa que los científicos evitan las actividades que impliquen un compromiso público, porque no están acostumbrados a hacerlo, no le encuentran sentido el comunicar su trabajo a un público que no son sus colegas y por lo tanto, no tienen sentido de pertenencia. Existen dos factores que inciden en el compromiso público: 1) Los investigadores de alto nivel tiene a involucrarse más con público joven y 2); los que hacen investigación y la enseñan tienen más alto nivel de compromiso público.

Los científicos viven en una jaula de oro y no ven la necesidad de involucrar al público, ya que no hay la demanda necesaria para comunicar su trabajo, el compromiso público solo se observa por jerarquía institucional, los científicos de las instituciones con más alto cargo tienen una mayor participación en actividades de divulgación de su actividad. Igualmente, de acuerdo con las disciplinas científicas, se observa mayor participación, por ejemplo, disciplinas como la astronomía y la física tienen una larga tradición de divulgación a través de clubs de ciencias, pero los químicos y los biólogos no han clasificado por su restricción a participar en procesos públicos.

Aquellos científicos que hacen investigaciones consideran que no tienen el compromiso de comunicarla públicamente, solo a sus colegas, por medio de publicaciones científicas, además consideran que para realizar una carrera científica, el compromiso del público no es un requisito, es necesario mantener una distancia adecuada entre la ciencia y la sociedad, para producir confianza. El conocimiento científico está certificado por la reputación que hay entre pares,

mientras que la popularización ayuda a adquirir protagonismos a través de los medios de comunicación y a llamar la atención del público.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

A recent study investigated the factors that predict scientists' intentions to participate in public engagement (Poliakoff and Webb, 2007). With a questionnaire distributed to academic staff and postgraduates, they found that many scientists avoid PE activities with the following reasons: they have never participated in the past (a result consistent with Jensen and Croissant, 2007), they display a negative attitude towards participation (it is seen as "pointless" or "no fun"), they feel a lack of skills, and they do not see colleagues participating which for them indicates the irrelevance of these activities. Notably, neither shortage of time nor career recognition is seen as an important determinant of participation (Bauer y Jensen, 2011, p. 6). 17 2011 E (20) (1) XIX 6 SO [02].

PE activities reflect a pattern that is specific to particular scientific disciplines...Clearly, one would expect that PE activities are not equally distributed across scientific disciplines. We recognize easily that some disciplines, for example astronomy, have a long tradition of outreach and "citizen science" through popular astronomy clubs. The studies on Argentina and France suggest that social scientists and astrophysicists may be the most active in PE, while chemists and biologists rank last (Bauer y Jensen, 2011, pp.7-8). 17 2011 E (20) (1) XIX 7-8 SO [07].

La temática *Influencia entre la distancia entre el conocimiento científico y el cotidiano*, con 20 fragmentos (19 del contexto latinoamericano y 1 europeo), muestra como las representaciones sociales de la ciencia ayudan a comprender como el conocimiento que circula entre científicos y legos se transforma al integrarse con otros sistemas de referencia involucrados en la construcción del saber cotidiano, es por esta razón, que la ciencia adquiere matices diferentes a los que presenta en sus escenarios de producción y si las encuestas y/o estudios insisten en buscarla en su forma natural, es lógico que encuentren carencias cognitivas. El saber científico cambia, se confunde con los esquemas clasificatorios, denotativos e icónicos propios del contexto y el público en el que se propaga, si pasa de un grupo social a otro, si penetra en diferentes mundos, horizontes, identidades y proyectos. Asimismo, el sentido común se renueva constantemente al integrar lo nuevo y extraño con lo conocido, lo que invita a preguntarse en qué medida y bajo qué aspectos la ciencia, el conocimiento científico, ocuparía para el público el lugar de lo ajeno o desconocido (Cortassa, 2010).

En el campo de la comprensión pública de la ciencia se suele hablar y describir a la ciencia y la sociedad separadas por una brecha, la cual está dada no tanto por el déficit o carencia de los legos, sino por el tipo de conocimiento en medio y más específicamente la heterogeneidad de sentidos que ambos grupos atribuyen al mismo objeto de la ciencia, el necesario conocer la dimensión sustantiva de las respectivas representaciones grupales, para identificar en qué dirección se establece esa heterogeneidad y saber cuáles son sus discrepancias. Cuando el experto y el público, construyen sus identidades y roles en el diálogo de acuerdo con la representación del objeto generada en el contexto social, es cuando se establece el puente para el intercambio de información entre el saber científico y el cotidiano.

Aunque es necesario también analizar, la percepción que el público lego tiene de sí mismo, si se autocomprende o no como agente legítimo para participar en un diálogo que involucre al conocimiento científico y revisar la representación que se tenga del experto respecto de determinados atributos como su honestidad, sinceridad, competencias y confianza, porque de esta representación depende el grado de aceptación y de aportes a la discusión. Si el lego tiene la representación de un científico a sueldo, entonces difícilmente evaluará de una manera correcta al experto y a sus comentarios. Si el público se considera como el común de la gente lo asume, es decir, como una persona que no entiende nada de ciencia, optará por quedarse callado, por solo escuchar y a reservar sus opiniones e incluso a marcharse de la discusión, se genera una auto-exclusión del diálogo.

Algunos fragmentos para esta temática son:

Lo que resulta es que ese saber cambia, se refunde en esquemas clasificatorios, denotativos e icónicos propios del contexto en que se propaga. Y cambia también en su movimiento de un grupo social a otro, cuando penetra diferentes mundos de la vida, horizontes, identidades y proyectos. Al mismo tiempo, incorporándose a ellos, los transforma al ritmo de su propia dinámica: el sentido común se renueva constantemente en la batalla por la integración de lo nuevo y extraño –términos, objetos, explicaciones, aplicaciones– con que el vértigo del cambio científico enfrenta al sujeto contemporáneo (Cortassa, 2010, p. 29). 29 2010 L (21) (40) I 29 SO [13].

...para los enfoques etnográficos la clave del vínculo es el establecimiento de lazos de confianza que garanticen la comunicación y la retroalimentación de ambos polos. Es decir, las cuestiones relacionadas con la percepción pública de la ciencia se vinculan con la confianza y la credibilidad que el público está dispuesto a asignarles a las instituciones antes que con las capacidades del público para comprender información técnica (WYNNE, 1992a). Tanto la confianza como la credibilidad son consideradas también en términos contextuales antes que como valores intrínsecos a los actores, a la información o las instituciones. Derivan de relaciones sociales, redes e identidades y, por lo tanto, son variables contingentes que influyen en la percepción de la ciencia al tiempo que dependen de la naturaleza de esas identidades y relaciones en constante transformación (García, 2010, p.11). 36 2010 L (12) (1) I 11 SO [08].

La temática Percepción pública de la ciencia con 20 fragmentos (12 del contexto europeo y 8 del latinoamericano), presenta como la nanotecnología se ha convertido en parte de la vida cotidiana de las personas ya que se encuentra en la utilización de varios productos de consumo, por lo tanto la investigación en la comprensión pública de la ciencia ayuda entender como las personas perciben los riesgos y beneficios de la misma.

La nanotecnología investiga sobre biomateriales que han sido utilizados durante siglos por culturas tradicionales, pero debido a sus propiedades físicas y al estudio de la composición de los mismos, se ha comprobado que su organización atómica o molecular le otorgan características de alto valor que ahora son conocidas pero en la antigüedad no. A pesar de eso se utilizan de la misma manera y se obtienen los mismos beneficios, lo que permite hacer visible al público que las técnicas son iguales y por lo tanto, su aceptación y comprensión social puede aumentar y compartir las responsabilidades en la elaboración de nuevos materiales y aplicaciones posibles: por ejemplo, en el mercado es necesario analizar el desarrollo de nanocomponentes que

incrementen el rendimiento de placas fotovoltaicas o el desarrollo de sistemas de depuración de aguas mediante membranas capaces de detectar y capturar, en dimensiones moleculares o atómicas, los elementos contaminantes (Barroso, 2012), es decir, es necesario analizar las percepciones, conocimientos y representaciones sociales respecto de la nanotecnología-nanociencia.

Un ejemplo de fragmento para esta temática es:

Nanotechnology as an interdisciplinary field of research attracts much attention in the scientific world. But it is also a part of the everyday life of U.S. citizens, because nanotechnology is already used in consumer products, such as cosmetics or electronics. In this study, we investigate how the public understanding of science and laypersons' beliefs about science influence their perception of the benefits and risks of nanotechnology. Higher risk perceptions might lead to more negative public reactions and those in turn might have a high impact on industry and government (Peters et al. 2004). As previous studies have shown, the perceived risks and benefits of nanotechnology are associated with the level of public support for federal funding of nanotechnology (Brossard et al. 2009; Ho et al. 2010, 2011). It is therefore important to understand how the public perceives and understands this emerging technology (cf. Ho et al. 2011; Siegrist, 2010); (Retzbach, Marschall, Rahnke, Otto, y Maier, 2011, p. 6231). 10 2011 E (13) () I 6231-2 SO [01].

En la temática *Imagen social de la química* con 15 fragmentos todos latinoamericanos, se presenta como la imagen negativa de la química se puede cambiar reconciliando la visión científica con la visión social, para lo cual es necesario tener conocimientos en epistemología e historia de la química y en la línea de la Public Understanding of Science desde el enfoque Ciencia/Tecnología/Sociedad y Ambiente (CTSA), con el objetivo de realizar una didáctica de la química orientada a la alfabetización y formación de docentes en torno al diseño curricular (Mora y Parga, 2010).

Se evidencia como en los estudios sobre la relación de la comunicación de la ciencia y su percepción social, la química es tratada de manera diferente, cuando el producto químico es el protagonista, el análisis se limita a temas específicos, como el cambio climático, los alimentos genéticamente modificados y la nanotecnología. Faltan estudios más amplios sobre la imagen pública de la química en la sociedad, frente al reconocimiento de su trabajo y la atracción de público interesado en estudiarla.

Lo que llama la atención es que se encuentra en los estudios una baja relación entre el impacto ambiental y la imagen negativa de la química, se menciona en las investigaciones que para resolver problemas ambientales se cuenta con la ayuda de la química y por lo tanto la percepción negativa de la química, puede ser por la presentación de temas relacionados con accidentes y hechos de la propia comunidad científica.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Outro resultado que chama a atenção é a baixa associação entre implicações ambientais e imagem negativa, ao contrário do que afirma o senso comum sobre a percepção pública da química. O que o resultado sugere, de fato, é que pesquisas voltadas para solucionar e entender problemas ambientais, com o auxílio da química, estão sendo feitas e os jornais têm divulgado esses estudos.

A percepção negativa da química quando o assunto é meio ambiente pode decorrer, por sua vez, de outros tipos de notícias, mais relacionadas a acidentes e fatos pontuais do que ao meio científico propriamente (Cardoso, Marson, Moraes de Rezende y Viana, 2013, p. 1563). 45 2013 L (36) (10) I 1563 SO [08].

Plantear un cambio en la imagen social de la química, tanto en los medios de comunicación como en el contexto escolar, requiere de distintas estrategias complementarias, que parten de la reclamación para que los científicos que producen el conocimiento de la química se interesen por su divulgación de masas para todos os no expertos, y por otro lado de una mayor articulación de la cultura tecno científica con la cultura socio humanística en las propuestas curriculares formativas en las instituciones escolares (Mora y Parga, 2010, p.90). 53 2010 L () (27) I 90 SO [09].

- *Subcategoría Actitudes hacia la Ciencia y la Tecnología*

Esta subcategoría con 133 fragmentos analizados o 23,01% (tabla 12), permitió identificar cinco temáticas tal como se evidencia en la tabla 23, a partir de las cuales se pudo identificar sus campos de estudio.

Tabla 23. Temáticas de la subcategoría “Actitudes hacia la Ciencia y la Tecnología”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Representaciones Sociales de la CyT	87
2. Relación ciencia y sociedad: Prejuicios del público	12
3. Relación ciencia y sociedad: Confianza.	21
4. Factores que afectan la actitudes hacia la CyT	8
5. Actitudes y Representaciones de la Química	5
Total	133

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la temática *Representaciones sociales de la CyT* con 87 fragmentos (34 del contexto europeo, 48 del Latinoamericano y 5 Asiáticos), se discute sobre la infravaloración de los legos como agentes competentes intelectualmente para acceder a los contenidos científicos, por lo que los científicos no estarían dispuestos a entablar un intercambio de conocimiento con los mismos, actitud que trae como consecuencia que el público se autoexcluya de la posibilidad de comprender y discutir en temas científicos (Cortassa, 2010). Un ejemplo, lo obtenemos en el caso de España, en donde los resultados de las encuestas realizadas por la Spanish Foundation for Science and Technology, demuestra que solo el 9,6% de la población española está interesada en recibir información de la ciencia y la tecnología, la principal razón es que “no comprenden” lo que la CyT puede lograr o las implicaciones en su vida (Valdecasas y Correas, 2010), pensamiento que también ha sido sembrado por las personas por medio de sus comentarios, realizados de una manera no sistemática y rigurosa, generan una impresión desfavorable de la CyT, incluso sin tener esa intención.

Por otra parte, en las representaciones también juegan un papel importante los afectos y los factores contextuales, la divulgación de la ciencia pretende estimular la curiosidad y el interés por la misma, a veces solo basta con que los científicos y tecnólogos se acercan al público de una manera personal y amigable para contar qué investigan, qué productos desarrollan, para qué puede servir lo que hacen y qué consecuencias pueden tener (Gómez, 2012); se intenta mediar la valoración de la ciencia y la tecnología en relación con el apoyo al sistema científico, es decir, al modo de entender la CyT en un ámbito político, económico y de regulación más amplio; y frente a las preocupaciones del público sobre las aplicaciones tecnológicas con las prácticas cotidianas en un contexto determinado (Eizagirre, 2013). En el caso de los colombianos, la CyT es asociada a tres grandes temas: las tecnologías de la información y la comunicación, el medio ambiente y la salud. La innovación se percibe como algo positivo, la influencia de los medios de comunicación en las percepciones de la CyT, es grande e impactante, incluso sobrepasando la confianza en las instituciones gubernamentales o las mismas universidades y el tema del medio ambiente es uno de los aspectos que es considerado y declarado como un aspecto que falta estimular por medio de la curiosidad y el pensamiento crítico (OCCT, 2012).

En esta temática se propone que es necesario que las representaciones de la CyT desarrollen una adecuada concepción cultural de lo que es la ciencia, y más un programa como el PUS, que emplea el término “comprensión pública”, sin embargo es, lamentable encontrar que en la investigación de la opinión pública, el significado cultural de la ciencia, como conocimiento institucional y frente a las actitudes acerca de la naturaleza de la ciencia, ha sido poco estudiado.

De la misma forma, sucede con la concepción de científico, en la actualidad las representaciones sociales de los científicos, deben centrarse en verlos como individuos que trabajan en equipo, como consecuencia de las nuevas necesidades de la investigación, el investigador debe ser cada vez más participe e temas más alejados a su profesión y dejar de ser tan especialista, para poder intercambiar los resultados de su investigación (Muñoz-Matutano, Pastor, Alloza, Aler y Gómez, 2013). El valorar al científico y el aporte de sus investigaciones influirá positivamente en el fortalecimiento de su sentido de pertenencia, en el caso de investigadores latinoamericanos, ayudará a que continúen la construcción de sus conocimientos en nuestros espacios, sin necesidad de emigrar a otros países del llamado “primer mundo” en búsqueda de reconocimiento y apoyo, aún más cuando se interponen promisorias becas (Trelles y Rodríguez, 2013).

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Por otro lado, como se revela en los análisis realizados, en la publicidad televisiva el público es concebido fundamentalmente como un consumidor y no como un ciudadano, con lo que la noción de público de la ciencia se redefine y amplía. En los ejercicios de divulgación tradicionales, la noción de público ha estado a menudo explícitamente vinculada a la capacidad de los miembros del público de actuar como ciudadanos, equiparándose en muchos casos la noción de público a la de ciudadano. De esta manera se concibe la divulgación científica como uno de los medios para la formación de una ciudadanía consciente que comprenda la importancia de la ciencia, a la luz de valores como la democracia, el progreso y el bienestar social (Casallas, 2013). 55 2013 L () (76) I 473 SO [01].

Pero más allá de la claridad con la cual se exponen los fundamentos teóricos acerca de este fenómeno, la percepción social de la ciencia aún transita entre la ingenuidad y la esperanza, entre el abandono y el temor a lo desconocido. García- Vaso (1998) lo representa así: «de igual manera que la Sociedad ve en la Ciencia y la Tecnología todo cuanto espera como solución y progreso, también es cierto que ve en ellas todo cuanto teme de cara a su presente y a su futuro e, incluso, a su supervivencia» (Villarruel, 2013, p.2). 54 2013 L () (8) II 71 SO [03].

La temática Relación ciencia y sociedad: prejuicios del público con 12 fragmentos del contexto europeo, presenta como el público cree que es incapaz de juzgar el valor epistémico de las proposiciones científicas, lo que también no le posibilita el creer o no en las afirmaciones de los expertos, pero un tópico común de los estudios de la CPC es que en su práctica se debe desarrollar el juicio crítico de los sujetos frente a la ciencia, por lo que se debe trabajar en la suspensión de la demanda del propio examen y desarrollar la validez de la palabra de los otros y de nosotros mismos. También se debe eliminar la creencia de que el público participa en una disposición receptiva, que se basa en la creencia de la palabra del científico o del testimonio general y empezar a buscar a justificaciones y afirmaciones que permitan desconfiar en la confiabilidad del informante, se debe generar un juicio y evaluar las cualidades epistémicas y morales del emisor (científico), para aceptar o rechazar lo que este afirma, evitando que los estereotipos o prejuicios negativos de identidad social, influyan en la valoración de la calidad epistémica de los agentes.

Un ejemplo de fragmento para esta temática es:

Una inquietud normal –y recurrente– del público deriva de una correcta percepción del alto grado de vulnerabilidad de la posición que ocupa, de advertir su imposibilidad objetiva para juzgar de manera autónoma el valor epistémico de las proposiciones científicas o de las razones presentadas en su favor. En tales circunstancias, al parecer, la asimetría reduciría sus opciones a la disyuntiva de creer o no creer las afirmaciones de los expertos (Cortassa, 2010). 2 2010 E (3) (1) IV 161 SO [01].

En la temática Relación ciencia y sociedad: confianza con 21 fragmentos (14 europeos y 7 latinoamericanos), expresa la importancia de la relación de confianza que se debe establecer entre los científicos y el lego. Por su parte el científico debe encontrar el sentido de compartir su conocimiento con el público y el lego debe creer en el valor de su participación en el intercambio de información.

También en esta categoría se analiza la credibilidad en los científicos, en general, en temas de política, el público confía en los científicos y esperan que sus hallazgos contribuyan a formulación de políticas, aunque en debates polémicos, los científicos, a veces presentan dificultades para establecer y mantener esa credibilidad. El público le otorga credibilidad a los científicos, cuando sus argumentos tienen carácter predictivo y objetivo y también se revisan aspectos como su reputación académica (educación y formación, el progreso académico, las publicaciones revisadas por pares, la autoridad institucional), sus habilidades y cualidades personales (capacidad de comunicación, la justicia, la honestidad, el conocimiento, la falta de interés, la responsabilidad, la honradez, la falta de prejuicios, objetividad libre de valores), las cualidades de su trabajo (exactitud, certeza, objetividad, demostrativa, pertinencia, utilidad) y las características

del proceso de investigación (Barnes, 2005; Kinchy y Kleinman , 2003; Lach et al, 2003;. Ravetz, 2003; McComas, 2001; Frewer et al, 1996) citados en Yamamoto, 2012).

Esta confianza en la ciencia, es el argumento principal para mantener el apoyo del gobierno en las investigaciones científicas, por lo que la confianza en la ciencia pasa a ser un tema fundamentalmente político y no solo ético. El confiar en los científicos y en su actividad, se realiza con el objetivo de que ellos producirán efectos positivos socialmente, aunque quedan preguntas sin resolver como ¿Cuál es esta buena ciencia? ¿Cuáles sus cualidades necesarias? ¿Quién la define y quién garantiza su estatus? ¿Qué marco regulador la sostiene? Por ejemplo, ¿es la moralidad o la competencia de los investigadores la que la define mejor y la que sería más susceptible de inspirar confianza, existen amenazas que pesan sobre esta confianza en el mundo actual? (Piron y Varin, 2014, p. 232).

Lo que es cierto es que es necesario que exista la separación entre los que saben y los que no saben, lo que algunos llaman objetividad o neutralidad, para que se establezca la “confianza epistémica”, es decir, la confianza en la forma de autoridad, moral y cognitiva, asociada con el privilegio epistemológico del erudito (del sabio). El conocimiento se corrompe por la política y la sociedad donde nacen, viven y mueren las pasiones e intereses, por lo que es necesario el distanciamiento de los eruditos de la sociedad para que la incorruptibilidad de la verdad se produzca, la cual se ve reflejada en la realización de investigaciones alejadas de los deseos mundanos y por lo tanto, se genere la confianza en la ciencia.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

The credibility of scientists is crucial for integrating scientific information into policy. In modern industrial society, the public generally trusts scientists and expects them to contribute to policymaking (Pollak, 2006; Kreutzberg, 2005: 394 and reference therein; Collins and Evans, 2002: 273 and references therein; Frewer et al., 1996). Scientists in a contentious debate, however, often find it difficult to establish and maintain their credibility both among their peers and with the public (Beecher et al., 2005; Brunner and Steelman, 2005; Corburn, 2005; Steel et al., 2004: 11; Wing, 2003; Korfmacher, 2002; Mills and Clark, 2001; Susskind and Field, 1996; Irwin, 1995; Ozawa, 1991; Wynne, 1991). Understanding how individuals construct scientists' credibility in a contentious debate is an important step toward possibly reconstructing scientists' credibility for better integration of science and policy (Yamamoto, 2012, p.101). 17 2012 E (21) (1) XXII 101-2 SO [01].

Lo que este mito nos dice de manera indirecta es que el conocimiento se corrompe inevitablemente por la política y la sociedad donde nacen, viven y mueren las pasiones e intereses. El distanciamiento de los eruditos en relación con la sociedad se convierte entonces en una condición de incorruptibilidad necesaria al acceso a la verdad y, por lo tanto, para la confianza en la ciencia. Tal confianza, en última instancia, se basa en la incorruptibilidad de los investigadores respecto de los deseos mundanos, o al menos en su apariencia, que puede lograrse de diferentes maneras (Piron y Varin, 2014, p.254). 52 2014 L (29) (83) I 254 SO [05].

Los temática *Factores que afectan las actitudes hacia la CyT* con 8 fragmentos europeos, presenta qué factores sociodemográficos como la raza, clase y la religión son los tres marcadores culturales más destacados en los Estados Unidos, que determinan las actitudes hacia la CyT, las personas

blancas tienen actitudes menos favorables y las que tienen más años de escolaridad e ingresos familiares tienen actitudes más favorables hacia la CyT. Así mismo, la variable del conocimiento en la ciencia, genera ciertas actitudes, los que conocen más de la CyT, presentan más actitudes favorables. Se encuentran estudios que determinan que existen diferencias entre las actitudes del público hacia la ciencia en general y las actitudes sobre cuestiones de políticas científicas particulares.

Un ejemplo de fragmento para esta temática es:

En resumen, los resultados de este estudio muestran que existen diferencias apreciables entre las actitudes del público hacia la ciencia en general y de las actitudes sobre cuestiones de política. Sin embargo, también hay cierta consistencia a través de este tipo de actitud. En primer lugar, este estudio se suma a un creciente cuerpo de evidencia de que el modelo de conocimiento-actitudes sólo es aplicable a las actitudes "generales" hacia la ciencia, y no explica las actitudes acerca de las políticas científicas particulares (Gauchat, 2011, p.766). 17 2001 E (20) (6) XVIII 766 SO [15].

Finalmente la temática Actitudes y Representaciones de la Química con 5 fragmentos, 2 latinoamericanos y 3 europeos, expresan como la química ha sido considerada una ciencia peligrosa, con una connotación negativa debido a la contaminación ambiental, por el desperdicio de subproductos de la industria química y el uso incorrecto de productos químicos, lo que se conoce como "*chemophobia*". Estas connotaciones transmitidas por los medios de comunicación a los estudiantes poseen una imagen de los científicos como "nerds" "aburridos" "perfeccionistas". Sin embargo, ellos creen que la química contribuye a la solución de problemas ambientales y a la mejora de la vida, pero presentan una actitud negativa e imparcial con respecto a la utilidad de los cursos de química, ya que los planes de estudio son poco innovadores y no permiten utilizar en la mayoría de las ocasiones otros recursos aparte del libro de texto de ciencias establecido, si hay una actitud negativa hacia la química, generara una falta de interés por la misma, y por el contrario una actitud positiva conduce a un interés de por vida por su aprendizaje continuo en este tema (Salta, Gekos, Petsimeri, y Koulougliotis, 2012).

La química afecta a las decisiones de todos los ciudadanos en aspectos a nivel personal (mantenimiento de la salud), nivel económico (producción y uso de las tecnologías químicas), nivel social (toma de decisiones sobre la eliminación de residuos) y nivel cultural (relación con el concepto de la integridad corporal) (Afonso y Gilbert, 2013). La química tiene varias aplicaciones, genera conocimientos y conecta otros campos de conocimiento, pero si cuenta con una adecuada inversión en investigación y formación de recursos humanos, por lo que ella depende de la valoración y la comprensión de la sociedad en la química, por ejemplo, en Brasil, los Estados Unidos y Japón, se observa una falta de ingenieros químicos, profesores de química u cursos de licenciatura en química en el área de pregrado, debido a la falta de valoración en esta disciplina. Connotación negativa que puede ser reforzada por los enfoques equivocados de esta ciencia en la enseñanza, donde se trabajan temas centrados en aspectos teóricos, en la memorización y la falta de contextualización. Lo que justifica la creación y mantenimiento de programas para mejorar la imagen pública de la química, así como estudios para dilucidar por qué, cómo y dónde se forman las revisiones en la química (Cardoso y Andrade, 2013).

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Chemistry is often considered a dangerous science. In fact, the word “chemical” has obtained a negative connotation due to the environmental pollution caused by the by-products of chemical industry and the incorrect use of chemicals. The end result is called “chemophobia”, a term denoting the absurd fear for chemicals and chemistry (Kafetzopoulos et al., 2006). Students also have images of scientists and chemists as ‘being in white coats’, using ‘test tubes in labs’, chemists as ‘hard working’, ‘nerdy’, ‘boring’, ‘perfectionist’ (Cleaves, 2005; Dalgety and Coll, 2004; Medhat, 2003, citados en Salta, Gekos, Petsimeri, y Koulougliotis, 2012). Such images might be perpetuated by the media, and might influence pupils’ decision making (Kniveton, 2004 citado en Salta, Gekos, Petsimeri, y Koulougliotis, 2012, p.438). 5 2012 E (13) () I 438 SO [01].

Estes indicadores do prestígio social da química parecem estar vinculados à imagem pública negativa da química: são notórios os exemplos de associações de conotação negativa da palavra química, como “dependência química”, “arma química”, “pneumonia química” etc. Para alguns autores, uma visão distorcida da química pode ter sido reforçada por uma abordagem equivocada dessa ciência, com um ensino demasiadamente focado em aspectos teóricos, caracterizado pela memorização e pela falta de contextualização. Segundo Hartigns e Fahy, a simples menção à palavra “química” pode tornar um produto “impopular”; o termo “quimiofobia” (chemophobia), inclusive, foi proposto para designar a aversão à química. Esse cenário desfavorável justifica a criação e a manutenção de programas para a melhoria da imagem pública da química, bem como de estudos que elucidem por quê, como e de onde se formam as opiniões sobre a química (Cardoso y Andrade, 2013, p.1561). 45 2013 L (36) (10) I 1561 SO [03].

- *Subcategoría Relación Ciencia y Público.*

Esta subcategoría con un total del 18,17% (tabla 12) de acuerdo con los 105 fragmentos analizados, presenta seis temáticas enunciadas en la tabla 24.

Tabla 24. Temáticas de la subcategoría “Relación Ciencia y Público”.

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Definición	23
2. Importancia	43
3. Ciencia como institución social	7
4. Ciencia y Sociedad	16
5. Compromiso Público en la C y T	8
6. Justicia Social y Equidad de la Ciencia	8
Total	105

Nota. Fuente elaboración propia

La temática *Definición* con 23 fragmentos (7 de contexto europeo, 12 latinoamericanos y 4 asiáticos), presenta que el público es considerado un grupo homogéneo en sus percepciones y comportamientos, eso no es verdad, hay tantos públicos de la ciencia como las circunstancias en las que se produce un encuentro con ella en particular (Cortassa, 2010c), los casos más comunes son, el público “atento” que es quién eta informado de la ciencia y de temas particulares; un público “interesado” el cual presta atención a la ciencia, pero no está muy bien informado y un tercer grupo “residual” que no tiene relación con la ciencia. Se habla de las dos culturas, una representada por

el público, que “no entiende” a la ciencia y la cultura de los científicos que “poseen el conocimiento”, pero ahora el público está actuando y la comprensión de la actividad científica surge de la negociación entre las dos vías, estableciendo enfoques de conocimiento (Hroar, 2011).

La relación entre ciencia y público, se ha medido por medio de encuestas que cuestionan supuestos implícitos que incluyen errores en la interpretación de resultados como el “no sabe/no contesta”; la relación de proporcionalidad directa conocimiento-actitud y la relevancia de que el público conozca o ignore determinados términos y conceptos científicos (Villarroel, Valenzuela, Vergara, & Sepúlveda, 2013).

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Este panorama, acotado a algunos trabajos paradigmáticos, permite dar cuenta sucintamente de cómo se aborda desde los nuevos marcos la vinculación con el conocimiento científico que establecen diferentes públicos, marcados por inquietudes, motivaciones y necesidades propios del contexto objetivo y de su situación subjetiva; y de qué modo, en ese movimiento, construyen su identidad como agentes y negocian su posición frente a la ciencia. Poco que recuerde, como sus autores se encargan de destacar, al mayor o menor nivel de alfabetización científica de los actores (Cortassa, 2010c). 49 2010 L (5) (14) I 172 SO [10].

Los cuestionarios sobre ciencia-tecnología aplicados por la NSF y la Comisión Europea en la última década segmentan sus preguntas en las siguientes categorías: interés en la ciencia, tipo y grado de acceso a información sobre ciencia-tecnología, conocimiento científico, comprensión de ciencia y del método científico, y percepciones hacia la ciencia y la tecnología (National Science Board [NSB] 2000, European Commission [EC] 2001 citado en Villarroel, Valenzuela, Vergara, y Sepúlveda, 2013). 32 2013 L () (63) I 17 SO [08].

La temática de la *Importancia* con 43 fragmentos (17 del contexto europeo, 16 latinoamericanos, 8 anglosajones y 2 asiáticos, coloca en evidencia como los avances científicos y tecnológicos sorprenden a la sociedad, por la mejora de la calidad de vida; también no se puede negar que la depredación ecológica, la aparición de fenómenos meteorológicos y la afectación general de los valores y tradiciones de la ciencia, están aumentando, por lo que la divulgación es la mejor forma de acercar al público y de evitar que pierda la confianza en la ciencia.

La importancia de la relación entre la ciencia y el público, consiste en articular los enfoques tradicionales y los enfoques críticos de la ciencia, lo que se puede lograr si se introducen aspectos descuidados entre la interacción del público y los científicos, como la estructura institucional de la producción científica, el acuerdo o desacuerdo del público con las ideologías opuestas de la ciencia e incorporar en las encuestas de la comprensión pública de la ciencia preguntas sobre lo social y el arraigo político de la ciencia (Prpié, 2011).

La ciencia requiere que el conocimiento producido sea público, es una responsabilidad y un imperativo para democratizar el conocimiento. Es necesario que el público comprenda los problemas científicos y tecnológicos que hay que resolver, porque de lo contrario la democracia ni siquiera sería posible (Durant, 1990 citado en Galvis y Botero, 2013). Así mismo, como lo expresa Ziman (2003) citado en Galvis y Botero (2013), los resultados de la investigación no se

consideran científicos a menos que se recojan, se extiendan, compartan y se transformen en una propiedad común, al ser publicada formalmente, esto ayudara implícitamente a que el público adquiriera más conocimientos de la ciencia y esto genere un mayor apoyo hacia la misma.

El apoyo a la ciencia y sus avances se ha sostenido en las aplicaciones concretas y el aprovechamiento de que de ellas se hace a diario en materia de salud, comunicaciones, transporte y tecnificación del trabajo, aspectos que hacen que las condiciones de la vida cotidiana cambien continuamente y siempre buscando lo mejor.

Ejemplos de fragmentos para este tema son:

Lo que es palpable al ciudadano, es que mientras los avances sorprenden y aventuran un futuro posible y una calidad de vida más promisoría para la humanidad, también son latentes la depredación ecológica, la creciente furia de los fenómenos meteorológicos y la afectación general de sus valores y tradiciones compartidos. Tal como menciona Ísita (2002), si bien la ciencia básica no surge para resolver problemas sociales inmediatos o para dar solución a todos ellos, es indudable y vital, su función social, y la divulgación es la mejor forma de acercarla a sus destinatarios (Olmedo, 2011). 20 2011 E (8) (2) II 140 SO [01].

La investigación acerca de la relación entre ciencia y público, en especial en Estados Unidos y Europa, ha sido impulsada por las agencias públicas encargadas de promover el desarrollo de la ciencia y la tecnología. El supuesto fundamental que ha guiado este esfuerzo de investigación es que la valoración social de la actividad científico-tecnológica será más positiva en la medida que el público tenga mayor ilustración e interés en ciencia; es decir, en la medida que más conozca sus constructos fundamentales, su forma de operar, sus productos consolidados y sus avances recientes (Villarroel, Valenzuela, Vergara, & Sepúlveda, 2013). 32 2013 L () (63) I 15 SO [04].

En la temática *Ciencia como institución social* con 7 fragmentos europeos, presenta como la Ciencia es una institución social que tiene repercusiones en la vida cultural, política y comunicativa del ser humano y de la sociedad. Uno de los productos de la ciencia es el conocimiento, en el que están vinculadas las operaciones y procedimientos mentales, subjetivos, con las operaciones y formas de actividades objetivas, prácticas, aplicadas a los objetos.

Pero la ciencia no hace parte de las preocupaciones cotidianas del ciudadano, ya que no la ve como un complemento vital a su humanidad, y se confunde con la tecnociencia, al aceptar que el papel de la ciencia es servir a la práctica social, a través de sus capacidades instrumentales.

Un ejemplo del fragmento es:

Según Ziman, para algunos especialistas este fenómeno perceptivo se debe a que en la sociedad capitalista actual se acepta comúnmente que el papel de la ciencia es servir a la práctica social, a través de sus capacidades instrumentales. Se confunde así la ciencia con la tecnología, y se celebra la tecnociencia y su aparato burocrático como instrumento para alcanzar fines sociales o materiales, determinados por distintos poderes sociales fácticos. (Galvis & Botero, 2013). 19 2013 E () (7) I 27 SO [08].

En la temática Ciencia y Sociedad con 16 fragmentos (15 europeos y 1 latinoamericano), expresa que la brecha que existe entre la ciencia y el público, no solo existe sino que también es irresoluble, porque el conocimiento científico tiene dos dimensiones, la práctica teórica y la experimental. En la primera, los científicos desarrollan, construyen y manipulan conceptos; en la segunda, manipulan instrumentos y conceptos, por lo que la distancia entre el experto y el público se genera cuando se trata de comunicar esta doble práctica, ya que existe una diferencia irreductible entre la experiencia efectiva con la que se construye el conocimiento y la experiencia relatada mediante la cual se lo distribuye socialmente (Cortassa, 2010).

Uno de los movimientos que trabaja esta relación ciencia y sociedad, es el de las llamadas Cuestiones Socio-científicas (SSI, siglas en inglés), que analizan los temas basados en conceptos científicos o problemas, polémicas en la naturaleza, que se analizan den los medios públicos y con frecuencia sujetos a influencias políticas y sociales. Este movimiento trata de mejorar la alfabetización científica del público, desarrollando los aspectos cognitivos, emocionales y sociales de los individuos.

Un ejemplo de fragmento para el tema es:

Socio-scientific issues (SSI) have emerged recently as the social dilemmas arose as a result of the advancements in science and technology. SSI are defined as the issues that are 'based on scientific concepts or problems, controversial in nature, discussed in public outlets and frequently subject to political and social influences. According to many researchers, SSI may improve students' scientific literacy. In addition, SSI movement enhances cognitive, emotional and social development of individuals, and emphasizes students' intellectual development, while also trying to provide them with emotional and social development (Dal, Özdem, Öztürk, & Alper, 2013). 25 2013 E As (5) (8) I 58 [01].

La temática Compromiso Público en la C y T con 8 fragmentos europeos, presenta como es necesaria la participación pública para legitimar el papel del público en las construcciones de políticas y para generar confianza en un enfoque determinado promovido por la CyT. El diálogo con el público permite una reactivación de la forma en que concebimos la ciencia. Sin embargo, se debe tener presente que este compromiso no es fácil de desarrollar y tampoco es gratis, la intervención del público en las políticas puede ser beneficioso o perjudicial para el avance o no de la CyT, por eso se debe realizar de una manera responsable.

Un ejemplo de fragmento para el tema es:

The legitimacy of public engagement does not just depend on its inputs, but also on its outputs (van Oudheusden, 2011, after Scharpf, 17 99), in particular its impact on governance. The suspicion is that such exercises do not sufficiently challenge, and so serve to reinforce, incumbent power structures. Public engagement can be seen by institutions as an opportunity not to rethink their policies and practices, but to gain trust for a predetermined approach (Wynne, 2006; Thorpe and Gregory, 2010). When institutions initiate dialogue, what might be envisaged as a potential 'technology of humility' (Jasanoff, 2003), capable of prompting institutions to question their governance, can become a 'technology of elicitation' (Lezaun and Soneryd, 2007), extracting public opinion in convenient ways. Rather than opening up decision-making, public dialogue might be

implicated in its closure, by preventing alternative views from surfacing (Stirling, 2008; Chilvers, 2010; Sturgis, this issue). Too often, the emphasis is on 'consensus', which disguises the diversity of views that are likely to define a particular issue (Mohr, 2008 citado en Stilgoe, Lock, y Wilsdon, 2014). 17 2014 E (23) (1) X 6 SO [01].

La temática Justicia Social y Equidad de la Ciencia con 8 fragmentos (7 latinoamericanos y 1 Europeo), muestra como los beneficios de la CyT son recibidos y acumulados en la mayoría de las veces por las personas que poseen dinero, pero los costos son asumidos por la población vulnerable. La ciencia está inmersa en prácticas de poder, en donde existen asimetrías culturales locales, en las que realizan prácticas científicas que informa mal y distorsiona el diseño de la investigación, la producción de conocimiento y los resultados mismos, por lo que la ciencia será un aliado en la justicia social, al propiciar procesos participativos de formulación de políticas.

Las desigualdades en los impactos de la ciencia y tecnología en la sociedad, se representan en tres tipos: La desigualdad distributiva, en la que los productos y servicios son de acceso exclusivo para personas de altos recursos económicos; la desigualdad estructural, en la que las capacidades, el analfabetismo tecnológico y los desempeños asociados con la CyT, se presentan de manera distinta entre países y regiones del mundo; finalmente la desigualdad representativa que hace referencia al impacto de una insuficiente representación de distintos grupos de interés en los espacios de toma de decisiones en los sistemas nacionales de innovación (Nova, 2011).

Un ejemplo de fragmento para el tema es:

Paralelamente, Campbell (2006) se pregunta qué hay que hacer para convertir a la ciencia en un aliado más confiable en la lucha por la justicia social (Can science serve social justice?). Campbell rescata el trabajo de Harding (2006), en el cual, desde una perspectiva de género, analiza la tendencia de que los beneficios de la ciencia y la tecnología son acumulados por los ricos y los costos son asumidos por la población vulnerable (Nova, 2011). 48 2011 L () (39) I 110 SO [01].

- *Subcategoría Políticas Públicas.*

Esta subcategoría presenta un 13,15% correspondiente a los 76 los fragmentos analizados según la tabla 12. Las temáticas identificadas fueron dos (tabla 25).

Tabla 25. Temáticas de la subcategoría "Políticas Públicas".

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Importancia	30
2. Impacto de las políticas públicas	46
Total	76

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la temática Importancia se encontraron 30 fragmentos (19 del contexto europeo, 11 de latinoamericano); esta presenta el papel de la CyT en la planificación de las políticas públicas de los estados. El poder de un país ya no se encuentra en la cantidad de territorio que posee, sino

en su economía y tecnología, por lo que la producción de conocimiento científico y tecnológico tiene clara su orientación mercantil basada en la producción técnico-industrial.

Las decisiones políticas están determinadas por planteamientos del ámbito de la Ciencia y la Tecnología, por lo que el público necesita conocerlas para aprobarlas, aceptarlas o rechazarlas, acciones que solo puede realizar si conoce los riesgos, beneficios, fundamentos y consecuencias morales de la producción científica, así si se puede hablar de una calidad democrática. La cual consta de las siguientes pautas: 1) Llevar la ciencia a los ciudadanos. 2) Reorientar las políticas públicas en ciencia y tecnología hacia la demanda social. 3) Abrir las políticas en materia de ciencia y tecnología a las opiniones y participación de los ciudadanos. (Nova, 2011).

Para lograr este objetivo es necesario que se refuercen las instituciones públicas y que los gobiernos establezcan unas reglas claras, marcos legales equilibrados, respecto a la ley y la posibilidad de participación en los asuntos públicos de interés, esta idea se ha sustentado en la convicción de que una democracia más participativa puede complementar y fortalecer las instituciones representativas. El mantener informado al público sobre los acontecimientos actuales en ciencia política y en las formas de participar activamente en la toma de decisiones, ha sido uno de los objetivos principales de la Comprensión Pública de la Ciencia, pero se ha encontrado que existe un desinterés del público por la CyT, lo que se le atribuye directamente a la ineficiencia de los programas de educación no formal dirigidos a aumentar esta comprensión de la ciencia.

Ejemplos de estos fragmentos para el tema son:

Es más, buena parte de las decisiones políticas están marcadas por determinados planteamientos en torno al ámbito CT que los ciudadanos necesitan conocer para mostrar su aprobación, aceptación o rechazo. Por tanto, no solo a nivel individual, sino también a nivel político, la comunicación de la ciencia, de sus riesgos y de sus beneficios, de sus fundamentos y de sus consecuencias morales, es síntoma de calidad democrática (Marcos & Chillón, 2010). 2 2010 E (3) (1) V 82 SO [01].

Se trata de que los gobiernos establezcan reglas claras, marcos legales equilibrados, respecto a la ley, y posibilidad de participación en los asuntos públicos de interés. En las sociedades democráticas las leyes tienen un extraordinario poder de configuración de la realidad. Por ello, pocas cosas ayudarían más a la creación de un espacio común iberoamericano que un corpus legislativo no homogéneo, pero sí normalizado y coherente, porque sabemos que nuestro continente es plural y diverso (Cazaux, 2011). 50 2011 L (3) (6) I 3 [02].

La temática *Impacto de las Políticas Públicas* con 46 fragmentos (18 europeos, 28 latinoamericanos), expresa como la evolución de las sociedades están siendo determinadas por la evolución de las investigaciones e innovaciones en ciencia y tecnología, por lo que se convierte en una obligación el vincular la CyT en las declaraciones políticas y gubernamentales. Las políticas públicas en CyT, deben analizar el impacto de los conocimientos científicos y tecnológicos en la sociedad, la incidencia de la ciencia y la tecnología en el plano cultural y la existencia de redes intermediarias entre los centros productores de conocimiento y los actores sociales demandantes (Milanés, Solís y Navarrete, 2010).

La comunicación pública de la ciencia y de la tecnología, implicará compromiso, ganadores y perdedores, preguntas de poder y esfuerzos para identificar expertos de no expertos, donde la relación ciencia y política, ya deja de ser una relación privilegiada, donde la ciencia informa a la política produciendo conocimiento objetivo, válido y fiable, y luego se ordenaban los valores y preferencias diversas, ahora con los nuevos enfoques se cuestiona el carácter objetivo, fiable y universal del conocimiento científico y se destaca la incertidumbre y el carácter complejo de problemas contemporáneos, a partir de una comunidad de evaluadores de la ciencia extendida (Funtowicz y Ravetz, 1993; Funtowicz y Strand, 2007, citados por Gondon (2011).

Hay que estar pendientes de que las opiniones públicas y/o aportes por parte del público, sean realizadas de manera equitativa y justa, ya que una sola opinión puede legitimar e deslegitimar políticamente determinadas acciones científicas o tecnológicas, aunque el apoyo del Estado a la CyT es mínimo frente a otros campos.

Un ejemplo de fragmento para el tema es:

Los encuentros entre la ciencia y el público poseen significativa importancia tanto en las decisiones de política científica y de políticas públicas en general, como en las intervenciones empresariales y en las prácticas cotidianas. La participación ciudadana en los asuntos concernientes con las ciencias y sus aplicaciones tecnológicas es ahora una exigencia de la democracia y en tal sentido, las tecnociencias deben ser valoradas, entre otros, en el contexto de los proyectos sociales en los que se insertan, los intereses que atienden y los actores que le otorgan sentido. De este modo, las dinámicas de interacción entre la ciencia, la tecnología y la sociedad abren un denso campo investigativo y de reflexión para las ciencias sociales, donde la percepción pública, la cultura científica y la participación ciudadana emergen como categorías de particular interés] (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010). 51 2010 L () (30) I 34 SO [08].

6.2.2.2.1 Aportes del contexto regional a la Categoría Social

Los aportes más importantes de la categoría social en cada contexto regional, a los objetivos del trabajo de investigación fueron los siguientes:

- **Síntesis de los aportes del Contexto Europeo a la Categoría Social**

Su aporte principal es al estudio de la imagen de la química, puesto que esta ciencia es considerada como peligrosa. Esta connotación negativa, es debida a acciones tales como la contaminación ambiental que es causada por los subproductos de la industria química y el uso incorrecto de los productos químicos. Esto genera en los estudiantes imágenes negativas y descontextualizadas de los científicos y de los químicos. Sin embargo, los estudiantes aún creen que la química contribuye a la solución de problemas ambientales y que puede mejorar la calidad de vida.

Los estudiantes en general tienen una actitud positiva con respecto a la importancia de la química y una actitud neutral o negativa con respecto a la utilidad del curso de química, la dificultad y el interés. Los contenidos exigidos y/o estandarizados de los currículos de química, plantean

grandes dificultades a los docentes, ya que no les otorga la libertad necesaria para utilizar otros recursos de enseñanza aparte del libro de texto de ciencias proporcionado. Si existe una actitud negativa o desmotivación de los docentes también impactara en la actitud negativa de los estudiantes hacia la química lo que puede durar toda la vida y no generar el aprendizaje que en ellos es requerido.

La química como proceso de investigación sobre el mundo natural, es de importancia universal, ya que afecta las decisiones de todo los ciudadanos en muchos aspectos, a nivel personal (mantenimiento de la salud); a nivel económico (producción y uso de las tecnologías químicas); a nivel social (decisiones de eliminación de residuos); y nivel cultural (concepto de integridad corporal). Pero aun así, la apreciación del valor de la química es inferior a la esperada por la comunidad de químicos.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Anglosajón a la Categoría Social**

En este se presenta a la sociedad con una serie de creencias infundadas, pensamientos incorrectos y confrontación con la ciencia, como por ejemplo, cristales curativos, auras, rituales curativos, astrología, etc. a pesar de la inversión pública y privada que se ha realizado en CyT en los últimos años. Las concepciones pseudocientíficas son más complejas y permanentes en las mentes de las personas que los logros científicos.

Se habla de dos culturas, la de los expertos y la de los legos, en los cuales se considera que estos últimos presentan un déficit de conocimiento científico y por eso el científico debe transmitirle toda la información necesaria para poder comprender la actividad científica. Pero el público está actuando y la comprensión surge de una negociación entre ambos.

La sociedad está más dependiente de la ciencia, por eso a mayor conocimiento mayor control de las diferentes situaciones en las que interviene, como las acciones en el medio ambiente y el aprovechamiento de las fuerzas de la naturaleza para el beneficio humano. La creciente preocupación por temas socio-científicos ha generado que se establezcan diálogos públicos buscando la comprensión pública de la ciencia.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Latinoamericano a la Categoría Social**

Se destaca como principal, el superar la imagen negativa de la ciencia, para lo cual es necesario reconciliar la visión científica con la visión social de la química; además se requiere del conocimiento en epistemología e historia de la química y de la línea de investigación Public Understanding of Science desde el enfoque Ciencia/Tecnología/ Sociedad y Ambiente (CTSA), ya que son fundamentales para una didáctica de la química orientada hacia la alfabetización en química y a la formación docentes en torno al diseño curricular y la enseñanza de contenidos articulados a la generación de actitudes hacia el impacto social y ambiental de la química ((Mora y Parga, 2010, p.67).

La química ha tenido un extenso tratamiento en periódicos y revistas, inspirando también películas, relatos y series de ficción, que no informan solo entretienen al público que no posee los conocimientos científicos, lo que ha generado una difícil relación entre quienes trabajan el medio académico de la química y los periodistas, ya que sus lenguajes son irreconocibles, por un lado el rigor y la incomprendibilidad y el sensacionalismo; y por el otro lado, la simulación exagerada. Una forma de mejorar la imagen de la química es en el plano de la cotidianidad, en la imagen popular y en el plano de la educación formal en la cual todos accedan al mundo de la ciencia. También se centra la estrategia de lograr una mayor articulación entre la cultura tecnocientífica con la cultura socio humanística en las propuestas curriculares formativas en las instituciones escolares.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Colombiano a la Categoría Social**

En Colombia se están realizando estudios de apropiación social de la Ciencia, tecnología y la innovación, que destacan la importancia y necesidad de realizar encuestas nacionales de percepción pública de la CyT, ya que se considera que en los próximos 20 años la CyT traerá más beneficios que riesgos, como los presentados hasta el momento, las mejoras en las comunicaciones, particularmente las telecomunicaciones, internet, los celulares, los computadores y las mejoras en salud y la medicina.

Los riesgos sentidos son aquellos que amenazan el medio ambiente, por la contaminación, la sobre-explotación de recursos naturales. También existe preocupación por los delitos informáticos, las armas, la guerra y la violencia. Pero, a pesar del interés de los colombianos por la CyT, en sus prácticas cotidianas no asisten a los espacios para la comunicación y apropiación de la ciencia, sus decisiones frente al consumo de bienes y servicios no siempre está bien informada y no es tan alta su preocupación por asuntos ambientales o de salud.

En síntesis, los análisis de la Categoría Social hacen énfasis en las percepciones que el público tiene de la ciencia y la tecnología. Las personas presentan imágenes negativas de la ciencia, los científicos y de los químicos, debido a los impactos sociales y ambientales que generan los productos de las investigaciones. Estos estereotipos negativos hacen que los estudiantes no se interesen por cursar carreras científicas relacionadas con la ciencia y la química. Con el objetivo de mejorar o cambiar estas concepciones, se han implementado los estudios y encuestas de percepción pública para conocer los motivos y poder proponer soluciones al respecto.

6.2.2.3 Resultados y su análisis para la Categoría Educativa (ED)

La **categoría educativa (ED)**, está en el tercer lugar, en cuanto a la cantidad de un artículos analizados (60 en total), obteniendo un 61,86% sobre el total (tabla 12). En el análisis del contenido de esta categoría, se encontraron seis campos de investigación o subcategorías, tal como se muestra en la figura 15; de estos los *modelos de la CPCyT* ocupan el primer lugar (50,20%), en orden decreciente continúan: *Educación Científica* (18,24%), *Alfabetización Científica y Tecnológica* (10,32%), *Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología* (CPCyT) (11,27%), *Estudios de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología* (5,53%) y los *Estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA)* (5,53%).

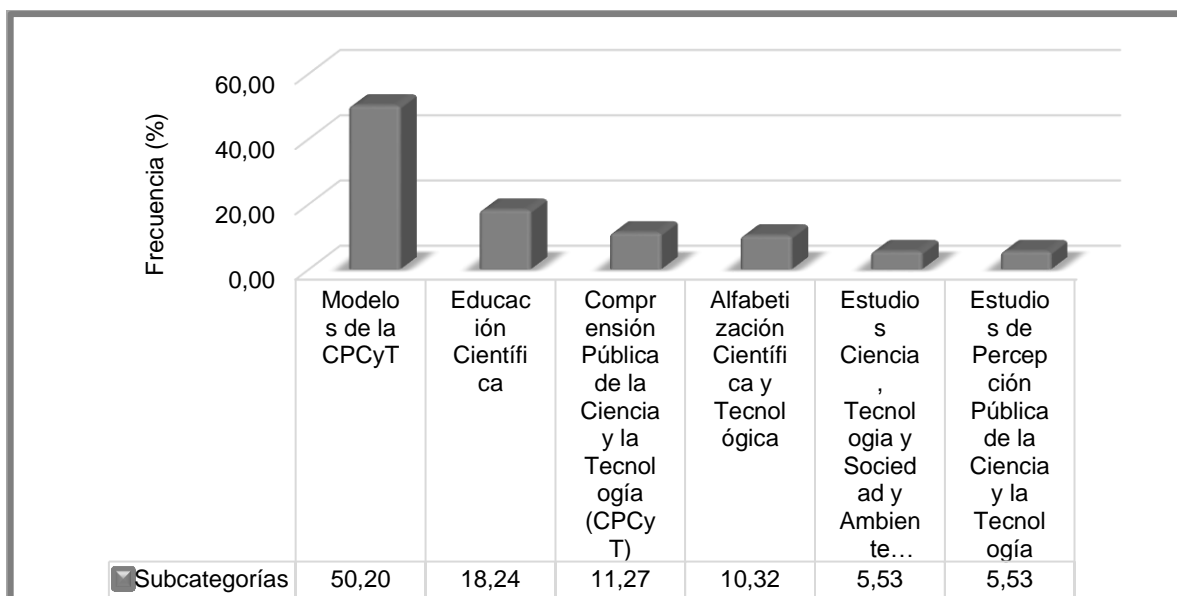


Figura 15. Frecuencia de aparición de las subcategorías de la categoría educativa.

Fuente: Elaboración propia.

- *Subcategoría Modelos de la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT)*

Esta subcategoría presenta la mayor cantidad de fragmentos analizados, hallándose 245 que representan el 50,20% (tabla 12) para la categoría social. Del análisis de las unidades de registro se identificaron seis temáticas, tal como se observa en la tabla 26.

Tabla 26. Temáticas de la subcategoría “Modelos de la CPCyT”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Tipos de modelos de la Comprensión Pública de la Ciencia	14
2. Modelo del Déficit Cognitivo	99
3. Modelo Contextual	90
4. Modelo de la Participación Pública	15
5. Modelo Sistémico	5
6. Características Generales	22
Total	245

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La temática *Modelo del Déficit Cognitivo* con 99 fragmentos (53 latinoamericanos, 43 europeos y 3 anglosajones), expresa que desde finales de la década de 1980, los estudios dieron origen al primer modelo del campo de la comprensión pública de la ciencia, el cual se basa en la idea de un déficit cognitivo del público, es decir, que el público tiene un bajo nivel de conocimientos de la ciencia lo que hace que sus actitudes hacia la ciencia sean negativas o de desinterés, por lo que se debería buscar una práctica de alfabetización destinadas a subsanarlo, se postuló la provisión de una serie de conocimientos científicos básicos para evitar la brecha cognitiva entre la ciencia y el respaldo social (Cortassa,2010). Sin embargo, los resultados de las investigaciones, han

demostrado que este déficit es difícil de disminuir por medio de prácticas alfabetizadoras (educativas y divulgativas). Se han utilizado las encuestas como medio para conocer y estudiar la percepción pública de la ciencia y dar una visión global de la relación del público con la ciencia en determinado país o región.

El público no comprende la ciencia, se debe buscar la forma de que lo haga, este proceso de comprensión debe ser facilitado por la acción de un tercer agente, educador o divulgador, y ser promovido por el estado quien tiene los recursos necesarios para ello. El beneficio de esta acción es para legos y científicos: para los legos porque adquieren mayor conocimiento y autonomía, y los científicos necesitan de la valoración de su actividad y asegurar la provisión de recursos que demanda. Se considera que una vez aplicadas las políticas adecuadas, la eliminación de los obstáculos y las dificultades de comprensión, se determina y aplica las medidas correctivas necesarias, observando periódicamente la progresión que generan hasta alcanzar los niveles deseados, como la mejorar la imagen y valoración de la ciencia entre el público, acciones que se pueden desarrollar en la educación formal, no formal e informal.

El modelo del déficit presenta dos problemas: el primero es el de la traductibilidad del conocimiento científico, es decir, como traducir el conocimiento científico de manera que sea fidedigno, pero también comprensible para un público no experto; y el otro es el de las estrategias y de los medios que pueden ser los más adecuado para llevar conocimiento a la sociedad.

En el caso de Colombia, se ha realizado la estandarización de modelos educativos, a partir de propuestas de popularización y divulgación desarrolladas en Estados Unidos y Europa, mediante la participación de agentes que median comunicativa y educativamente en este modelo, para despolitizar el acto educativo en CyT. Se privilegia la experimentación como forma de conocimiento empírico –inductivo, donde la ciencia se presenta como neutra, libre de valores, moralmente incuestionable. El proceso en este modelo es lineal y horizontal, donde la producción de conocimiento genuino es realizada por los expertos, luego este saber pasa a los divulgadores que lo transforman en una versión simplificada y entendible y luego el público lo asimila. Motivo por el cual ha sido criticado, porque no se pueden establecer fronteras entre los conocimientos y menos determinar quién son los únicos agentes del saber y ponerlo en la cima y a los legos, considerarlos como receptores pasivos sin competencias cognitivas relevantes, la comunicación del conocimiento también se produce de legos a expertos.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

En el modelo del déficit se parte de la presunción de que las carencias de conocimientos deben ser «llenadas» mediante procesos de alfabetización científica; sin embargo, se han identificado dificultades con el modelo de déficit, como por ejemplo, la transmisión de los desarrollos tecnocientíficos carente de contextualizaciones, lo que dificulta los procesos de comprensión...Pese al esfuerzo por comunicar la ciencia y la tecnología con el interés único de «llenar el déficit», no se ha evidenciado que el aumento de conocimientos determine el cambio de actitudes (Pardo y Calvo, 2004). Por lo tanto, se cuestiona la efectividad de este modelo y, en consecuencia, han surgido otras alternativas (Cortassa, 2010c, p. 231). 55 2010 L () (69) II 231 ED [03].

El modelo de déficit simple responde al problema de llevar el conocimiento científico al gran público como una “cosa buena por sí misma”, y es, en este sentido, heredero de la Ilustración y de la Era del Progreso. Así pues, dicho modelo responde a una necesidad de llevar un “cuerpo de conocimiento certero y seguro”, producido por los “iniciados”, a un público “lego”, por fuera del ámbito escolar. Incluso términos como difusión y vulgarización pueden llegar a verse como cercanos a este enfoque; esto ha hecho que hayan caído en desuso en algunos ámbitos académicos y políticos, como una suerte de temor para que sus iniciativas no sean catalogadas de elitistas, unidireccionales, deficitarias, teocéntricas, etc. (Hermelin, 2013, p. 249). 30 2011 L (8) (14) I 249 ED [05].

El tema de *Modelo contextual* tuvo 90 fragmentos (53 latinoamericanos, 1 anglosajón y 36 europeos), expresa como se debe reorientar el problema de la carencia cognitiva del público hacia los contextos específicos en que se producen sus contactos con la ciencia. El modelo contextual reconoce que los individuos responden de acuerdo con sus esquemas sociales, culturales y psicológicos, es decir, se consideran las experiencias previas vividas por las personas, por lo que se debe tener en cuenta los contextos culturales y personales que hacen parte del aprendizaje. Se reconoce al público como contenedores de información o experiencia, se valoran la historia y vidas de las comunidades. El científico en este modelo a veces es arrogante, porque no reconoce que no siempre tiene todo el conocimiento que necesita, y por lo tanto, requiere obtenerlo de manera adicional, lo cual puede ser suministrado por el público, por lo que es fundamental en este modelo reconocer que el conocimiento local puede ser tan relevante como el conocimiento técnico para la resolución de problemas (Lewenstein, 2003, citado en Jiménez y Palácio, 2010).

Este modelo es considerado democrático, ya que se asume al público como activo en el proceso de la deliberación y la participación, brindándole un protagonismo en la aprobación social del conocimiento y en las perspectivas más críticas como las derivadas de los estudios sociales de la CyT. Asimismo, en este modelo la ciencia no aparece como un campo de conocimiento certero y seguro, y se tienen en cuenta los posibles riesgos que este puede generar en el medio ambiente y en la vida de las personas. En este modelo, se toma más como referente a los diversos grupos de interés que al público en general, también se establecen metas de comprensión, como por ejemplo, la concienciación pública, el compromiso público, la participación ciudadana y la comprensión pública, utilizando varios instrumentos como el diálogo, la discusión y la acción.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Los partidarios del segundo modelo teórico, el denominado «enfoque contextual», restan importancia a la adquisición por parte del público de conocimientos científicos, instan a la participación de éste en procesos que generen confianza pública, y privilegian los aspectos institucionales y sociales como medios de negociación de esa confianza. Además, tienden a restringir el campo de acción de la comprensión pública de la ciencia a ciertas cuestiones que afectan a la vida cotidiana, y a temáticas relacionadas con el riesgo y con casos que generan controversia, reduciendo así la superficie de contacto entre el público y la realidad científica (Montañés, 2010b, p.190). 2 2010 E (3) (1) I 190 ED [18].

También hay que destacar que lo anterior ha tenido, a su ritmo, ecos y repercusiones importantes en Colombia en cuanto a la democratización del conocimiento. Daza y Arboleda (2007) citado en

Hermelin (2013) discuten las ventajas y las limitaciones del modelo democrático en el desarrollo de políticas públicas de ciencia y tecnología en Colombia, y aseveran: Se podría pensar que lo deseable es que la política implemente modelos más democráticos y participativos, que transmita una imagen de la ciencia en términos de los procesos que ello implica y que, desde el diseño mismo de sus estrategias, involucre a los diferentes públicos a los cuales pretende llegar. Sin embargo, hay que plantearse hasta qué punto el modelo democrático no está en sí mismo preso de los cerramientos de los cuales proviene (Daza y Arboleda, 2007 citado en Hermelin, 2013, p. 252). 30 2011 L (8) (14) I 252 ED [10].

El tema del Modelo de Participación Ciudadana con 15 fragmentos (14 europeos y 1 latinoamericano), expresa que su interés es propiciar estrategias para la participación y para generar confianza en la política científica. Un ejemplo, son la conferencia en las que se busca un consenso entre los ciudadanos frente a las prácticas científico-tecnológicas, deliberaciones con fines evaluativos, museos y centros de ciencias. Estas buscan la democratización de la ciencia, en la que la ciencia no es solo la de los científicos y la de los políticos sino que también es problema de la sociedad en general.

Otro de los objetivos importantes de este modelo es la generación de entusiasmo en la comunidad acceda de la ciencia y así comprometerlos con su aprendizaje, para que participen activamente como jurados en las conferencias en las que se discute aspectos de cuestiones que impliquen la CyT en un contexto social.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

El cuarto es el “modelo de participación pública” (public participation model), que es un modelo de consenso, de participación ciudadana, de deliberación y democratización de la ciencia. La comunidad participa en la definición de políticas de ciencia y tecnología, a través de audiencias públicas, encuestas de opinión, panel ciudadano, congresos de consenso, gestión negociada, comité asesor, mediación, audiencias, entre otras formas de participación (Galvis y Botero, 2013, p. 35). 19 2013 E () (7) I 35 ED [10].

This leads to the final model, called the public engagement model. This is the model that often generates the most excitement in the policy community today, because it seems to offer a way to get people excited about science. «Engagement» is often described as something like «educational involvement» –using hands-on or interactive exhibits to get children and adults «engaged» in the learning process (Lewenstein, 2010, p. 26). 2 2010 E (1) () II 26 ED [10]

Finalmente, la temática Modelo sistémico con 5 fragmentos europeos, expresa como la ciencia no está sola ni aislada, no es una especie de elitismo intelectual, ni debe aceptarse como una comunicación de la ciencia desde posiciones de partida desiguales; se intenta equilibrar el rígido orden jerárquico y la extrema autarquía y desconexión buscando un término medio entre la relación entre los distintos ámbitos de la vida, valores, intereses y criterios, para que la ciencia no ejerza sobre ellos ningún tipo de violencia, ni los someta a una jerarquía dominado por la técnica, la economía, los medios o cualquier otro ámbito. El modelo sistémico ofrece una opción para pensar las relaciones entre los distintos ámbitos de la vida, entre el sistema de la comunicación

de la ciencia y otros sistemas como el científico, el tecnológico, el político, el económico y otros más lejanos pero no inconexos.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Desde la perspectiva sistémica la comunicación de la tecnociencia es vista como un sistema de acciones humanas. Dicho sistema viene a ser un subsistema del sistema social, junto con otros subsistemas, como el científico, el tecnológico, el político, el económico, el educativo, el militar, el religioso, el ético... Podemos entender que todos estos subsistemas forman el entorno, el medio ambiente social en el que la comunicación de la tecnociencia se mueve (Marcos y Chillón, 2010, p.94). 2 2010 E (3) (1) V 94 ED [14].

Es además un sistema adaptativo, pues es capaz de modificarse o de modificar su entorno en cierto grado para reequilibrarse o desarrollarse. En resumen: estamos, pues, ante un sistema de acciones humanas, social, abierto y adaptativo. En efecto, el sistema de comunicación social de la ciencia está en estrecha conexión con otros sistemas sociales, básicamente con el científico, tecnológico y político, pero también con el educativo, económico, jurídico, ético, militar o artístico entre otros. Por otro lado, también está dotado de sus propios fines constitutivos, de una estructura interna que le otorga identidad y de un grado suficiente de autonomía sin el que no podría aspirar a la consecución de sus fines. Una de las ventajas de la perspectiva sistémica es que pone de manifiesto la necesidad tanto de autonomía, como de interconexión, y esclarece las razones para buscar este equilibrio. Quizá convenga detallar y dar contenido brevemente a esta tesis (Marcos y Chillón, 2010, p. 94-5). 2 2010 E (3) (1) V 94-5 ED [15].

En la temática *Tipos de modelos de la Comprensión Pública de la Ciencia* con 14 fragmentos (10 del europeo y 4 latinoamericanos), se presenta que la comprensión pública de la ciencia tiene varios modelos que explican la forma de comprender la ciencia por parte de la sociedad. De acuerdo con el contexto y autor, los modelos pueden variar. Por ejemplo, existen tres modelos de la alfabetización científica, que la identifican con la comprensión pública de la ciencia: 1) alfabetización científica centrada en la comprensión de los conocimientos científicos consolidados –de hechos o de manual–, b) alfabetización científica centrada en los procedimientos de la ciencia, y c) alfabetización científica centrada en la ciencia como práctica social, en sus estructuras sociales o institucionales (Durant, Evans, y Thomas, 1989).

Para autores como John Ziman, los modelos son: El modelo del déficit cognitivo, el modelo contextual y el modelo de la elección racional en el que la mejora de la comprensión pública de la ciencia se justificaría por razones utilitaristas, de modo que lo que la gente debería saber de la ciencia es aquello que se necesita para ser un buen ciudadano, o incluso para sobrevivir, en una cultura muy determinada por ella; Trench (2008) citado en Montañés (2010b) distingue tres modelos: déficit, diálogo y participación; Lewenstein (2003) citado en Gartner (2010) distingue cuatro modelos: el modelo del déficit, el modelo contextual, el modelo del lego experto, y el modelo de la participación pública; Lozano (2005) citado en Hermelin (2013) propone tres: el modelo de déficit simple, el modelo de déficit complejo y el modelo democrático.

Aunque los modelos de la comprensión pública de la ciencia que son los representativos de los dos movimientos que han surgido en la cultura científica anglosajona y europea, y que se

denominan scientific literacy y Public Understanding of Science y Public Engagement with Science and Technology, tratan, respectivamente, del llamado «modelo de déficit» y del «modelo de diálogo» (Marcos & Chillón, 2010).

Todos los modelos responden a la lógica “deficitaria”, en la que se espera determinar qué tanto conocimiento público existe sobre la ciencia y determinar que comportamientos deberían ser corregidos mediante programas de alfabetización científica. En el caso de Colombia, por medio de Colciencias se busca que se pase de los modelos deficitarios a los modelos democráticos que estimulen actividades más participativas e involucren actores de diversas instancias sociales.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

A su vez, Lewenstein (2003) propone una caracterización basada en cuatro modelos: deficitario, contextual, el de experticia legal y el modelo de la participación pública. (Gartner, 2010a, p.231). 55 2010 L () (69) II 231 ED [02].

Pero sea cual sea la noción que se utilice (en nuestro caso la de CPCyT) para referirnos al mismo tema o a temas similares, en este momento de la discusión hay que abordar el problema de los diversos modelos que han servido para describir sus prácticas y también para sustentar políticas carácter internacional y nacional, y normativas en contextos más locales. Algunos autores como Durant (1999) hablan de dos grandes grupos de modelos de esta índole: los modelos deficitarios y los modelos democráticos (Hermelin, 2013, p.248). 30 2011 L (8) (14) I 248 ED [01].

La temática Características con 22 fragmentos (12 del contexto europeo y 10 latinoamericanos), expresa que al comunicar la ciencia se cumple con unos fines propios, pero el principal es la formación de opinión de aquellos a los que se dirige. En esta comunicación se transmite información de la CyT al público, también se transmite de los estados de opinión pública a los ámbitos de decisión científica, política y económica. Aunque hay que tener cuidado con las tensiones que se generan entre los dos principales objetivos de esta comunicación: el de ganar audiencia a corto plazo, que lleva a veces al sensacionalismo en la selección y presentación de contenidos y el de ganar credibilidad a largo plazo, que pasa a la ponderación y el matiz, hacia la selección de lo menos espectacular pero más trascendente, tensión que es beneficiosa si se mantiene equilibrada, porque la credibilidad sin audiencia no sirve a nadie, y la audiencia sin credibilidad no sirve para nada (Marcos y Chillón, 2010).

También en las características encontramos que los modelos con enfoques constructivistas aciertan al afirmar que la alfabetización del público no es el único determinante de sus vínculos con la ciencia, pero comenten el error de sostener que el déficit no existe o que no juega algún papel en la relación entre el público y el lego, niega toda existencia de diferencia cualitativa entre los conocimientos de los expertos y de los legos, porque sí existe y esta modela las relaciones que pueden establecerse entre expertos y ciudadanos.

La concepción que se debería manejar, sería aquella en la que se determine que el conocimiento científico no es solo el único o lo más importante en la relación entre público y científicos, sino que se debe revisar aspectos como los códigos, saberes y valores no científicos que forman parte de

esta relación. A esta concepción lo que le faltaría por resolver es como hacen los legos para llegar a comprender y evaluar los argumentos y valores de los expertos, porque los expertos por su parte, se pueden esforzar en comprender y evaluar los argumentos y valores extra-científicos que aportan los legos (Cortassa, 2010c).

El problema no es que el público no comprende a la ciencia sino que no se ha identificado el modo en que el público comprende, esto es un proceso que está cargado de factores epistémicos, cognitivos y contextuales, y por lo tanto no deben separarse sino vincularse de manera indisoluble, todo modelo que pretenda marginar a uno u otro, resultará insuficiente para explicar de manera adecuada el escenario en que se plantean las relaciones entre científicos y ciudadanos. Es así como la noción de déficit cognitivo, no es la que genera la desigualdad ente el experto y el lego, y por lo tanto no es cuestión del mayor o menor grado de conocimientos, sino de la naturaleza de su obtención y justificación, mientras el científico participa de sus prácticas de producción y validación, el público depende de una autoridad cognitiva para obtenerlo (Cortassa, 2010c).

La educación científica, sería una solución a la problemática presentada entre los distintos modelos de comprensión, en función de la educación en ciencia recibida y la que se debe adquirir, debe entender bien la situación de la ciencia para poder establecer las estrategias pedagógicas y académicas más adecuadas en la educación formal para que el acceso al conocimiento científico se vuelva en una prioridad.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Por su parte, el obstáculo al que se exponen las aproximaciones contextualistas es aquel que con precisión advierte S. Miller: su empeño en discutir la pertinencia del modelo tradicional las conduce a negar la evidente situación de desigualdad entre expertos y públicos. Al excluir del análisis el condicionamiento de base que impone la asimetría epistémica al diálogo entre los agentes, el enfoque contextual se limita en su capacidad para comprender cabalmente la naturaleza de los vínculos entre ambos. Dicho de otro modo, la perspectiva coarta su propio potencial al omitir un aspecto clave que subyace y, en buena medida, modela las relaciones que puede entablan expertos y ciudadanos. (Cortassa, 2010c, p.177). 49 2010 L (5) (14) I 177 ED [16].

Podemos volver sobre la problemática planteada entre los modelos mencionados (es decir el modelo de déficit y los actuales) haciendo eje en el punto de vista de la educación. El tema de la educación está presente en relación con la percepción de la ciencia, pero no sólo en función de la educación recibida sino también con aquella educación científica que se debe adquirir. Este sentido prospectivo, por así decir, es el que debe complementarse. La percepción de la ciencia habla de un estado de situación que debe entenderse bien para proyectar las estrategias pedagógicas académicas más adecuadas en la educación formal. En especial es importante atender el caso de la educación terciaria y universitaria donde el acceso al conocimiento científico validado se vuelve una necesidad de la formación superior (Brunetti, Ormart, y Antón, 2014, p. 4-5). 31 2014 L () () I 4-5 ED [04].

- *Subcategoría Educación Científica*

Esta subcategoría presenta la mayor cantidad de fragmentos analizados (89) con un porcentaje del 18,24% (tabla 12). Del análisis de las unidades de registro se identificaron cuatro temáticas (tabla 27).

Tabla 27. Temáticas de la subcategoría “Educación Científica”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Importancia	32
2. Papel de las universidades	8
3. Carreras Científicas	23
4. Educación Química	26
Total	89

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La temática *Importancia* con 32 fragmentos (24 del contexto latinoamericano, 3 asiáticos, 1 europeo-asiático y 4 europeos), evidencia como la educación científica es necesaria para preparar a las personas en los diversos aspectos de la vida. Como lo manifiesta la Royal Society de Londres citada en Mesía (2011), todas las personas necesitan saber algo de la ciencia, sus logros y limitaciones, debe ser para todos y no solo para los que tiene el potencial de ser científicos, tecnólogos o técnicos. Todos tienen derecho a comprender y tomar parte en los procesos de resolución de problemas de la vida cotidiana. Asimismo estos conocimientos le permitirán transformar su mundo en beneficio de la sociedad; esto implica que la ciencia llegue a la sociedad por medio de una formación formal e informal.

Sin embargo, en este aspecto se presenta el obstáculo cultural y social, ya que la expansión de la educación formal por sí sola es poco probable debido a que los grupos marginados y desfavorecidos tienen acceso limitado a la educación formal y si ya son adultos su resistencia a la recibir programas de educación será mucho mayor. Lo único que se puede hacer es que desde las instituciones públicas existentes se mejoren la educación científica para que se eliminen las divisiones sociales que producen representaciones culturales distintas; así, lo manifiesta Gordon (2011):

“la educación científica pública debe incorporar un plan de estudios pragmáticos informados por los estudios sociales de la ciencia y la investigación PUS. Esto incluiría la educación pública sobre "donde se encuentra culturalmente ciencia", "su significado cultural", y "sus consecuencias (buenas y malas) para la vida cotidiana” p.767.

La educación científico - tecnológica recibida en el nivel formal como no formal es determinante en la percepción ciudadana y va a influir en las decisiones y en la participación social. Otra forma de acceso al conocimiento de la ciencia, es por medio de la educación informal, en la que a través de museos y centros de ciencia, espectáculos de ciencia y festivales, periódicos y revistas, la televisión y el vídeo, la radio, la lectura de libros y el Internet, el público puede acercarse a la ciencia y aprender de la misma. Las personas no aprenden de la ciencia de manera instantánea, es necesario la acumulación de experiencias de diferentes fuentes en diferentes momentos; el público se convierte en un sujeto de aprendizaje científico cuando intenta comprender y asimilar las categorías de la ciencia que le son ajenas o para quienes no tienen esquemas de pensamiento

habilitados pero aún así, su incorporación al mundo de la ciencia se inserta constantemente por medio del acto educativo, muchas cosas le pueden parecer desconocidos, y sentirse desorientados, por eso los procesos educativos son complejos y arduos para quien enseña y quien aprende, pero necesarias para construir una comprensión adecuada.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

En conclusión: la percepción es imposible sin experiencias físicas; el significado viene determinado por el entorno en que la percepción tiene lugar y dicho significado no se construye al margen de la experiencia social del contexto físico. En su fase inicial, este proceso se produce en el contexto inmediato de cada individuo de forma espontánea y constituye los primeros elementos de construcción de su conocimiento. Es lo que podemos denominar como educación informal. En las sociedades de conocimiento y tecnología complejas, tras esta primera experiencia de acceso al entorno cultural, se inicia el proceso de formación sistemática vinculada al acceso al conocimiento por medio de la educación formal (Barroso, 2012, p. 127). 49 2012 L () () IV 127 ED [01]

Falk, Martin Storksdieck, and Dierking concluded that informal experiences such as reading out of schooling, going to museums, interacting with others, and the use of Internet are the mechanisms by which the public seek and acquire science understanding. Falk and Needham assert that, "Science learning is rarely, if ever, instantaneous. Individuals typically acquire an understanding of scientific concepts through an accumulation of experiences from different sources at different times. An individual's understanding of the physics of flight, for example, might represent the cumulative experiences of completing a classroom assignment on Bernoulli's principle, reading a book on the Wright brothers, visiting a Science Centre exhibit on lift and drag, and watching a television program on birds. All of these experiences are combined, often seamlessly, to construct a personal understanding of flight; no one source is sufficient to create neither understanding, nor one single institution solely responsible" (Dal, Özdem, Öztürk, y Alper, 2013, p. 62). 25 2013 E As (5) (8) I 62 [03].

En la temática *Papel de las universidades*, con 8 fragmentos (6 del contexto europeo y 2 latinoamericanos), se presenta estas instituciones ahora desempeñan un papel clave en la transmisión del conocimiento científico a los sectores productivos y sociales con la interacción del resto de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación. Las actividades de promoción de la comprensión pública de la ciencia en un país, deben partir de las universidades, por ser centros de investigación científica, de producción de la ciencia y de formación de profesionales.

Un ejemplo de fragmento para esta temática es:

En realidad, todos los esfuerzos relacionados a promover la Comunicación pública de la Ciencia en un país, deben partir de los claustros universitarios. Las universidades -por ser centros eminentemente de investigación científica, de producción de la ciencia, consecuencia lógica, centros desde los cuales deriva –debe derivar- la Comunicación Popular de la Ciencia. Desde este punto de vista, resulta siendo inviable la popularización y la alfabetización científica nacional sin la iniciativa y activa participación protagónica de la Universidad en el proceso de la Comunicación Científica de la enseñanza de la ciencia (Espinoza, 2012, p.87). 8 2012 E (1) (1) I 87-8 ED [02].

La temática Carreras Científicas con 23 fragmentos (4 latinoamericanos, 1 asiático y 18 europeos), manifiesta que la formación de profesores y la educación científica del público actualmente está en crisis, se ha generado una disminución de las matrículas en los cursos de ciencias de las escuelas en general. Cada vez son menos los jóvenes interesados en cursar carreras científicas y los que ingresan no están bien preparados, por lo que las universidades y academias están tratando de mejorar la enseñanza de las ciencias a través de cursos de verano y becas, pero esta no debería ser la motivación, lo correcto sería que la ingresarán a la enseñanza por la satisfacción profesional de formarse en este campo (Daghestani, 2011).

En la actualidad hay una buena oferta de enseñanza de las ciencias, y muchos estudiantes que están esperando una carrera en la enseñanza de la ciencia, pero el número no es lo suficiente grande para satisfacer las crecientes demandas de los investigadores, tecnólogos, ingenieros y profesores de ciencias. También se debe buscar la forma más adecuada de proporcionar a los estudiantes una formación de calidad y unas instalaciones correctas para desarrollar sus habilidades naturales. Por ejemplo, en Rusia, se observa que se están haciendo grandes avances en la formación de científicos, tecnólogo e ingenieros, así como la asignación de agregados científicos en las embajadas. En los países europeos, los científicos son muy respetados, la tasa más alta la presentan los médicos y cirujanos; en los Estados Unidos no se tienen agregados científicos (Daghestani, 2011).

La falta de intereses y de motivación de los alumnos por cursar carreras científicas tiene una relación directa con el rendimiento (a menudo en forma de notas recibidas) influye en la auto-eficacia. En las metas profesionales y las opciones de carrera.

Se propone que la comunicación de la ciencia pueda integrarse dentro de los cursos de ciencias de postgrado, por lo que los profesores deberían ser responsables del desarrollo de habilidades de comunicación en sus estudiantes de investigación, animándolos a participar en el curso de comunicación de la ciencia. En estos cursos se debe: asignar roles de audiencias; la historia, filosofía y los contextos sociales de la ciencia debe estar presentes; moldear los valores de apertura, honestidad y responsabilidad; animar a los estudiantes a examinar las cuestiones de la persuasión y la defensa y sus efectos en la comunidad; comunicar la teorías, objetivos y procesos de la comunicación pública de la ciencia; proporcionar oportunidades para la reflexión y la crítica a través de la investigación y proporcionar evidencia de las diferencias entre el conocimiento de la ciencia y otras formas de conocimiento (Bray, France, & Gilbert, 2012).

Un ejemplo de fragmento para esta temática es:

Science communication could be integrated within existing post-graduate science courses along with the history and philosophy of science. All science supervisors should be responsible for the development of communication skills in their research students by encouraging them to participate in science communication training. Science communication courses are necessary for all PG science students so that effective communication can be developed between the science community and society. Rather than a compulsory science communication course, it should be provided as an option for a science post-graduate portfolio (Bray, France, y Gilbert, 2012, p.34). 9 2012 E (2) (1) I 34 ED [03].

La temática *Educación Química* con 26 fragmentos (21 europeos y 5 latinoamericanos), presenta como la falta de atención al campo socio humanístico de la química en particular de su filosofía, historia, sociología, psicología y didáctica, ha generado estereotipos negativos de esta disciplina y ocasionando que las persona no estén motivadas e interesadas en formarse en las distintas áreas de la química, en general las personas que conocen la naturaleza de la química, por lo que infravalora lo que es ser científico y presenta una situación de “analfabetismo científico del química”. En el contexto de la educación formal, la contribución a este problema es buscar la forma que mediante un proceso de educación científica se desmitifique la química y se haga más accesible, revisando aspectos históricos, epistemológicos y didácticos de la naturaleza a de la química, donde se presenten contenidos de sus orígenes, desarrollo y compromisos, se analicen sus métodos, teorías, problemas y disputas de sus protagonistas (Mora y Parga, 2010).

También se debe trabajar en el análisis de la situación presentada con el género, es decir, se observa que las muchachas que estudian ciencias prefieren empleos en la biología, agricultura o la salud, mientras que los muchachos prefieren las carreras en computación, ingeniería o matemáticas.

La química no es una carrera de elección popular, tanto en hombres como en mujeres (Salta, Gekos, Petsimeri y Koulouglotis, 2012), una posible explicación a este rechazo es que la química presenta sus conceptos en tres niveles de representación: los niveles macroscópicos, submicroscópico y simbólico. Muchos fenómenos están disponibles para la experiencia directa – nivel macroscópico–, pero su explicación requiere el conocimiento de la estructura molecular y la interacción entre átomos, moléculas, iones, etc. –nivel submicroscópico–. Para representar estos fenómenos, los químicos han propuestos sistemas de símbolos especializados como fórmulas moleculares, ecuaciones químicas, etc. –nivel simbólico– (Johnstone, 1982; Gilbert y Treagust, 2009; Charistos et al., 2003; Chittleborough y Treagust, 2000, citados en Salta, Gekos, Petsimeri y Koulouglotis, 2012). Motivo por el cual un alumno en la escuela que estudia la química le parece que es una disciplina que tiene una alta demanda conceptual y abstracta, por lo que sus temas son difíciles de asimilar, aburridos y complejos (Cleaves, 2005; Murray y Reiss, 2005, citados en Salta, Gekos, Petsimeri y Koulouglotis, 2012).

Por otra parte, los estudiantes tienen dificultades para resolver problemas químicos que requieren habilidades matemáticas (Salta y Tzougraki, 2004, citados en Salta, Gekos, Petsimeri y Koulouglotis, 2012) o como lo proponen Tsitsipis et al. (2010) citados en Salta, Gekos, Petsimeri y Koulouglotis (2012): tienen dificultades en cuatro variables cognitivas: la capacidad de razonamiento formal operacional (pensamiento lógico), la independencia de campo (capacidad de identificar la información más importante del contexto general), el pensamiento convergente / divergente y la naturaleza formal y abstracta del lenguaje científico y el código de comunicación de uso común en la química estándar (y la ciencia). Un motivo adicional a este desinterés y que no tiene que ver con aspectos cognitivos, es que los cursos de química son muy teóricos y las actividades prácticas son escasas, también la asignación de horas a esta asignatura es mínima de 1 a 2 horas por semana y finalmente algunos docentes que enseñan la química son

profesionales de otras disciplinas como físicos o biólogos y no licenciados en química; aspectos que hacen que los estudiantes prefieran no cursar carreras científicas.

Una alternativa para presentar a la química como una carrera profesional y científica en un objetivo palpable y alcanzable, es por medio de actividades de educación informales, como los club de química, en donde por medio de espectáculos y experimentos guiados con teorías pedagógicas y explicaciones científicas, hacen que el público se motive y acerquen a comprenderla. También se encuentran otros escenarios como museos de ciencias, centros interactivos, recursos e-Learning y libros de texto de química populares que pueden lograr un mayor compromiso con la química (Afonso y Gilbert, 2013).

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Creemos que la falta de atención, de manera suficiente, al campo socio humanístico de la química en particular de su filosofía, historia, sociología, psicología, y didáctica, es una seria deficiencia que ha contribuido a la generación y persistencia de estereotipos negativos que afectan no sólo la motivación para estudiar y formarse en las distintas áreas de la química sino también en la formación y ejercicio docente (Mora y Parga, 2010, p.71). 53 2010 L () (27) I 71 ED [01].

Chemists generally present concepts at three levels of representation: the macroscopic, sub-microscopic, and symbolic levels (Gilbert and Treagust, 2009). Many phenomena are available to direct experience (macroscopic level), but their explanation requires knowledge of the molecular structure and the interaction between atoms, molecules, ions, etc. (submicroscopic level). To represent these phenomena, chemists have invented specialized symbol systems like molecular formulas, chemical equations, etc. (symbolic level), which help them to communicate and visualize chemistry (Hoffmann and Laszlo, 1991; Mathewson, 2005). As a result, it is a school subject that has high conceptual demands. (Salta, Gekos, Petsimeri y Koulougliotis, 2012, p. 438). 5 2012 E (13) () I 438 ED [05].

- *Subcategoría Alfabetización Científica y Tecnológica*

Esta subcategoría presenta un total de 51 fragmentos analizados con un porcentaje del 10,32% (tabla 14). Del análisis de las unidades de registro se identificaron tres temáticas presentadas en la tabla 28.

Tabla 28. Temáticas de la subcategoría “Alfabetización Científica y Tecnológica”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Definición	9
2. Características	40
3. Alfabetización Científica de la Química	2
Total	51

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La temática *Definición* con 9 fragmentos (5 latinoamericanos y 4 asiáticos), presenta que la alfabetización científica se restringe a la comprensión de ciertos contenidos y métodos científicos a nivel individual, donde el público esté en la capacidad intelectualmente para participar en los

procesos de tomas de decisiones y contribuir a los sistemas democráticos. El alfabetizarse no solo implica es saber leer y escribir, sino el leer para aprender, para identificar comprender, interpretar y comunicar el conocimiento.

Un ejemplo de fragmento para esta temática son:

De esta forma, se sostiene que la “alfabetización científica” del público implica que éste está intelectualmente mejor equipado para participar en los procesos de tomas de decisiones y contribuir así con sistemas democráticos en los que el conocimiento científico se ha vuelto fundamental. A partir de estos supuestos, el objetivo del reporte de la Royal Society consistió en impulsar políticas en diferentes ámbitos de la sociedad -desde la industria hasta la educación formal- tendientes a incrementar el nivel de información del público antes que a generar una evaluación crítica de las instituciones y las prácticas científicas (ROYAL SOCIETY, 1985 citado en García, 2010, p.4). 36 2010 L (12) (1) I 4 ED [02].

La temática *Características* con 40 fragmentos (18 latinoamericanos, 15 europeos, 6 asiáticos, 1 anglosajón), muestra como una de las formas más comunes utilizadas por los gobiernos para mejorar las conexiones entre ciencia y sociedad es la creación de programas que aumenten la alfabetización científica de la sociedad (FECYT, s.f). Desde 1975, Shen sugirió tres tipos de alfabetización que se han mantenido hasta la actualidad y son utilizadas de acuerdo con el contexto y el autor que las desarrolla; estas son la alfabetización científica práctica, cívica y cultural. Así mismo, determinó que en la alfabetización deben haber como mínimo tres dimensiones para determinar que el individuo posee la competencia suficiente para poder leer las informaciones sobre política científica publicadas en los medios de comunicación, las dimensiones son: un vocabulario básico de términos y conceptos científicos, en segundo lugar, la comprensión de los procesos o de las bases empíricas de la ciencia, y por último, la conciencia del impacto de la ciencia y la tecnología sobre los individuos y la sociedad (Shen, 1975; Miller, 1998 citados en Montañés, 2010b).

Una educación de calidad que favorezca una creciente alfabetización científica, así como una oferta suficiente y pertinente de productos de divulgación, serían suficientes para eliminar la exclusión, la marginación y la ignorancia de la sociedad. La divulgación de la ciencia es fundamental para que se genere la democratización de la ciencia y la comprensión pública de la misma, vista como una necesidad social, cultural y utilitaria (Olmedo, 2011).

Allum et al. (2008) citados en Gauchat (2011) manifiestan que en el campo de la comprensión pública de la ciencia no ha habido un mayor debate que el generado entre la opinión pública y el conocimiento público sobre la CyT. Donde la mayores investigaciones las ha realizado Miller (1983, 1987, 1992, 1998, 2004) citados en Gauchat (2011), en las que se expresa que el concepto de alfabetización incluye: 1) El conocimiento de los hechos básicos de la ciencia de libros de texto; 2) el conocimiento básico de los métodos científicos (por ejemplo, el diseño experimental y probabilidad); 3) una apreciación de los beneficios sociales que se derivan de la ciencia y la tecnología, y 4) el despidio de la superstición y mitologías.

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Una educación de calidad que favorezca una creciente alfabetización científica, así como una oferta suficiente y pertinente de productos de divulgación, serán eficientes antídotos en contra de la exclusión, la marginación y la ignorancia. En palabras de Wynne (1999), la divulgación reviste una importancia fundamental como poderosa herramienta de apoyo en el proceso democratizador de la ciencia y de la sociedad. En el mismo orden de ideas, para Blanco (2004), la comprensión pública

de la ciencia reviste una necesidad social, cultural y utilitaria. (Olmedo, 2011, p. 140). 20 2011 E (8) (2) II 140 ED [01].

Un concepto vinculado a la cultura científica es el de alfabetización científica, a la cual se le adjudica una labor social de integración. Como lo explican Bertucci y Quirolo (2008:147): “La imagen tradicional de ciencia y tecnología vertiendo su saber en una sociedad que los recibe y valora positivamente, no se ajusta a la realidad presente; no cabe aceptar que ambas son ajenas a valoraciones, presiones e intereses que caracterizan la vida social.” Agregan que son numerosos los ejemplos de que el conocimiento científico y tecnológico tiene que ver con decisiones complejas, inclusive controvertidas y riesgosas, por lo cual debería darse un proceso de construcción dialéctica mutua entre Ciencia y Sociedad (Ferrer y León, 2015, p. 1). 46 2015 L () (65) I 1 ED [02].

La temática *Alfabetización Científica de la Química* con 2 fragmentos (europeo y latinoamericano) que expresan que la alfabetización de la química es una parte de la alfabetización científica. La alfabetización de la ciencia, ha sido objeto de muchas críticas y en los último años se defendió el uso del “compromiso público con la ciencia”, ya que ponen menos énfasis en el conocimiento y más en la actitudes hacia la ciencia y la voluntad de prestar atención a los intentos por los científicos y otros por comunicar sus ideas, sus implicaciones y consecuencias sociales. Es así, como el compromiso público con la química, se puede ver como un aspecto de ese compromiso público con la ciencia (Afonso y Gilbert, 2013).

Una formación docente junto a las reformas curriculares y la interacción con los medios de comunicación, pueden cambiar la imagen y las actitudes hacia la ciencia y hacia la química, que serán claves para una alfabetización científica que permita una educación científica en la toma de decisiones acerca de los problemas a los que se enfrenta la humanidad (Mora y Parga, 2010).

Un ejemplo de fragmento para esta temática es:

For several decades, concern has been expressed about the interactions between the world of science and the general public (The Royal Society, 1985). This broad area of interest came to be called ‘scientific literacy’, of which ‘chemical literacy’ could be seen as a part. This terminology, its assumptions and philosophical implications, has been subject to many reviews (Laugksch, 2000; Roberts, 2007). In recent years, the use of the phrase ‘public engagement with science’ has been advocated (Bauer, 2009), for it places less emphasis on wide, general, knowledge and more emphasis on attitudes towards science and a willingness to pay attention to attempts by scientists and others to communicate scientific ideas, their technological implications, and social consequences. ‘Public engagement with chemistry’ can be seen as an aspect of public engagement with science (Afonso y Gilbert, 2013, p.78). 9 2013 E (3) (1) III 78 ED [01].

- *Subcategoría Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT)*

Esta subcategoría presenta un total de 55 fragmentos correspondientes al 11,27% (tabla 14). Del análisis de las unidades de registro se identificaron las cuatro temáticas de la tabla 29.

Tabla 29. Temáticas de la subcategoría “Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT)”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Definición	7
2. Objetivos	3
3. Características	29
4. Tecnología	16
Total	55

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la Definición con 7 fragmentos (5 europeo y 2 latinoamericanos), se expresa que la comprensión pública de la ciencia y la tecnología es la capacidad de entender la índole y las implicaciones de nociones científicas y tecnológicas avanzadas relacionadas con acontecimientos importantes de la vida personal y social. Por ejemplo, en la discusión de alimentos genéticamente modificados, desarrollo de nuevos medicamentos, elección de fuentes de energía, explotación de recursos mineros, control de inundaciones y la contaminación ambiental.

La frase Comprensión Pública de la Ciencia, tiene dos significados, por un lado indica la comprensión del público de la ciencia y por otro, la movilización de los científicos y otros recursos para involucrar al público con la ciencia (Bauer y Jensen, 2011). Esta definición, también demuestra que no solo se aborda la comunicación de la ciencia, sino que va más allá, implica un receptor activo capaz de invertir en el flujo comunicativo y darle un nuevo sentido al mensaje. Por este motivo, se expresa que este campo de la comprensión es un área de investigación pequeña porque tiene una escasa y creciente bibliografía, pero su territorio de análisis es muy amplio, complejo e intrincado, por lo que se debe dividir para su estudio.

Un ejemplo de fragmento para el tema es:

Public understanding of science (PUS), also known as ‘public awareness of science’ or recently ‘public engagement with science and technology’, is a term related to the attitudes, behaviors, opinions and activities that public has when interacting with scientific knowledge (‘Public awareness of science’, n.d.). As the goal of all science education efforts, PUS was generalized as a body of scientific understanding and capabilities, and it was historically described as a combination of knowledge as well as a set of scientific skills and habits of mind. Nonetheless, the research on PUS reports a wide range of competing values for the appreciation of science in social contexts (Dal, Özdem, Öztürk, y Alper, 2013, p.58). 25 2013 E As (5) (8) I 58-9 [01]

En el tema de los Objetivos con 3 fragmentos (2 anglosajones y 1 europeo), se expresa que la comprensión pública de la ciencia, tiene como uno de sus objetivos el movilizar a la comunidad científica para salir y hablar con los medios de comunicación y directamente con el público acerca de su investigación y así generar en ellos entusiasmo por la investigación científica. Se busca que los legos comprendan a los científicos y los científicos a los legos.

Un ejemplo de fragmento para el tema es:

One of the purposes of the Royal Society’s internationally influential report of 1985, The Public Understanding of Science, has been to mobilize the scientific community to go out and talk to the mass media and directly to a wider public about their research, and to elicit enthusiasm in the community for scientific research (Bauer y Jensen, 2011, p.3). 17 2011 E (20) (1) XIX 3 ED [02].

Por último, en la temática Tecnología con 16 fragmentos latinoamericanos, expresa como es entendida la técnica y la tecnología en la línea de la comprensión pública. La técnica hace referencia a la acción transformadora. Hacia finales del siglo XIX, se consideraba a la tecnología

como producto de la ciencia pura, subordinada a lo abstracto, como e resultado tangible de un conocimiento superior. En el siglo XX, se multiplicaron las tecnologías basadas en la ciencia, llegando a desempeñar un papel más importante en las innovaciones tecnológicas, por este motivo no debe interpretarse como una simple muestra de la aplicación de los descubrimientos realizados por los científicos, sino que su relación y conexiones no son jerárquicas sino sistémicas y complejas. La imagen popular de la relación entre ciencia, tecnología y sociedad, es lineal, en sentido único y jerárquico, en el que el punto de partida son la adquisición de conocimientos básicos de la naturaleza, luego se aplican de manera racional y lógica en la construcción de tecnologías, que son usadas por la sociedad, proceso que no refleja la complejidad de las interacciones CTS (Acevedo, 2010).

El cambio tecnológico tiene un carácter sistémico y complejo, así como el hecho de que las innovaciones tecnológicas no se producen por completo y de inmediato, sino de modo parcial y mediante negociaciones y adaptaciones a los intereses existentes. En la tecnología se deben considerar conocimientos, artefactos, destrezas, habilidades, recursos naturales, estimaciones económicas, valores y acuerdos sociales, preferencias culturales y estéticas, todo un entramado sociotécnico.

El enfoque IOS (Issue-Oriented-Science) de la educación CTS (Rosenthal, 1989; Acevedo y Acevedo, 2001, citados en Acevedo (2010), al estar centrados en cuestiones científicas y tecnológicas relevantes que afectan a la sociedad, es el más adecuado para motivar a los alumnos y conectarlos con sus intereses, porque se enseña a partir de los cambios sociales propiciados por la tecnología y sus impactos en la vida cotidiana.

Un ejemplo de fragmento para el tema es:

La imagen popularmente más divulgada de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad sigue un modelo lineal, de sentido único y jerárquico, que tiene como punto de partida la adquisición científica de conocimientos básicos sobre la naturaleza, los cuales se aplican después de manera racional y lógica en la construcción de tecnologías que son utilizadas posteriormente por la sociedad. Desde luego, este modelo no refleja la complejidad de las interacciones CTS, ni desde un punto de vista epistemológico, ni como descripción histórica, ni mucho menos como explicación de la emergencia de las innovaciones tecnológicas y los problemas que se derivan (Acevedo,2010, p.36). 43 2010 L (5) (14) I 36 ED [05]

- *Subcategoría Estudios de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología*

Esta subcategoría presenta un total de 27 fragmentos analizados con un porcentaje del 5,53%. Del análisis de las unidades de registro se identificó una temática (tabla 30).

Tabla 30. Temáticas de la subcategoría “Estudios de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1.Encuestas de Percepción Pública de la CyT	24
Total	24

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Las Encuestas de percepción pública de la CyT con 24 fragmentos latinoamericanos, presenta como la línea de la comprensión pública de la ciencia, realiza estudios de estandarización, con miras a garantizar comparabilidad entre países y conocer la relación que existe entre la ciencia y el público. Para realizar estos estudios se crean indicadores y metodologías con componentes simbólicos y cognitivos expresados en actitudes, valoraciones y conocimientos, con el propósito de identificar expectativas sociales sobre el desarrollo científico-tecnológico y sus impactos económicos, sociales y culturales (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010).

El principal obstáculo de estos estudios es que se han realizado solo de manera cuantitativa y muchos autores señalan que es necesario avanzar en el desarrollo de indicadores cualitativos que enriquezcan los procedimientos de acceso y el panorama cognitivo de los componentes actitudinales y valorativos de la cultura científica, así como la incorporación del trasfondo social en el que las actitudes individuales se desarrollan. En este sentido, se discute mucho sobre la relación lineal que existe entre el nivel educativo y la imagen de la ciencia, los docentes que tienen un nivel superior de escolaridad valoran más los usos de la ciencia, en cambio los estudiantes, que tienen menor nivel de escolaridad tienen una percepción más negativa de la ciencia.

Las principales características de estos estudios, es que de acuerdo con su **naturaleza epistémica**, pueden ser descriptivos, comprensivos, explicativos o interactivos; **según la técnica empírica empleada**, son cualitativos como cuantitativos, destacando la modalidad de encuesta y las dinámicas experimentales, grupos focales, entrevistas semiestructuradas y análisis de contenido de los medios de comunicación; **según quién realiza la investigación**, se encuentran personas o grupos académicos de investigación o instituciones públicas como la NSF, Royal Society, Comisión Europea y la FECYT; **según los objetivos que se persigue**, los estudios de comprensión pública se han planteado para obtener indicadores que sirvan de base a las políticas públicas de divulgación y comunicación política científica, para conocer la percepción del riesgo, generar conocimiento sobre la hipótesis de la gobernanza de la tecnología o para anticipar que puede pasar en breve con un campo científico o técnico; **según la población estudiada**, que son los legos y/o expertos, los resultados evidencian que el público percibe más los riesgos y menos los beneficios, al contrario de los expertos; **según la amplitud**, los estudios pueden ocupar un conjunto de nuevas tecnologías, o bien una de manera específica. La mayoría han sido de carácter general como la nanotecnología y específicos como la energía, salud, alimentación y agricultura; y finalmente **el ámbito geográfico**, en donde se han realizado estudios en ciudades, regiones, países, e incluso a nivel nacional e internacional, como el caso de los Eurobarómetros de la Comisión Europea. Países como Estados Unidos, presentan la mayor cantidad de estudios por encima de Gran Bretaña y Canadá (Gómez, 2012).

Ejemplos de fragmentos para esta temática son:

Por otro lado, en la mayoría de los países de la región, apoyados por la RICYT, se desarrollan estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología y de cultura científica, que constituyen

aproximaciones importantes al impacto potencial de las actividades de ciencia y tecnología en la sociedad, incluso desde la perspectiva de los estudios de apropiación social del conocimiento científico y la imagen social de la ciencia. (Milanés, Solís, y Navarrete, 2010,p.170). 26 2010 L (21) (2) I 170 ED [02].

En este contexto, los estudios de percepción social acerca de asuntos tecnocientíficos se han desarrollado básicamente a través de encuestas demoscópicas, no obstante, muchos autores coinciden en señalar la importancia de avanzar en el desarrollo de indicadores cualitativos y herramientas metodológicas correspondientes, que permitan enriquecer los procedimientos de acceso y el panorama cognitivo de los componentes actitudinales y valorativos de la cultura científica, así como incorporar el trasfondo social en el que las actitudes individuales se desarrollan (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010). 51 2010 L () (30) I 39 ED [06].

- *Subcategoría Estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA)*

Esta subcategoría presenta un total de 27 fragmentos correspondientes al 5,53%. Del análisis de las unidades de registro se identificaron cuatro temáticas según se observa en la tabla 31.

Tabla 31. Temáticas de la subcategoría “Estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA)”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Definición	2
2. Objetivos	4
3. Características	16
4. Relación con la educación	5
Total	27

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La temática Definición con dos fragmentos, uno latinoamericano y otro europeo, expresan que la ciencia ya no es una patente de certeza, que se produce en la soledad del laboratorio, con los estudios CTSA se ha renovado la comprensión de la cultura científica, que es la percepción social que los ciudadanos tienen de la ciencia. Ahora la ciencia es presentada como una actividad autónoma, en relación y conexión con otras actividades y con la propia sociedad, compartiendo en con otros ámbitos sociales, tensiones, valores y actitudes (Marcos y Chillón, 2010).

Los estudios CTSA surgen como una innovación del currículo escolar de carácter general, que proporciona a las propuestas de alfabetización en ciencia y tecnología una determinada visión centrada en la formación de actitudes, valores y normas de comportamiento respecto a la intervención de la ciencia y la tecnología en la sociedad, para que ejerzan responsablemente como ciudadanos y tomen decisiones razonadas y democráticas (Mora y Parga, 2010).

Un ejemplo de fragmento para esta temática es:

Ha quedado superada la concepción de la ciencia como actividad con patente de certeza, que se produce en una especie de estratosfera social o en la soledad del laboratorio. De hecho, los llamados estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) han renovado la comprensión de la

cultura científica, que en sentido amplio podemos definir como la percepción social que los ciudadanos tienen de la ciencia. Los estudios CTS presentan la ciencia como una actividad autónoma, aunque en relación y conexión con otras actividades y con la propia sociedad. La ciencia debería pues compartir con otros ámbitos sociales, aunque sea en tensión, valores y actitudes (Marcos y Chillón, 2010, p.83). 2 2010 E (3) (1) V 83 ED [01].

Los Objetivos de los estudios CTSA con 4 fragmentos (3 latinoamericanos y 1 europeo) presentan que la educación CTSA debe equilibrar tres tipos de objetivos: 1) conocimientos para fines personales, ciudadanos o culturales; 2) investigación científica y tecnológica para recoger información, resolver problemas y tomar decisiones; 3) desarrollo de valores, a través de las interacciones CTS, para temas públicos y políticos, locales o mundiales.

En Estados Unidos, los objetivos de este enfoque son: a) Preparar a los estudiantes para usar la ciencia y la tecnología en el entendimiento y mejoramiento de su vida diaria. b) Aplicar el conocimiento científico en la vida cotidiana. c) Hacer énfasis en todos los niveles sobre la relevancia social y humana de la química. d) Ayudar a los estudiantes a mejorar en pensamiento crítico, razonamiento lógico, resolución creativa de problemas y toma de decisiones.

Garritz (1994) citado en Mora y Parga (2010), expresa que el enfoque CTSA es la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en el contexto de la experiencia humana, así mismo es una reforma educativa que implica un cambio de gran alcance en el que los contenidos conceptuales tradicionales cambian su sentido y en cierta forma pierden su importancia relativa, por lo que el medio social y ambiental resultan ser lo más relevante.

Un ejemplo de fragmento para esta temática es:

Acevedo, Vásquez y Manassero (2002) citando a Bybee (1985) comentan que la educación CTS debe equilibrar tres tipos de objetivos:

- Conocimientos para fines personales, ciudadanos o culturales y destrezas de aprendizaje,
- Investigación científica y tecnológica para recoger información, resolver problemas y tomar decisiones y
- Desarrollo de valores, a través de las interacciones CTS, para temas públicos y Políticos, locales o mundiales. (Mora y Parga, 2010). 53 2010 L () (27) I 87 ED [09].

La temática Características con 16 fragmentos (8 europeos, 3 Latinoamericanos, 3 asiáticos y 2 anglosajones), se evidencia que el incorporar la dimensión CTSA en el currículum permite un mayor entendimiento de la naturaleza de la ciencia y sus relaciones con la sociedad. Por este motivo es indispensable fomentar la capacitación de los docentes no solo en didáctica de la disciplina sino también en la historia, sociología y filosofía de la ciencia. Así el currículum ha de conformar creencias, actitudes y valores que desarrollen un interés crítico por la actividad científica.

Ejemplo de un fragmento analizado:

No contexto dos Estudos CTS, a divulgação científica é pensada sob os modelos de experiência leiga e participação pública, como veículo para o esclarecimento da sociedade, para que haja aproximação entre produtores e consumidores do conhecimento científico; para que se estimule a discussão dos impactos sociais e ambientais da CyT e, por consequência, haja fortalecimento da percepção da capacidade dos cidadãos em participar da discussão e formulação de políticas públicas de ciência e tecnologia. 19 2013 E () (7) II 62-3 CO [03] (Rothberg y Passos, 2013, p.62)

Finalmente, la temática de la Relación con la educación con 5 fragmentos (3 latinoamericanos, 1 europeo y 1 asiático), presenta como la educación es la variable estratégica más importante para la formación de ciudadanos cultos y libres, capaces de favorecer el desarrollo social y económico de los países. Los sistemas educativos son elementos claves para contribuir al fomento de la igualdad de oportunidades, la cohesión social, la creación de ciudadanía y la asunción de los valores democráticos y derechos fundamentales.

Ejemplo de un fragmento analizado:

Asimismo, la educación constituye un espacio óptimo para desarrollar valores que contribuyan al desarrollo de una sociedad tolerante, solidaria y multicultural, al promover una educación inclusiva y plural y favorecer la incorporación en las escuelas de la riqueza cultural iberoamericana (Cazaux, 2011, p.4). 50 2011 L (3) (6) I 4 [03].

6.2.2.3.1 Aportes del contexto regional a la Categoría Educativa

- **Síntesis de los aportes del Contexto Europeo a la Categoría Educativa**

En este contexto se resalta el que las universidades son las principales promotoras y pioneras en impulsar la comunicación pública de la ciencia en un país, por ser centros dedicados a la investigación científica, producción de la ciencia y formación de profesionales. Pero existe una preocupación entre los educadores de la ciencia y los investigadores por los resultados de la enseñanza de las ciencias en las escuelas ya que los estudiantes no tienen interés o compromiso por la ciencia, consideran que es irrelevante para sus vidas y objetivos personales, por lo que deciden no cursar carreras científicas, razón que ha permitido generar estudios para conocer los motivos y actitudes de los estudiantes frente a estas decisiones.

La Química tiene un problema similar, los estudiantes no están ingresando en carreras de química; las mujeres prefieren la biología, la agricultura o las matemáticas; los hombres prefieren carreras de computación, agricultura o la salud. La Química como carrera no está dentro de sus elecciones. Las principales razones presentadas son la complejidad, abstracción y contenido difícil que se aborda en esta disciplina.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Anglosajón a la Categoría Educativa**

Fue evidenciado que los estudiantes no quieren realizar profesiones científicas, pero deben ser alfabetizados científicamente para hacer juicios informados sobre decisiones que afectan el entorno biológico, físico y social en el que habitan, lo que les genera carácter, pero será un carácter construido obligatoriamente y que no permanece a futuro. También otro aspecto de preocupación

es la formación de profesores y la educación científica del público, porque son pocas las matriculas que se están generando para la formación en enseñanza de la ciencia; los que se están preparando no tienen la formación adecuada.

Las motivaciones como becas o recursos económicos no han sido suficientes o pertinentes, por eso se debe buscar que la motivación no sea extrínseca sino más intrínseca. Aunque no todo es negativo, hay que reconocer que también en las escuelas y universidades hay profesores de ciencias con formación avanzada que han resistido la tentación de aceptar trabajos mejor remunerados debido a su interés en los jóvenes de la escuela secundaria y la satisfacción que les brinda el estimular y animar a jóvenes en sus clase a cursar carreras científicas.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Latinoamericano a la Categoría Educativa**

Fue encontrado que la falta de atención al campo sociohumanístico de la química, en particular de su filosofía, historia, sociología, psicología y didáctica, son deficientes, lo que ha contribuido a la generación y persistencia de estereotipos negativos que afectan no sólo la motivación para estudiar y formarse en las distintas áreas de la química sino también en la formación y ejercicio docente (Mora y Parga, 2010, p.71). Desde la educación formal, se puede contribuir a construir una educación científica que desmitifique la Química y la haga más accesible.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Colombiano a la Categoría Educativa**

Los colombianos siguen prefiriendo estudiar y que sus hijos estudien carreras como la medicina y la ingeniería, las menos preferidas son la sociología y la física. Estos piensan que lo importante es que a la hora de escoger una profesión, se pueda ganar un buen salario al momento de ejercer.

Se considera que la formación docente unida a reformas curriculares adecuadas y una distinta forma de interacción en la comunicación de los medios en las que participen los que trabajan en la ciencia, permitan cambiar la imagen y las actitudes hacia las ciencias y hacia la química, que son importantes para los procesos de alfabetización científica que permitan una educación científica para la toma de decisiones acerca de los problemas a los que se enfrenta la humanidad (Mora y Parga, 2010).

En síntesis, los análisis de la Categoría Educativa enfatizan en la responsabilidad de las universidades en la comunicación pública de la ciencia y en la formación de profesionales de la ciencia. También se resalta el interés por motivar a los estudiantes en cursar carreras científicas, por medio del desarrollo e implementación de procesos de enseñanza-aprendizaje que involucren aspectos CTSA, sociales, psicológicos, didácticos y la historia y filosofía de la ciencia. De la misma manera, se busca que estas acciones realizadas en el campo de la Química, permitan cambiar su imagen y actitudes negativas.

6.2.2.4 Resultados y su análisis para la Categoría Histórica (HI)

La categoría histórica (HI), ocupa el cuarto lugar con un total de 32 artículos obteniendo un 32,99% (tabla 12). En el análisis del contenido presentado se encontraron cuatro campos de investigación

o subcategorías, de las cuales la *Historia de los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología* ocupa el primer lugar (35,32%), en orden decreciente se encuentran: la *historia de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología* (23,02%), *historia de la línea de investigación CPC* (22,22%) y la *historia de los modelos de comprensión pública de la ciencia* (19,44%).



Figura 16. Frecuencia de aparición de las subcategorías de la categoría histórica. Fuente: Elaboración propia.

- *Subcategoría Historia de los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología.*

En esta subcategoría se encontró la mayor cantidad de fragmentos (89) en la categoría, con un 35,32% (tabla 14). En las unidades de registro de esta, se identificaron cuatro temáticas tal como se presenta en la tabla 32, a partir de las cuales se visualizó con más detalle el campo de estudios de esta subcategoría.

Tabla 32. Temáticas de la subcategoría “Historia de los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Antecedentes	31
2. Antecedentes Contexto Europeo	12
3. Antecedentes Contexto Latinoamericano	33
4. Antecedentes Contexto Anglosajón	13
Total	89

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La temática *Antecedentes* con 31 fragmentos (12 europeos y 19 latinoamericanos), presenta que hacia fines de la década de 1940 cuando la Association of Scientific Workers (ASW) de Gran Bretaña editó un documento en el que se mostraban los primeros lineamientos para el estudio de la relación del público con las actividades científicas. Documento en el que se sostenía que una población capacitada científicamente es una mejor fuerza de trabajo para la industria y que una

mayor comprensión de las teorías y métodos científicos es esencial por razones democráticas (Irwin, 1995, citado en García, 2010).

Pero el origen de los estudios sobre comprensión pública de la ciencia –incluidos dentro de los análisis de percepción pública de la ciencia– se sitúan en la década de 1950, específicamente en el año 1957, en el que con el de la National Association of Scientific Writers (NASW) y la Rockefeller Foundation, se realizó en Estados Unidos la primera encuesta de percepción pública de la ciencia. La misma estudiaba el grado de interés y de información y la actitud hacia la ciencia y los científicos de cerca de 2.000 ciudadanos estadounidenses (García, 2010, p.2). También en los Estados Unidos en los años 1950 y 1960 se comenzaron los estudios de la "alfabetización científica" basado en la idea de un «déficit» público científica conocimiento.

El inicio de su realización sistemática fue en 1970, en donde se desarrolló un creciente interés por la percepción y las actitudes públicas hacia la ciencia y la tecnología hasta lograr posicionarse en las agendas para el diseño de estrategias y políticas públicas en muchos países. Los estudios realizados obedecían fundamentalmente a la intención de devolver a la sociedad la confianza en la ciencia desvalorizada por situaciones críticas que afectaban directa e indirectamente la vida de los ciudadanos (Ferreyra, et al., 2013).

Pero la institucionalización de la reflexión teórica sobre los mismos no se produjo hasta la década de 1980, con el surgimiento de dos movimientos: el norteamericano *Science Literacy* y el británico *Public Understanding of Science*, el primero que se caracteriza por el interés de medir el grado de cultura o alfabetización científica de la sociedad norteamericana; el segundo, se incluye la valoración de la capacidad del público para comprender la ciencia y sus aplicaciones, así como algunas apreciaciones de carácter social, político y económico (FECYT, s.f). El propósito de los estudios en esta época se centró en reinstalar el debate acerca de la cantidad y calidad de la "alfabetización científica" de la población como sinónimo de "cultura científica".

En los 80 también surgen los campos emergentes de investigación en la nanociencia y la nanotecnología, pero desde 2001 cuando se realizaron los primeros estudios (Bainbridge, 2002; Comisión Europea, 2001, citados en Barroso, 2012), lo que se encuentra es que existe gran desconocimiento hacia la nanociencia y la nanotecnología, el cual no condiciona las actitudes, que serían optimistas o positivas respecto de sus beneficios / riesgos; una confianza que sigue casi intacta en la actualidad, y que en la mayoría de países está por encima de otras tecnologías, como la biotecnología (Gómez, 2012, p.179). A lo largo de estos diez años también se mantiene estable el desconocimiento o falta de familiaridad con la nanotecnología (Cacciatore et al., 2011 citado en Gómez, 2012, p.191). Es lógico prever que la confianza descienda a medida que aumente el conocimiento de la gente sobre la nanotecnología, dado que en parte se puede interpretar como el "beneficio de la duda" que mucha gente concede sobre lo que no ha oído hablar o no sabe lo que es (Einsiedel, 2005 Gómez, 2012, p.191).

En la década de 1990 hasta la actualidad, los estudios se han centrado en la relación ciencia y sociedad.

En América Latina, los estudios se empezaron a realizar hace más de 20 años, pero como caos aislados. Los trabajos se llevaron a cabo como parte del “Proyecto Iberoamericano de Indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana – RICYT / OEI”, en el que se planteaba la necesidad de avanzar hacia la construcción de metodologías e indicadores situados regionalmente y pertinentes para el contexto de la ciencia, la tecnología y la cultura iberoamericanas (Albornoz, Marchesi Ullastres y Arana, 2009, citados en Ferreyra, et al., 2013).

Desde el 2001 la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) han venido trabajando en el Proyecto Iberoamericano de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana, con el propósito de avanzar en la construcción de metodologías e indicadores que, a partir de la tradición internacional, fuesen pertinentes para el contexto de la ciencia, la tecnología y la cultura iberoamericanas (Gartner, 2010a, p.31). Igualmente la Organización de Estados Iberoamericanos promueve investigaciones, fomenta la conformación de redes de cooperación académica y talleres de trabajo que posibiliten consolidar este campo investigativo buscando definir indicadores comunes para los países iberoamericanos con el sentido de revisar la cultura tecno científica de la sociedad (Ferreyra, et al., 2013, pp.4-5).

En España, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) viene realizando desde el año 2002 Encuestas Nacionales con el objetivo de analizar el grado de información, interés, valoración y comprensión de la ciencia por parte de la ciudadanía, y estudiar los efectos de los avances científicos y tecnológicos sobre el desarrollo social (Ferreyra, et al., 2013, p.5).

Los estudios aún se encuentran en fase de desarrollo, el debate actual consiste en que la complejidad de lo que se intenta abarcar es tan grande que resulta difícil precisar el objeto de estudio, así mismo al estar los estudios de percepciones basados en encuestas de opinión pública poseen cierta debilidad y no es tan fácil precisar el marco de orientación de las políticas públicas. Los estudios de percepción han ido evolucionando en el sentido de incorporar indicadores cuantitativos y cualitativos, al realizar análisis más profundos e interpretaciones de las principales tendencias observadas en los períodos que se examinan, capaz de ayudar en la formulación y seguimiento de las acciones y las políticas para el sector (Vogt, 2012).

Sin embargo, aún es preocupante que tras una de década de iniciativas PUS, pocos cambios han ocurrido en el nivel de comprensión científica, tanto en Europa y América (Miller 2001). Por ejemplo, en el Reino Unido, en una encuesta llevada a cabo en 1996 como seguimiento a la encuesta de 1988 mostró que, cuando se le preguntó a las personas "¿Qué significa estudiar algo científicamente? solo el 17 por ciento de la población británica dijo la experimentación o la teoría de pruebas - el número se mantuvo estadísticamente igual a la encuesta de 1988 (18% ciento). Por otra parte, no sólo fue el nivel de PUS no aumenta, sino también al público fue más escéptico acerca de la ciencia (Miller 2001). También aún permanece una débil correlación entre el conocimiento y las actitudes positivas (Bauer et al. 2000; Evans y Durant 1995; Grimston 1994; Miller et al. 2000; Sturgis y Allum 2001; 2004 citados en Entradas, 2015).

Ejemplos de fragmentos para este tema son:

Si el origen de los estudios sobre comprensión pública de la ciencia –incluidos dentro de los análisis de percepción pública de la ciencia– se puede situar en la década de 1950, y el inicio de su realización sistemática en la de 1970, la institucionalización de la reflexión teórica sobre los mismos no se produjo hasta la década de 1980. Hasta entonces, los presupuestos conceptuales implícitos en estos estudios giraban en torno a una serie de principios que estructuraban las encuestas partiendo de una concepción en la que se otorgaba la máxima importancia a la alfabetización científica cívica y a su cuantificación. (Montañés, 2010b). 2010 E (3) (1) I 188 HI [01].

En la temática *Antecedentes contexto europeo* con 12 fragmentos (9 del contexto europeo y 3 latinoamericanos), expresan que en Europa, se ha utilizado el modelo de encuestas cuantitativas desde los años 70' hasta finales de los 80', dando paso en los 90' a los Eurobarómetros, en un primer momento más generales y con posterioridad centrados en cuestiones más específicas.

En la segunda mitad de los 70', se inició de forma sistemática la aplicación de encuestas para la medición de interés, nivel de información, conocimiento, comprensión y percepción de ciencia-tecnología tanto en Estados Unidos como en Europa. En 1979, la NSF inició sus encuestas nacionales periódicas sobre ciencia y tecnología, cuya aplicación se mantiene hasta hoy. En 1977, la entonces Comunidad Europea —hoy Unión Europea— incluyó por primera vez un apartado sobre percepción de ciencia y tecnología en la ronda de encuestas de opinión pública Eurobarómetro. La aplicación del Eurobarómetro se realiza por encargo de la Comisión Europea e incluye en la actualidad a todos los países de la Unión Europea (Villaruel, Valenzuela, Vergara, y Sepúlveda, 2013, p.17).

También en la década de los 80' la Comisión Europea desempeñó un importante papel con la puesta en marcha del Forecasting and Assessment of Science and Technology (Programa FAST) que avanzó en el análisis de las consecuencias sociales y económicas de las nuevas tecnologías (Muñoz, et al., 2005, citado en FECYT, s.f).

En España la principal fuente para analizar la cultura científica española son las Encuestas Nacionales de Percepción Social de la Ciencia y la tecnología (2002, 2004, 2006) realizadas por la FECYT. Éstas siguen el perfil de los eurobarómetros y de los Science y Engineering Indicators de la National Science Board de Estados Unidos. El objetivo de estas encuestas es analizar el grado información, interés, valoración y comprensión de la ciencia por parte de la ciudadanía, y estudiar los efectos de los avances científicos y tecnológicos sobre el desarrollo social FECYT, s.f, p. 11).

Un fragmento de este tema es:

El estudio y la comprensión de las percepciones sociales de la ciencia se originan como respuesta al clima de los años 1960 y 1970, caracterizado por la pérdida de inocencia sobre la ciencia y la tecnología. Este artículo se centra en el caso europeo. Desde el primer cuestionario, Science and Technology in the European Community, que dirigieron Jacques-René Rabier y Ronald Inglehart (1980) en 1977 {Euro-Barometer7}, los estudios en los siguientes años y décadas se han multiplicado, también en los ámbitos nacional y regional; es más, los cuestionarios se focalizan en

áreas concretas, como es el caso singular de la energía nuclear, las biotecnologías y la medicina reproductiva (Eizagirre, 2013, p.58). 48 2013 L () (47) L II 58 HI [01].

En la temática *Antecedentes del contexto latinoamericano* con 33 fragmentos (11 europeos y 22 latinoamericanos), se expresa que los estudios de percepción social de la ciencia comenzaron a realizarse desde hace más de 20 años, en Brasil en 1987, en Colombia en 1994 y en México en 1997, pero se trataron de casos aislados, por lo que no existen muchas posibilidades de realizar comparaciones entre regiones ni entre distintas experiencias dentro de un país (FECYT, s.f, p.9).

Desde el 2001 cuando la Organización de Estados Iberoamericanos y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología pusieron en marcha la primera encuesta piloto y un estudio comparativo a escala iberoamericana de los diferentes aspectos de la cultura científica de la sociedad, se generó una red iberoamericana que ha desarrollado varios proyectos en relación con los estudios de percepción pública de la ciencia. Hasta el momento se ha realizado este tipo de estudios en España, Argentina, Chile, Uruguay, Brasil, Portugal, México, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador y Trinidad y Tobago.

En 2005 se puso en marcha el Proyecto “Estándar Iberoamericano de Indicadores de Percepción Social y Cultura Científica” promovido por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Organización de Estados Iberoamericanos y el Centro REDES de Argentina, que es la sede de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología. El principal objetivo de este proyecto es desarrollar un núcleo común de indicadores de percepción social de la ciencia para implementar un instrumento de medición estandarizado, que servirá de apoyo a las políticas públicas de ciencia y tecnología en Iberoamérica, al tiempo que contribuirá a mejorar la comprensión académica del fenómeno de la percepción social y la cultura científica (FECYT, s.f, p.10).

Colombia no ha estado al margen de este interés investigativo y, a nivel internacional y, en consecuencia, ha emprendido, a través de Colciencias, la tarea de explorar las percepciones de sus ciudadanos al respecto, no obstante el país ha atravesado décadas de atraso tecnocientífico. Hasta el momento, en Colombia se han efectuado dos encuestas de carácter nacional: la primera de ellas en el año 1994, propuesta por la “Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo” y, la segunda, en el año 2004, publicada con el nombre: La percepción que tienen los colombianos sobre ciencia y Tecnología (FECYT, s.f, p.39). Así, es decisión institucional de Colciencias declarar abierto este canal de comunicación mutua entre la política de ciencia, tecnología e innovación y la opinión ciudadana para continuar perfeccionando esta vasta y fundamental tarea de legitimación política y social del conocimiento, sin cuyo concurso no es, ni previsible ni imaginable, la evolución de la sociedad colombiana, en el contexto del mundo contemporáneo, y menos aún, del mundo futuro (Colciencias, 2005, p. 12 citado en Gartner, 2010a).

Por lo tanto, la importancia de desarrollar indicadores de la percepción de CyT comenzó a ser reconocido con más fuerza en Iberoamérica, sólo en los últimos años. Algunos países de la región realizaron encuestas nacionales en la percepción pública de la ciencia, a partir principalmente en la década de los años 1990, de una manera más o menos sistemática, como Portugal (OCES, 2000) y España (FECYT, 2003, 2005), o de forma más esporádica, como Colombia

(COLCIENCIAS, 1994), Panamá (SENACYT, 2001), México (CONACYT, 1999, 2003) y Argentina (SECYT, 2003a, b, 2007) (Vogt, 2012, p.12)

Brasil, desde la década de los años 1980 ha llevado cuatro consultas nacionales importantes en la zona (CNPq / Gallup, 1987; CNPq / Ibope, 1992; MCT, 2007, 2011), sin una periodicidad definida o metodología común. Pero después de 1990, con el país restaurado en un contexto democrático, la percepción pública de la ciencia y la tecnología comenzó a ganar más espacio.

Chile no escapa a la realidad del conjunto de los países latinoamericanos en cuanto a un déficit histórico de investigación sobre la relación ciencia / público. En 1967 se creó oficialmente en este país la Comisión Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CONICYT), como entidad pública encargada de promover el desarrollo de la ciencia-tecnología. El foco principal de las políticas nacionales de ciencia y tecnología en Chile ha estado en constituir una comunidad científica productiva y consolidar un sistema de financiamiento de la investigación científica. En los últimos años, la Iniciativa Científica Milenio (ICM), una entidad que forma parte del sistema tecno-científico chileno, ha introducido tanto en sus objetivos de gestión como en los criterios de evaluación de financiamiento asignado a núcleos de investigación de alto nivel, la preocupación por la difusión social del conocimiento generado (ICM, 2008; Prenafeta, 2008, citado en Villarroel, Valenzuela, Vergara, y Sepúlveda, 2013).

En Argentina en 1998, la Asociación Civil CIENCIA HOY -que tiene como objetivo la difusión del trabajo de científicos y tecnólogos argentinos, uruguayos y de toda Latinoamérica- consideró conveniente evaluar cuál era la percepción por parte de la sociedad argentina de la actividad que intentaba divulgar, a fin de profundizar su diálogo con la sociedad. Esto se plasmó en una encuesta de opinión sobre la visión social de la ciencia. En el año 2003, la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECYT), a través del Programa Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, implementó en Argentina la “Primera Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia” (Ferreyra, et al., 2013,p.6)

Durante los años 2005 y 2006, en relación con los Medios de Comunicación y la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, Carmelo Polino coordinó un estudio que se publicó en los principales diarios de la Argentina, en el marco del Proyecto Análisis de la oferta informativa sobre la Ciencia y la Tecnología en los principales diarios argentinos que fue financiado por el Observatorio de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva (Ferreyra, et al., 2013, p.6)

A fines del año 2006, la SECYT aplicó en el país la “Segunda Encuesta Nacional de Percepción Social de la Ciencia”, que permitió analizar la evolución de algunas de las variables ya medidas y la introducción de nuevos temas en la agenda (energía nuclear, producción de software y servicios informáticos en el país). En el año 2007, se aplicó en Buenos Aires la Encuesta Iberoamericana como parte de los trabajos propuestos en el marco de La Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT), de la que participan todos los países de América (Ferreyra, et al., 2013,p.6-7).

En el año 2009, el Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad incluyó el proyecto Percepción de los jóvenes sobre la ciencia y la profesión científica: Encuesta en Buenos Aires. Entre los años 2010 y 2011, el mismo grupo de investigación de la UNdMdp desarrolló el proyecto La percepción social de la dimensión ética de las prácticas científicas, en los alumnos de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de Mar del Plata (Ferreyra, et al., 2013,p.7).

Un ejemplo de fragmento analizado es:

In Ibero-America, research into the public perception of SyT is more recent, gaining a higher profile with the development of the Project for the Development of an Ibero-American Standard of Indicators of Social Perception, Scientific Culture and Participation of the Citizenry in SyT.⁶ The initial idea appeared in 2001, and at that time an International Advisory Committee⁷ and a Technical Team⁸ were set up with the objective of constructing a regional agenda on the public perception of SyT and of formulating operational agreements that would make it possible to design a group of internationally common and comparable indicators (Vogt, 2012,p.12). 17 2012 E (21) (1) XXI 12 HI [02].

- *Subcategoría Historia de la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología*

Esta subcategoría ocupó el segundo lugar con un total de 58 fragmentos analizados que representan el 23,02% (tabla 14). En las unidades analizadas se identificó una temática (tabla 33).

Tabla 33. Temáticas de la subcategoría “Historia de la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1.Antecedentes	58
Total	58

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Esta temática *Antecedentes* con 58 fragmentos (36 europeos y 22 latinoamericanos), expresa que desde la segunda mitad del siglo XX y en la década de 1970 se ha venido avanzado en el campo de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCyT); un ejemplo es la tercera edición de *The Handbook of Science and Technology Studies* (Hackett et al., 2008, citado en Hermelin, 2011), publicado en sus tres ediciones con la colaboración de *The Society of Social Studies of Science*, de Estados Unidos, y con contribuciones de investigadores de diversos países (Hermelin, 2011).

En Colombia, las relaciones entre los avances de la ciencia y la tecnología, la participación ciudadana y el diseño y soporte de políticas públicas, han cobrado cada vez más importancia, reflejándose en el desarrollo de trabajos en áreas denominadas como Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología, Popularización de la Ciencia y la Tecnología, Difusión o Divulgación de las Ciencias y las Técnicas, entre otras. Lo que ha generado un grado de interacción con los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCyT) y el enfoque CTSA (Hermelin, 2011).

Estos estudios de la ciencia, han surgido como reacción a los modelos de comunicación pública de la ciencia y la tecnología, los cuales se originaron a partir de la conceptualización del significado

de comunicación. El concepto de comunicación tuvo su primera definición en el siglo XII, referida a la idea de comunión, del compartir, la búsqueda del otro y de su reconocimiento. En tal sentido, la comunicación, proviene de habitar al otro y ser habitado por otro, es por esto que se habla de una visión de comunicación de masas con un destinatario pasivo y manipulable. En el siglo XVI, el concepto cambió haciendo alusión al transmitir y difundir, es decir, el derecho a circular y propagar las ideas (Hermelin, 2011).

A finales del siglo XVI y comienzos del XVII, ya se habla es de una idea de popularización de la ciencia. La ciencia en esos momentos solo era accesible a ciertos grupos de estudiosos, los cuales no la divulgaban. Entrado el siglo XVII ya se habían debilitado la ideas del conocimiento como algo restringido y se empiezan a organizar presentaciones en las cortes de los reyes y príncipes, con asistencia de nobles y estudiosos, ya se considerada que el conocimiento era poder y por lo tanto, habría que difundirlo.

Finalizando el siglo XVII cuando Newton publica su obra Principia Mathematica, el acceso al libro fue complicado para algunas personas por diversos factores, lo que alentó a que se publicarían libros de popularización de las ideas newtonianas, y es en este momento en que aparecen las Academias y Sociedades Científicas que van a tener el rol de difundir la ciencia y sus métodos. Es así, como se convierten en el medio más importante para la comunicación y el encuentro entre científicos y para enseñar a los cortesanos y caballeros. Después, se logra por medio de los servicios postales, que los científicos realicen un intercambio masivo de información entre los países y con la invención en el siglo XV de la imprenta, se favorece el surgimiento de otro medio de comunicación científica que se convertiría en el elemento fundamental del sistema científico: las revistas científicas (Mesía, 2011).

Con el movimiento de la Ilustración y la publicación de la Enciclopedia se da nueva fuerza a la difusión y popularización de la ciencia. En Francia surgen especulaciones revolucionarias sobre la condición social y moral del hombre, las que tendrán gran importancia y cuya influencia llegará hasta las concepciones actuales acerca del papel de la ciencia y la educación en el desarrollo de la sociedad (Mesía, 2011, p.199).

En el siglo XIX se afianza la idea del papel central de la ciencia y del conocimiento en el desarrollo del hombre y de la sociedad. En esos años se logran importantes avances en el campo del conocimiento, como la profesionalización de la actividad científica y la aparición de nuevas disciplinas como la Biología, Geología, Química, Etnología, etc. Al mismo tiempo ya se van dando algunos procesos de popularización de las ciencias, como el hecho de que se incluya la ciencia en los currículos escolares e igualmente, el auge de las publicaciones científicas, la institucionalización de las conferencias científicas, etc. Es en esta época que se logra ampliar el público de la ciencia, pues ella ya no solo se dirige a las clases acomodadas sino al público llano, es decir, se logra popularizar las ideas científicas (Mesía, 2011, p.200).

Luego, alcanzando ya el siglo XX la ciencia y la tecnología experimentan cambios y transformaciones profundas, y no sólo en el desarrollo del conocimiento mismo, sino también de las maneras en el que se realiza la actividad científica. Dentro de todas estas transformaciones es posible reconocer varias fases en el desarrollo de la ciencia, cada una de ellas con una forma particular de relación con la sociedad y de popularización de la ciencia. Ello va desde un modelo que considera que las personas no conocen la ciencia y la popularización consiste en llevarles los conocimientos científicos y “traducirlos” de manera que puedan ser entendidos, hasta un modelo que considera, más bien, la medición de los conocimientos y actitudes que el público tiene en temas de ciencia (Mesía, 2011, p.200).

Un ejemplo de fragmento analizado es:

Ahora bien, a partir de la segunda mitad del siglo XX, han surgido modelos de comunicación pública de la ciencia y la tecnología particularmente útiles para describir y diseñar sus prácticas. También han servido, de forma más o menos deliberada, como soporte de las políticas públicas desarrolladas para el acercamiento entre los saberes científicos y tecnológicos y los saberes sociales, y oscilan entre la imposición de los primeros a los segundos hasta el diálogo -o el pretendido diálogo- entre ambos. Es decir, los puntos de inflexión en las concepciones del progreso lineal y de la Iglesia Científica, han marcado el desarrollo de dichos modelos de comunicación, y han estimulado el paso de la alfabetización a la participación; una participación que por supuesto incluye las posiciones críticas, en especial frente a los riesgos individuales y colectivos, y frente a la defensa de intereses privados en nombre del interés público. (Hermelin, 2011, p. 243). 30 2011 L (8) (14) I 243 HI [06].

- *Subcategoría Historia de la Línea de Investigación CPC.*

Esta subcategoría ocupó el tercer lugar con un total de 56 fragmentos analizados y que representan el 22,22% (tabla 14). En las unidades analizadas se identificaron dos temáticas según se muestra en la tabla 34.

Tabla 34. Temáticas de la subcategoría “Historia de la Línea de Investigación CPC”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Origen del enfoque de la Comprensión Pública de la Ciencia	36
2. Antecedentes revista PUS.	20
Total	56

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la temática Origen del enfoque de la Comprensión Pública de la Ciencia con 36 fragmentos (21 europeos, 6 latinoamericanos y 9 asiáticos), evidencia como la línea de investigación de la comprensión pública de la ciencia, ha tomado diferentes nombres de acuerdo con el contexto o la comunidad de especialistas que trabajan en ella. Hace 25 años se hablaba de “popular science” y “popularizing science”; en francés y en español, se ha denominado “vulgarization” y “Divulgación”, también se utiliza y aunque es debatido el término “science literacy”; en la india, se utiliza el término “scientific temper”; en la comunicada académica ahora se utiliza el término “public engagement in science” o “culture scientifique” en francés. En China y Corea, se refieren a “science communication and science culture” o “promotion of scientific culture”, finalmente en América Latina se utiliza el término “social appropriation of science” (Lewenstein, 2010).

En 1950 la preocupación de que los fondos para la investigación científica podrían estar políticamente vulnerable, se decidió apoyar a la ciencia, a través de los medios de comunicación y la educación escolar para aumentar la cultura científica. Este impacto fue medio y se estableció que el público era una masa de personas que debían ser informados de los resultados de la actividad científica y eso solo se lograba si se utilizaba adecuadamente los medios de comunicación.

Por este motivo, al finalizar a década de 1970 y comienzo de los 80’, se realizan estudios de actitud pública a gran escala, para conocer la percepción del público de los hechos de la ciencia

que habían sido divulgados por los medios de comunicación, surgen así una variedad de encuestas nacionales, americanas y europeas.

En el año de 1985 mediante la publicación del informe sobre la Comprensión Pública de la Ciencia, que realizó la Royal Society del Reino Unido, se presentaban los mecanismos para promover la CPC, como por ejemplo, que los científicos ahora tenían el deber de salir y comunicar los beneficios de la ciencia a un público más amplio. En 1986, se estableció el Comité para la Comprensión Pública de la Ciencia (COPUS), que junto a la Real Sociedad (RS), la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia y la Royal Institution, empezaron a generar importantes programas de actividades dirigidos a elevar el perfil y nivel de la CPC. En este informe se manejaba la concepción del modelo del déficit (Bickerstaff, Lorenzoni, Jones, & Pidgeon, 2010) y se argumentaba que una mejor comprensión de la naturaleza de las actividades científicas, sus métodos, límites e implicaciones sociales y prácticas serían necesarias para aumentar el “nivel general de la comprensión pública de la ciencia” y para mejorar el bienestar de la nación.

En los años 1980 y 1990, sobre todo en Europa, las organizaciones reclamaron una participación más democrática en la ciencia y la tecnología en la toma de decisiones, por lo que el movimiento de la CPC se volvió más deliberativa, participativa y dispuesta al diálogo, orientada a la participación pública. Es de esta forma como en el mundo de habla inglesa y en Europa occidental se empiezan a crear actividades científicas públicas, como festivales de ciencia, laboratorios públicos y ferias de ciencia, para que los conocimientos científicos llegaran a la mayoría de público posible (Gisler & Kurath, 2011).

Sin embargo, en el 2000, la Cámara de los Lores elaboró un informe titulado Ciencia y la sociedad bajo la presidencia del señor Jenkin, en el que se expresaba que el punto de vista de comprensión pública de la ciencia, era humillante y condescendiente y ya no era suficiente, porque todo lo que este proponía era que los científicos debían alimentar al público con los hechos científicos y ellos soportan en silencio la actividad científica, situación que en realidad no era así. El nuevo enfoque es el compromiso público con la ciencia y la tecnología, que reconoce la necesidad para un diálogo en el que los científicos y el público pueden contribuir al debate. El enfoque de la política que posteriormente fue acuñado como Comprensión Pública de la Ciencia (PUS) tuvo como objetivo fomentar la participación de voces heterogéneas y opiniones en la producción y evaluación de los conocimientos científicos, para mejorar socialmente la aceptación de la investigación académica, y para resolver las controversias científicas (Bodmer, 2010).

En el 2006, en Gran Bretaña se empieza a dejar de hablar de “public understanding of science” y se pasa a “public engagement of science”.

A modo de síntesis, se encuentra que en la segunda mitad de los 50', el foco de la comprensión pública de la ciencia, era investigar cuál era el nivel de conocimiento sobre ciencia y tecnología por parte del público, bajo el supuesto de que a mayor conocimiento científico público habrá una mayor valoración social de la ciencia (Felt, 2003; Bauer, Mum y Miller, 2007 citados en Villarroel, Valenzuela, Vergara, y Sepúlveda, 2013); una segunda fase, ocurre en la segunda mitad de los 70' y finales de los 80', en los que el interés está en las actitudes hacia la ciencia, derivadas del

incipiente desarrollo de una conciencia crítica del público respecto de ciertos riesgos de la modernidad que se hacían evidentes y el cuestionamiento de que la ciencia sólo trae beneficios para la sociedad y el ser humano (Beck, 2002; Redelift y Woodgate, 2002; Felt, 2000,2003; Bauer et al., 2007, citados en Villarroel, Valenzuela, Vergara, y Sepúlveda, 2013); y finalmente una tercera fase en la que va desde los inicios de los 90' hasta el presente, donde el interés está en los contextos sociales y culturales que interviene en los procesos que articulan la relación ciencia-público, relación que fue analizada primero por enfoques centrados en la ciencia y luego por enfoques centrados en el público.

Ejemplos de fragmentos analizados son:

El movimiento PUS nació en Gran Bretaña en la década de los ochenta como una iniciativa auspiciada por la Royal Society para que los científicos se dedicaran también a estudiar los aspectos sociales de las ciencias naturales. En realidad pretendía emular el espíritu de la filosofía de la ciencia, en la que muchos filósofos y científicos analizaban aspectos colaterales del quehacer científico, pero en este caso se pretendía analizarlo con las técnicas y metodologías de las ciencias sociales. En un primer momento, y según el espíritu que imprimió la Royal Society, se quería que, además de la visión de los sociólogos sobre el quehacer científico, también los licenciados en ciencias naturales se dedicaran a profundizar en estos aspectos. (Elías, 2012, p.6-7). 24 2012 E (173) () I 6-7 [01].

Since the early 1990s, research in public understanding of science has significantly increased and become more systematic and academic, including the creation of journals for publishing papers of the field (such as this one). An expression of this is the fact that starting with four editions in 1992, by 2012 the journal Public Understanding of Science (PUS) doubled the number of issues, now publishing eight per year. However, it is well known that size, large numbers or 'big data' do not guarantee representativeness of the corpus. 17 2015 E (24) (1) XIV 2 HI [01] (Massarani, 2015, p.2). 17 2015 E (24) (1) XIV 2 HI [01].

En la temática Antecedentes de la revista PUS con 20 fragmentos europeos, presenta que las investigaciones sobre las actitudes del público y sus determinantes, son publicaciones constantes en la revista. Así como el análisis de los medios de comunicación. Los modelos de la comprensión pública, es decir, el modelo del déficit y el contextual, también ocupan gran parte de las investigaciones. Temáticas como la biotecnología han dominado la investigación en PUS en los primeros años del nuevo milenio.

En el primer periodo, se ha investigado mucho de las cuestiones ambientales, como accidentes nucleares, la contaminación y el calentamiento global. En este mismo periodo han incursionado también conceptos como los estereotipos de la ciencia y los científicos en la ficción y otros géneros. Actualmente, los contenidos de la PUS están marcado por la evolución de la genética, la genómica y la ingeniería genética de plantas y animales. (Suerdem, Bauer, Howard, & Ruby, 2013).

Debido a esta serie de publicaciones, la revista PUS recibe en promedio 35 citas y envía 25 citas por año. En total, durante el período 1997-2010, recibió 447 citas e hizo 309 referencias a otras revistas, por lo que la revista PUS es más a menudo una referencia para otras revistas de lo que

hace referencia y es muy visible dentro de su dominio y esta visibilidad es estable en el tiempo (Suerdem, Bauer, Howard, & Ruby, 2013).

Aunque la densidad de la red es baja dentro de la vecindad directa de PUS y la red es vulnerable a la fragmentación, las revistas son muy accesibles para PUS a través de caminos indirectos. La revista PUS está en el centro de las disciplinas tiene el potencial de generar ideas transformadoras, pero es necesario que las revistas citen a la PUS y entre ellas mismas, lo que quiere decir que la revista PUS es más activo en la toma de conexiones de citas interdisciplinarias que los interdisciplinarios, no se ocupa de una comunidad cerrada, pero media entre mundos diferentes, lo que posibilita la oportunidad a que los eruditos publiquen en ella siendo creativos y experimentado con ideas originales que serían demasiado arriesgados en su propio mundo. PUS sirve de enlace entre la salud pública y la Investigación de Riesgos, Estudios Ambientales, Educación y Comunicación.

Los aportes a las publicaciones de la revista muestran que el mundo de habla Inglés de los Estados Unidos, el Reino Unido, Canadá, Australia y Nueva Zelanda cubre dos tercios del material empírico PUS. El resto de Europa añade otro sexto al corpus. Los datos de una sexta final de papeles vienen de Asia, África y América Latina. Cada vez hay más ideas de PUS de Suiza, Suecia, Corea del Sur, Grecia, Zambia, Turquía, Taiwán, Eslovenia, Nigeria, Israel, Colombia y Argentina, mientras que la revista perdió contribuciones de Rusia, Uganda, Sudáfrica, Bulgaria y la República Checa (Massarani, 2015).

También es muy importante mencionar el aumento significativo de la investigación en el campo de la comprensión pública de la ciencia. Un ejemplo es el campo en América Latina con un creciente número de tesis doctorales y de maestría sobre la CPC en los últimos años. En Brasil la primera tesis identificada en ciencia comunicación fue defendida en la década de 1980; en la actualidad, más de 100 disertaciones y tesis son defendido cada año. En el período de 2010-2012, por ejemplo, 279 disertaciones y tesis fueron defendidas en PUS (Massarani, 2015).

Ejemplos de fragmentos analizados son:

Research into public attitudes and its determining factors is consistently present, very much considered under an educational agenda in the first period (C1.1). Continuity also arises from mass media analyses. These two mainstays cover 36 percent of the units in the first period, increasing to 59 percent in the second; 49 percent of the vocabulary is invested here in the first period, reduced to 38 percent in the later period. (Suerdem, Bauer, Howard, y Ruby, 2013, p.3). 17 2013 E (22) (1) XI 3 [01].

An important issue to be addressed is whether the outputs mirror worldwide thinking and production in the field of public understanding of science and science communication. An analysis was presented by Rick Borchelt at the 12th International Public Communication of Science and Technology Conference (PCST 2012) in Firenze. He identified 1237 papers on science communication published in English in a period of 10 years (2000–2009), by 471 journals, involving 2462 authors – PUS among the top journals. (Massarani, 2015,p. 2). 17 2015 E (24) (1) XIV 2 HI [02].

Del análisis de la historia de la Línea PUS, se determinó que la evolución de su discurso se centró en tres discusiones académicas u ontologías del cuerpo teórico (Estany, 1995): la Alfabetización Científica y Tecnológica, la Comprensión Pública de la Ciencia y la Ciencia en la Sociedad. Cada una de estas fases con una polémica propia, atribuyéndole un particular déficit de comprensión y fomenta determinadas preguntas de investigación y formas de intervención. Teniendo claro que la posterior no sustituye completamente la antigua.

- *La Alfabetización Científica y Tecnológica*, desarrollada en los inicios de la línea, consideraba a la ciencia como una extensión de la búsqueda de la lectura, la escritura y la aritmética. La gente podría tomar decisiones políticas, sin embargo, la opinión pública sólo podía ser eficaz si los ciudadanos poseían conocimientos relevantes. Se atribuía un déficit de conocimientos al público, lo que generaba un incremento de los esfuerzos en la enseñanza de las ciencias (Bauer, 2009).

También se analizaron las actitudes del público para la toma de decisiones, pero como tenían un déficit de conocimiento por lo tanto sus actitudes hacia la CyT eran negativas y no podían tomar decisiones al respecto de su desarrollo. La metodología desarrollada en esta fase consideraba cuatro elementos: (a) el conocimiento de los libros de texto de ciencia, (b) una descripción de los métodos de razonamiento como las probabilidades y el diseño experimental, (c) una apreciación de los resultados positivos de la ciencia y la tecnología y (d) el rechazo de creencias supersticiosas tales como la astrología o la numerología. Los instrumentos y técnicas utilizadas fueron las encuestas bianuales de indicadores de la National Science Foundation (NSF) desde finales de los años 1970 en adelante (Bauer, 2009).

La medición del conocimiento de los hechos es el problema clave de este paradigma. El conocimiento de la ciencia se mide por la obtención de una calificación en la resolución de una encuesta similar que es aplicada en todas partes, por lo que la cuestión de la imparcialidad requiere más atención. Estos estudios se basan solo en preguntar a los encuestados si la afirmación de un hecho es verdad o falso y si no saben, por lo que los críticos han argumentado que la esencia de la ciencia en este caso, es el método y no los hechos. Por lo tanto la conciencia de cuestiones como la incertidumbre, la revisión entre pares, la solución de controversias científicas y la replicación de los experimentos no se reflejan en la evaluación de la alfabetización.

- *La Comprensión Pública de la Ciencia*, en la segunda mitad de la década de 1980, nuevas preocupaciones surgen bajo el título 'la comprensión pública de la ciencia'. Esta transición está marcada por el influyente informe de la Royal Society de Londres de 1985. El diagnóstico es que existe un déficit público. Pero en esta fase, las actitudes hacia la ciencia son el eje de estudio.

El público no muestra suficiente apoyo a la ciencia; y esto es motivo de preocupación para las instituciones científicas. La Real Sociedad asumió que el conocimiento será el mejor generador de actitudes positivas; de ahí el axioma: "Cuanto más sepa, más te guste". La correlación entre el conocimiento y la actitud se convierte en el foco principal de la investigación. Pero la expectativa de que un mejor conocimiento impulsa actitudes positivas no está confirmada (Bauer, 2009).

La investigación de la PUS amplió sus conceptos, métodos y datos, frente a las políticas generales, la polémica sobre los déficits públicos también estimuló las secuencias de datos complementarios, tales como el análisis del discurso cualitativo y medios de vigilancia. La batalla de la opinión pública es una batalla por la mente con más información y el razonamiento estadístico correcto (es decir, la percepción del riesgo).

La crítica a este enfoque se centró nuevamente en los modelos de déficit de conocimientos o de actitud: Las actitudes negativas ni son una expresión de la falta de conocimientos ni de buen juicio. No obstante, la atribución de un déficit público expresa la timidez y las angustias científicas del público. La desconfianza por parte de los actores científicos es igual a la desconfianza de la opinión pública.

- *Ciencia en la Sociedad*, cambió la idea del déficit, ya el público no tiene el déficit, pero si las instituciones científicas y sus agentes que han perdido la confianza del público. Las Diversas investigaciones sociales condujeron al diagnóstico de una "crisis de confianza" en la ciencia y la tecnología. Una crisis que indica un incumplimiento del contrato de relación de la ciencia y la sociedad.

El objetivo es cambiar la política científica y reconstruir la confianza pública. La deliberación pública y la participación es el camino. Por lo que las acciones a realizar son la creación de audiencias, jurados de ciudadanos, encuestas de opinión deliberativa, conferencias de consenso, mesas rondas, análisis exploratorios, ciencia, festivales y debates nacionales y así sucesivamente. La ética de la participación pública fue complementada por una ética de la evaluación de la deliberación pública (Bauer, 2009).

- *Subcategoría Historia de los modelos de comprensión pública de la ciencia.*

Esta subcategoría ocupó el cuarto lugar con un total de 49 fragmentos analizados y que representan el 19,44% (tabla 14). En las unidades analizadas se identificaron dos temáticas (ver tabla 35).

Tabla 35. Temáticas de la subcategoría “Historia de la Línea de Investigación CPC”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Origen y Definición de los modelos en la CPC	17
2. Modelo Contextual	19
3. Modelo del Déficit Cognitivo.	13
Total	49

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La temática Origen y Definición de los modelos en la CPC con 17 fragmentos (4 del contexto europeo y 13 del latinoamericano), presenta como la línea de investigación a lo largo de los últimos veinte años ha presentado dos moldeos teóricos dominantes, el modelo del déficit, que se localiza entre la década de 1960 y mediados de los 80' y el contextual, que iría desde finales de los 80' hasta la actualidad. Modelos que han girado en torno de tres paradigmas principales: «alfabetización científica», «comprensión pública de la ciencia», y «ciencia y sociedad».

Ejemplos de fragmentos analizados son:

A pesar del protagonismo y de la gran influencia que esta concepción ha tenido desde sus inicios, a lo largo de los últimos veinte años han aparecido en escena otras propuestas alternativas en el ámbito de la comprensión pública de la ciencia. Es necesario advertir que nos encontramos ante un campo de investigación tan reciente que no siempre resulta sencillo determinar con precisión algunas de las fronteras que separan unas líneas de investigación de otras...en la literatura sobre el tema se ha convertido en lugar común distinguir dos modelos teóricos dominantes bien diferenciados [Modelo del déficit cognitivo, enfoque contextual], al menos en lo que respeta a los

presupuestos conceptuales de los que parten y a la metodología que emplean. (Montañés, 2010b, p.189). 2 2010 E (3) (1) I 189 HI [02].

En la temática *Modelo Contextual* con 19 fragmentos (15 europeo y 4 latinoamericanos), presenta que este modelo también es denominado «PUS crítica o interpretacionista», o «modelo interactivo de la ciencia» y surgió en la segunda mitad de la década de 1980. Las principales influencias de las que se nutre esta tradición provienen de la sociología del conocimiento científico, la historia y la filosofía, así como de las investigaciones en ciencia política, en comunicación de masas y en opinión pública (Montañés, 2010b).

Este modelo ha optado por una metodología cualitativa, pero en el 2002, Kallerud y Ramberg, sin entrar en el debate sobre la incompatibilidad o complementariedad de la metodología cuantitativa y la posición constructivista, plantearon la posibilidad de introducir en los estudios cuantitativos una serie de ítems dirigidos a evaluar algunas cuestiones relacionadas con la perspectiva constructivista. Su propósito era comprobar si las encuestas podían proporcionar información útil –para ser aplicada en las políticas científicas– sobre la presencia y la función de diversas representaciones y perspectivas sociales de la ciencia en las percepciones del público

Un ejemplo de fragmento analizado es:

Los partidarios de este modelo optan principalmente por una metodología cualitativa, como los ya mencionados análisis de casos y análisis del discurso, y afirman que los enfoques cuantitativos basados en encuestas no son adecuados para comprender el conocimiento y las interacciones entre ciencia y público, debido a que no ofrecen información sobre las formas de contextualización del conocimiento (Montañés, 2010b, p.204). 2 2010 E (3) (1) I 204 HI [08].

Por último, el *Modelo del déficit cognitivo* con 13 fragmentos (6 europeos y 7 latinoamericanos), presenta que el modelo del déficit se vincula a las tradiciones clásicas de la comprensión y de la comunicación pública de la ciencia, también denominadas «PUS tradicional o positivista», «posición dominante de la popularización», «tradición de la alfabetización científica y la investigación basada en la audiencia», o «explicación canónica de la comunicación pública de la ciencia».

El origen de este modelo se encuentra a partir de la década de 1970 donde se analizó la percepción pública de la ciencia a partir de la aceptación de la asociación entre “déficit cognitivo” e indiferencia o rechazo hacia la ciencia por parte del público, pero asimismo este modelo empezó a ser fuertemente criticado en la década de 1990 por las nuevas perspectivas como las presentadas por el modelo contextual. Este enfoque cuestionó los supuestos ontológicos, epistemológicos y metodológicos de los abordajes precedentes. A comienzos de 2007, la editorial de la revista *Public Understanding of Science* celebraba la evolución de los estudios de comprensión pública de la ciencia al fin despojados del “lastre opresivo” que por años los habría caracterizado por el modelo del déficit manejado (Cortassa, 2010c).

Durante la década de 1980, en Estados Unidos y el Reino Unido se afianzó la realización de estudios cuantitativos sistemáticos y a gran escala acerca de la relación de sus ciudadanos con la ciencia, que hasta la actualidad se reproducen con modificaciones poco sustanciales en diferentes contextos.

Un ejemplo de fragmento analizado es:

Ziman argued in favour of a ‘contextual’ approach to fully capture the ‘third dimension’. This new approach essentially asks ‘What do people want to know in particular circumstances?’ rather than

'What do people know about science?' Advocates of this approach argue that the deficit model fails to consider the third of these elements, which means also neglecting the different forms of engagement that people might have with science in a variety of contexts, including cultural, social, political, economic and ethical, that are many times at the root of conflicts between science and society. (Entradas, 2015, p.80). 16 2015 E (14) (1) I 80 HI [19].

6.2.2.4.1 Aportes del contexto regional a la Categoría Histórica

- **Síntesis del Contexto europeo a la Categoría Histórica**

En esta se encontró que la línea de investigación *Public Understanding of Science*, es un campo reciente de estudio, que todavía no es preciso determinar con precisión algunas de las fronteras que separan unas líneas de investigación de otras, pero se tiene claro que se ha desarrollado por medio de dos modelos teóricos, el modelo del déficit y el contextual. Modelos que han permitido desarrollar tres paradigmas, en la comprensión pública de la ciencia: “alfabetización científica”, “comprensión pública de la ciencia” y “ciencia y sociedad”.

- **Síntesis del Contexto Latinoamericano a la Categoría Histórica**

El aporte de esta región a la categoría histórica presenta como la comprensión pública de la ciencia como un campo que está en constante reflexión; en la que sus debates apenas se están fundamentando, en la cual se están realizando revisiones metodológicas y propuestas para afrontar los problemas. El debate actual se encuentra en la forma de entender la cultura científica y sus implicaciones para la relación ciencia-sociedad, si la continúan desarrollando con el modelo tradicional, es decir, con el modelo del déficit, o por el contrario se empieza a incursionar en el campo del modelo contextual. Modelo que considera que no existe déficit de conocimiento en el público y por lo que su participación en los procesos de comprensión pública de la ciencia es necesaria, para resolver sus inquietudes, dar cobertura a sus demandas, conocer sus intereses, aplicar sus miedos y fortalecer sus expectativas, lo que le permitirá participar democráticamente en los asuntos relacionados con la CyT.

- **Síntesis del Contexto Colombiano a la Categoría Histórica**

Se presenta como en los estudios de percepción pública de la ciencia en Colombia comenzaron a realizarse en 1994, pero se trataban de casos aislados, por lo que no existían posibilidades de realizar comparaciones entre regiones. En el 2005 la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Organización de Estados Iberoamericanos y el Centro REDES de Argentina, que es la sede de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología crearon el proyecto “Estándar Iberoamericano de Indicadores de Percepción Social y Cultura Científica”, que tenía como objetivo desarrollar un núcleo común de indicadores de percepción social de la ciencia para implementar un instrumento de medición estandarizado, que servirá de apoyo a las políticas públicas de ciencia y tecnología en Iberoamérica, y que al tiempo contribuyeran a mejorar la comprensión académica del fenómeno de la percepción social y la cultura científica; proyecto en el que Colciencias (Colombia) y el Observatorio de Ciencia y Tecnología de Colombia (OCYT) hicieron parte (FECYT, s.f)

En Colombia, a través de Colciencias ha emprendido la tarea de explorar las percepciones de sus ciudadanos al respecto, no obstante el país ha atravesado décadas de atraso tecnocientífico. Hasta el momento, en Colombia se han efectuado dos encuestas de carácter nacional: la primera de ellas en el año 1994, propuesta por la “Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo” y, la segunda, en el año 2004, publicada con el nombre: La percepción que tienen los colombianos sobre ciencia y Tecnología (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010).

Así mismo, Bogotá, la capital colombiana, en el año 2001, en un estudio realizado por Sandra Daza y, en el año 2007, fue observada en como la política de ciencia, tecnología e innovación y la opinión ciudadana, legitiman política y socialmente el conocimiento científico. Fue un estudio comparativo de grandes núcleos urbanos junto con Buenos Aires (Argentina), Caracas (Venezuela), Madrid (España), Panamá (Panamá), São Paulo (Brasil) y Santiago (Chile) (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010).

El campo de la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología en Colombia, a partir de la segunda mitad del siglo XX y sobre todo desde la década de 1970, ha avanzado sustancialmente en el campo de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCyT). Existen diversos grupos de investigación en este campo que llevan el mismo nombre (CTS). No obstante, también existen importantes corrientes en el país como la que toma justo el nombre de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCyT), como el desarrollo de trabajos en áreas denominadas como Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología, Popularización de la Ciencia y la Tecnología, Difusión o Divulgación de las Ciencias y las Técnicas, entre otras. (Hermelin, 2011).

En síntesis, los análisis de la Categoría Histórica, enfatizan en el origen de la Línea de Investigación “Public Understanding of Science”, la cual se ha desarrollado principalmente en dos contextos: el europeo y el anglosajón que también presenta el desarrollo de los modelos de comprensión pública.

6.2.2.5 Resultados y su análisis para la Categoría Cultural (CU)

La **categoría cultural (CU)**, ocupó el cuarto lugar con respecto a las demás categorías; se encontraron en total 19 artículos, que corresponden al 19,59%. El análisis de los artículos permitió identificar la subcategoría denominada *Cultura Científica y Tecnológica* con 107 fragmentos analizados que representan el 100% de la misma.

Del análisis de esta subcategoría se identificaron cuatro temáticas (tabla 36).

Tabla 36. Temáticas de la subcategoría “Cultura Científica y Tecnológica”

Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
1. Definición	60
2. Objetivos	12
3. Importancia	29
4. Aspectos Míticos	6

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La temática *Definición* presentó 60 fragmentos (33 europeos y 27 latinoamericanos); en este se considera que la población en general, tiene un bajo nivel de cultura científico – tecnológica, entendiendo el término de cultura científica como el conjunto de conocimientos e información de la ciencia, que incluye representaciones, prácticas y valores vinculados a la ciencia. La definición de cultura científica proviene de la definición de cultura, la cual es la información transmitida entre personas por aprendizaje social (Mosterín, 1993 citado en Montañes, 2010).

La información que se transmite puede ser: representacional o descriptiva, práctica u operacional, y valorativa. La *representacional* puede ser falsa o verdadera y hace referencia a las características y propiedades del mundo; incluye imágenes, símbolos, creencias y conocimientos individuales o colectivos acerca del mundo natural o social; la *información práctica* puede ser eficaz o ineficaz y es información acerca de cómo hay que actuar, incluye reglas o normas de comportamiento y acción que se pueden materializar en diverso tipos de habilidades, hábitos y pautas efectivas de actuación. La *información valorativa*, presenta que es lo valioso, preferible y/o conveniente. La cultura científica no solo abarca estos tres aspectos también todos aquellos que tienen relación con la actividad y el conocimiento científico, que construyen la cultura de cualquier individuo o grupo y conforman la imagen pública de la ciencia.

En el 2000, Benoit Godin e Yves Gingras definieron la cultura científica como “la expresión de todos los modos a través de los cuales, los individuos y la sociedad se apropian de la ciencia y de la tecnología“. En el 2003 autores como Burns, O’Connor y Stocklmayer, expresan que la cultura científica es un “un entorno que afecta a toda la sociedad, en el que se aprecia y apoya a la ciencia y a la alfabetización científica, que posee importantes aspectos sociales y estéticos –afectivos–” (Montañes, 2010, p. 219).

Existen dos tipos de cultura científica: La intrínseca y la extrínseca. La *intrínseca* es la que forma parte de las actividades científicas propiamente dichas, como por ejemplo, los conocimientos científicos, teorías, interpretaciones, explicaciones, técnicas y habilidades propias de la ciencia, el método científicos, las reglas de actuación empírica, la objetividad, la coherencia, la precisión, honestidad intelectual, etc; la *extrínseca*, se refiere a aquellos componentes representacionales (creencias), prácticas (noemas) y valorativos (valores) que se refieren a actividades, instituciones y personas científicas pero que no son parte de la cultura científica intrínseca. Un ejemplo es la regulación jurídica de las instituciones científicas, las representaciones de la ciencia de carácter individual, los diferentes usos que los individuos hacen de la información científica, iniciativas relacionadas con la percepción, la comprensión, la comunicación pública de la ciencia, así como con la promoción de la participación ciudadana en actividades vinculadas a la ciencia (Montañes, 2010).

Estos tipos de cultura científica han permitido entenderla como un constructo social, por lo que se debe apropiarse, interiorizar e incorporar en los procesos comunicativos a fin de que sea verdaderamente compartida. Por medio de la cultura científica podemos comprender la dinámica

social de la ciencia, que se convierte en una interrelación entre productores de conocimientos científicos y otros grupos sociales. Esto no quiere decir que sea un stock de conocimientos apropiados por el individuo sino que solo es una dimensión y un recurso metodológico válido aunque limitado, que permite que la sociedad esté impregnada por contenidos de ciencia y tecnología, lo que interesa es analizar en qué medida alcanza un nivel de integración suficiente como para convertirse en contenidos que se expresan en las prácticas generales de la sociedad y en los componentes del sentido común de sus miembros. Es un marco de análisis de qué tan “científicamente orientada” se encuentra una sociedad en un momento dado, lo que permite evaluar el funcionamiento y desempeño de la ciencia en la dinámica cultural y productiva de la sociedad (Vaccarezza, Polino y Fazio, s.f, p.2)

Ejemplos de fragmentos analizados en esta temática son:

Para referirnos a la cultura científica tomaremos la definición de Leonardo Vaccarezza, para quien el concepto supone una amplitud de elementos en juego:

“Se entiende la cultura científica como comprensión de la dinámica social de la ciencia, de manera que se tejen, en una interrelación entre productores de conocimientos científicos y otros grupos sociales, todos ellos como partícipes del devenir de la cultura, produciendo significados cuyos orígenes y justificaciones provienen desde distintas prácticas, intereses, códigos normativos y relaciones de poder, entendiéndose como un devenir continuo” (Vaccarezza: 2008 citado en Ferrer y León, 2015, p.1). 46 2015 L () (65) I 1 CU [02]

El modelo que sustenta el proyecto aquí presentado distingue entre contenidos:

- Intrínsecos, a los que describe como propios de los procesos de alfabetización científica y de educación científica tradicional.
- Contenidos extrínsecos, tales como las representaciones sociales, actitudes y valoraciones acerca de la ciencia y la tecnología (Albornoz, 2014, p.73). 50 2014 L () (11) II 73 CU [05].

En la temática Objetivos con 12 fragmentos (11 latinoamericanos y 1 europeo), evidencia como los programas nacionales de fomento de la cultura científica tienen como objetivo mejorar el conocimiento social de la ciencia e incrementar la valoración de las actividades científico-tecnológicas como instrumentos de avance en una sociedad (FECYT, s.f, p.4).

Vaccarezza, López, Lujan, Fazio y Polino (2003) citados en (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010) mencionan que los objetivos de la cultura científica buscan indagar diferentes aspectos de la dinámica social de la actividad científica como: 1) nivel de aplicación de las prácticas científicas y tecnológicas; 2) información de la CyT relevante a nivel público; 3) grado de desarrollo de la cultura CTS; 4) asignación de recursos a la actividad científica; 5) participación ciudadana en controversias en CyT; 6) nivel de conocimiento o comprensión del público; 7) actitudes hacia la ciencia y la tecnología; 8) evaluación del riesgo; 9) reproducción del sistema de ciencia y tecnología.

El cumplir estos objetivos hace que una sociedad se vuelva democrática y participativa y pueda controlar los riesgos, utiliza responsablemente los resultados e impulsar la innovación en las actividades productivas, públicas y privadas. Si la sociedad tiene una cultura científica adecuada

permite sostener el apoyo público a la investigación científica y tecnológica, aunque también puede suceder que este grado de cultura legitime socialmente ciertos temores sobre los riesgos de la CyT, algunos legítimos pero no siempre racionales o desinteresados (Albornoz, 2014).

La cultura científica debe construir redes y trabajo colaborativo, sobre las bases del conocimiento de las necesidades locales y así se lograra que se integren los valores científicos y los ciudadanos.

Un ejemplo de fragmento analizado en esta temática es:

Es preciso, por tanto, situar la cultura en el centro de los debates sociales, fortalecer sus expresiones y hacer partícipes a todos los ciudadanos de su riqueza. La cultura no es solo bagaje, patrimonio del pasado, sino un sistema que se recrea constantemente, vivo y dinámico. El apoyo a los creadores es, en consecuencia, una necesidad ineludible. La formación de ciudadanos cultos, y por ello libres, en sociedades democráticas e igualitarias, es la aspiración de nuestros esfuerzos compartidos» (Cazaux, 2011, p.4). 50 2011 L (3) (6) I 4 CU [06].

En ambos sentidos, la cultura científica es manipulable, tanto para legitimar socialmente la inversión pública en ciencia y tecnología, como para alimentar algunos temores sobre riesgos, muchas veces legítimos, pero no siempre racionales y no siempre desinteresados. Por ello, una cultura científica de por sí no garantiza que los ciudadanos estén en condiciones de defender libremente sus derechos y sus deberes con relación a la ciencia y a la tecnología. Es el momento de preguntarnos qué es lo que deben saber para que ello sea posible (Albornoz, 2014, p.73). 50 2014 L () (11) II 73 CU [11].

La temática Importancia con 29 fragmentos (11 del contexto europeo, 17 latinoamericanos y 1 anglosajón) muestra que la Unión Europea tiene como objetivo lograr una economía dinámica y competitiva basada en el conocimiento, por ello apoya todo tipo de acciones que busquen mantener a la sociedad tecnológicamente alfabetizada. Los programas que fomentan la cultura científica y tecnológica en la sociedad, adquieren actualmente su importancia porque mejoran el conocimiento social de la ciencia e incrementan el avance hacia una sociedad moderna.

La valoración que el público da al desarrollo científico-técnico hace que el gobierno a nivel social, legal y jurídico justifique el fomento de los programas orientados a mejorar la cultura científica de las naciones. En términos de capital democrático, el ciudadano forma parte de las decisiones de gobierno, por lo que lo obliga a comprender las redes políticas, económicas, sociales, ecológicas y culturales que involucran el desarrollo de la CyT, para proponer soluciones a los problemas cotidianos.

Un ejemplo de fragmento analizado en esta temática es:

“La evolución del concepto de cultura científica corrobora que la sociedad global exalta la ciencia pero al mismo tiempo cuestiona su imperio como esfera autónoma y exige un compromiso convincente con el conocimiento del hombre común. La fascinación global por la cultura científica es paralela al aumento de las preguntas sobre problemas cotidianos. Lo cual sugiere que la cultura científica de la globalización incorpora una preocupación por los asuntos cualitativos de la ciencia y

su aplicación en un contexto de revalorización del conocimiento libremente obtenido y vivido por las personas”. (López, A. 2008 citado en Ferrer y León, 2015, p.1). 46 2015 L () (65) I 1 CU [07].

La temática *Aspectos míticos* con 6 fragmentos anglosajones, expresan que la narrativa tiene una estructura mítica, es decir, la unión de diferentes formas comunicacionales mediadas, en donde varios investigadores expresan sus argumentos para apoyar o contradecir el punto de vista del otro, variando e introduciendo nuevos paradigmas, perspectiva o argumentos y donde los conflictos, la repetición, la variación y la reconciliación hacen que la estructura de la narración se vuelva mítica. Sin embargo, Popper (1996) citado en Hroar (2011), expresa que muchos de los descubrimientos científicos han tenido su origen en el pensamiento mítico, por lo que lo mítico es entendido como un criterio de demarcación negativo para el discurso científico, porque en el pensamiento mítico todos los contenidos se amontonan en un solo plano de la realidad, todo lo percibido es un personaje de la realidad, por lo que no hay clara distinción entre la “representación” y la percepción “real”, entre el deseo, la imagen y la satisfacción.

Un ejemplo de fragmento analizado en esta temática es:

Sin embargo, la mítica no es muy fácil de comprender en toda su extensión. No es sólo Lévi-Strauss que ha elaborado este término. Sus teorías dependen en gran medida de Ernst Cassirer, quien introdujo el mito en sus estudios sobre las formas simbólicas. Perspectiva neo-kantiana de Cassirer está muy lidiando con cuestiones epistemológicas, que incluyen la comprensión. Por otro lado, es tradicionalmente una clara distinción entre los mitos y la ciencia, a pesar de que Popper admitió que muchos descubrimientos científicos notables han tenido su origen en el pensamiento mítico (Popper, 1961). Esto implica que el mítico puede ser entendido como un criterio de demarcación negativo para el discurso científico. Esto es exactamente lo que se centró en mi papel, es decir, para examinar en qué medida el pensamiento mítico puede ser considerada como un criterio de demarcación negativo para la ciencia (Hroar, 2011, p.218). 57 2011 A (45) () II 218 CU [02].

6.2.2.5.1 Aportes del contexto regional a la Categoría Cultural

- **Síntesis de los aportes del Contexto Europeo a la Categoría Cultural**

Se evidenció que la Unión Europea ha basado su economía en el conocimiento, buscando mantener la sociedad tecnológicamente alfabetizada y, por tanto, apoyar todo tipo de acciones con esta finalidad. Para esto, ha creado y puesto en marcha diferentes programas de fomento de la cultura científica y tecnológica, para mejorar el conocimiento de la sociedad de la actividad científica e incrementen la valoración de sus productos y resultados, determinando los beneficios y ayudar a reducir sus riesgos.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Anglosajón a la Categoría Cultural**

Se destacó que en la comprensión pública de la ciencia, una parte importante es la narrativa, la presentación de argumentos que expliquen el funcionamiento de la ciencia y la tecnología. Para que el público pueda asimilar esta información y participe activamente en sus procesos. Por lo que la mítica, se convierte en una de las herramientas necesarias para que la comunicación entre expertos y legos se genera de forma más dinámica y productiva.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Latinoamericano a la Categoría Cultural**

Se destaca la definición de cultura científica, como el conjunto de valores, representaciones, creencias, reglas y pautas de comportamiento de la sociedad, que permiten visualizar como el público comprende la ciencia y la tecnología y como está comprensión afecta y guía sus actividades diarias. Comprender la dinámica social de la ciencia se refiere a saber quién la produce, hacia que fines, con qué consecuencias, frente a qué costo de oportunidad, para qué beneficiarios y qué decisiones tomar al respecto. Un público que posee cultura científica requiere tener información de la ciencia y la tecnología pero también requiere de una preparación y habilidades que le permitan situar el conocimiento en su esencia y su sentido.

- **Síntesis del Contexto Colombiano a la Categoría Cultural**

En Colombia se han adjudicado dos funciones frente a la cultura científica: una relacionada con el fortalecimiento de esta cultura y otra con la preocupación por la formación en valores en torno a estos campos. Respecto a la primera, a partir del 2005 las políticas científicas colombianas comienzan a plantear la necesidad de que para lograr una integración de la ciencia y la tecnología a la cultura nacional es necesaria una mayor participación de la comunidad en general en la orientación de estos campos del conocimiento. En este sentido, en la política de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, promulgada en el 2005 definió como una de sus líneas de acción, la participación ciudadana y formación de opinión pública: “La democratización de la ciencia y la tecnología pasa por la capacidad de una nación para garantizar que sus integrantes puedan participar en la toma de decisiones sobre ciencia y tecnología que los vayan a afectar directa o indirectamente” (DNP Colciencias, 2005 citado en Pérez, 2011).

En síntesis, los análisis de la Categoría Cultural enfatizan en la necesidad que tiene la sociedad de crear una cultura científica y tecnológica, para mejorar el conocimiento de las personas de la ciencia y por lo tanto, incrementar su participación, valoración, confianza y apoyo en los resultados de las investigaciones científicas.

6.2.2.6 Resultados y su análisis para la Categoría Ético-Moral (EM)

La **categoría ética-moral (EM)**, ocupó el quinto lugar con un total de 5 artículos que la presentan en su contenido; obteniendo un 5,15% de representativa frente a las demás categorías. El análisis de los artículos permitió identificar una subcategoría denominada *Responsabilidad de los Científicos y la Sociedad* con 48 fragmentos analizados que corresponden el 100% de la misma.

En el análisis de esta subcategoría no se determinaron temáticas, porque los fragmentos identificados hacían alusión a la misma temática, que es la responsabilidad y ética profesional en la comunicación y desarrollo de la actividad científica.

Esta categoría determina las características e importancia del desarrollo del pensamiento científico responsable, es decir, de una conciencia de las prácticas científicas realizadas, que

demuestre el cuidado y atención a la realización de cualquier tarea, donde no basta con la técnica sino que es necesaria la aptitud moral. Esta conciencia también es conocida como “ética profesional” que se encuentra en el sentido del bien y del mal. El ser parte de una comunidad científica conlleva obligaciones morales hacia ella misma y la sociedad en general (Gisler y Kurath, 2011).

En este punto, se analiza si todo conocimiento científico contribuye al mejoramiento social, la multiplicación del bienestar y la mejor relación entre los humanos y la naturaleza. Es en esta situación en la que siempre se ha cuestionado si un experimento debe realizarse porque tenemos los conocimientos y herramientas necesarias para realizarlo, aun conociendo que sus resultados y/o productos van a causar una serie de problemas o controversias en la sociedad. Igualmente sucede con los conocimientos que ya se poseen, se analiza si es necesario o conveniente conservar y difundir los saberes que ya han generado riesgos, beneficios y/o problemas a las personas (Vara, 2012).

Para estas dos situaciones se ha propuesto el concepto de “agnotology” o “agnotología”, que es el estudio de la producción cultural de ignorancia, la que está dividida en tres tipos: 1) como “estado nativo (o recurso)”; como “ámbito perdido”, sin querer o por elección; y como “trama estratégica (o activa construcción)”. Con estos tipos se da respuesta a si es bueno o malo una acción y como se afronta o ignora (Vara, 2012)..

También es necesario revisar la forma de obtención de los conocimientos, si se hace de manera propia o impropia, para determinar si son intrínsecamente valiosos. El costo de alcanzar el conocimiento no debe ser alto e ir el contra de lo legal y ético. Por ejemplo, si los ensayos clínicos surgen con la experimentación en seres humanos, ¿es conveniente o no publicar los experimentos con los nazi? O si estos ensayos son financiados por las transnacionales farmacéuticas se deben distorsionar los resultados favor de los intereses de los financiadores? Se ha demostrado que el conflicto de interés afecta la calidad de la información publicada (Vara, 2012).

Otro ejemplo, es el de los periodistas científicos que por medio de sus acciones de promoción, a veces muy sutiles, realizan campañas de concientización, y cuyo objetivo es informar o alertar sobre ciertas enfermedades, la publicidad se realiza directamente al consumidor, encabezadas por ONGs o asociaciones de pacientes; de modo que la mano interesada de los laboratorios queda escondida —la táctica “de la tercera persona”. Como lo expresa Bauer (2008) citado en Vara (2012). Actualmente existe un contexto de creciente comercialización de la ciencia, en el que el modelo de hacer negocios se extiende a los laboratorios académicos. Se ha generado un cambio en la tradición del “ethos de la ciencia”, ahora hay una privatización del conocimiento.

Se espera que los científicos se comporten con honestidad y sean veraces en todos los aspectos de la investigación, ya que tienen la obligación ética de educar e informar al público acerca de sus investigaciones y sus implicaciones (Resnik 1998; Shamooy y Resnik 2009 citados en Master y Resnik (2013). Los científicos también tienen la obligación de retratar su trabajo con precisión (Jones, 2007 citado en Master y Resnik (2013). Con esta responsabilidad de educar al público, hay que reconocer la dificultad de hacer predicciones válidas de los futuros científicos.

Un buen científico debe asegurarse de que su trabajo sea interpretado correctamente, porque siempre sus investigaciones serán vulnerables a la tergiversación de los demás, también porque la sociedad indirectamente, por medio de sus aportes económicos al estado, está invirtiendo en ellos como especialistas y profesionales y finalmente porque se debe buscar que también la sociedad participe en las consideraciones políticas (Evans, 2010); de esta manera la ciencia no perderá el prestigio que posee y no se verá afectado su progreso, por la falta de compromiso con las nuevas cuestiones científicas y la desconfianza en las nuevas tecnologías y los fondos decrecientes para la investigación o la falta de participación en la educación en las ciencias.

Esta Responsabilidad Social de los científicos nace como reacción a las consecuencias negativas de los logros humanos y a los avances de la CyT que han alterado el balance social y medioambiental, generando pobreza, desigualdad, emigración, cambio climático, degradación de la biodiversidad, deforestación, etc. por tal motivo es frecuente encontrar referencias a la responsabilidad social de la ciencia, y casos específicos como la responsabilidad social de la química y dentro de esta la química analítica (Valcárcel & Lucena, 2012). Los objetivos de esta Responsabilidad Social son: a) contribuir al bienestar social y al desarrollo sostenible; b) tomar en consideración las expectativas de todas las partes interesadas (internas, externas y mixtas); c) cumplir con la legislación vigente y coherente con la normativa internacional de comportamiento; y d) llevar a la práctica todas sus relaciones internas y externas.

En resumen, un planteamiento correcto de Responsabilidad Social es que:

Debe implicar un compromiso social y medioambiental explícito, que se materialice en una estrategia que conduzca a un cambio importante en su gestión y en sus alianzas para que las preocupaciones sociales y medioambientales estén presentes en todas sus actividades, lo que supone la ampliación de los grupos de interés clásicos para lograr una organización responsable y sostenible (Valcárcel y Lucena, 2012, p.156).

Ejemplos de esta categoría son:

What should we do about the harms these misrepresentations can cause? Moreover, who should be responsible for the correction of public understanding of science? I will argue it is the scientist that ought to be responsible for correcting the misrepresentation of science. By 'responsibility' I do not mean that it exclusively the scientist's fault when science is misrepresented. What I mean by 'responsibility' is that the scientist has a duty to prevent or mitigate the misrepresentation of scientific knowledge to the best of their ability. Whether or not they ought to be blamed and how they ought to figure in the distribution of blame is another discussion (Evans, 2010, p. 216). 12 2010 E (4) () I 216 SO [02].

“La RS de las organizaciones/actividades humanas implica la integración plena en sus actuaciones de preocupaciones sociales y medioambientales que propicien tanto el desarrollo de buenas prácticas como el establecimiento de nuevas relaciones internas y externas entre las partes interesadas” (Valcárcel y Lucena, 2012, p. 156). 1 2012 E (108) (2) I 156 SO [04].

6.2.2.6.1 Aportes del contexto regional a la Categoría Ética-Moral

- **Síntesis de los aportes del Contexto Europeo a la Categoría Ética-Moral**

En este contexto regional se evidenció que los científicos tienen la responsabilidad de asegurarse de que su trabajo será interpretado por el público de manera correcta; así mismo deben demostrar que sus actividades cumplen con la ética profesional, que busca el bienestar de la sociedad y no cumplir con los intereses de unos particulares que financian sus investigaciones que los llevan a obtener beneficios adicionales y/o exclusivos. Lo que se busca es disminuir poco a poco, las tergiversaciones de la ciencia y la tecnología que se producen en la comprensión del público, generando de esta forma credibilidad y confianza en su labor.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Anglosajón a la Categoría Ética-Moral**

En este contexto regional se resalta que el pensamiento científico responsable debe fomentar la conciencia, la cual debe ser entendida como las actitudes y acciones que demuestran que lo realizado por el científico es planeado, sistemático y que analiza los riesgos y beneficios que pueden ocasionar los resultados de sus investigaciones.

- **Síntesis de los aportes del Contexto Latinoamericano a la Categoría Ética-Moral**

Se evidenció que no todo el conocimiento científico generado contribuye al bienestar de la sociedad; sin embargo, hay investigaciones que son de gran valor debido a la realización de métodos característicos y de obtención de resultado únicos y particulares, que contribuyen al avance y al desarrollo del conocimiento científico de un país y por lo tanto, su uso le permitirá obtener beneficios económicos, sociales, políticos y culturales, pero son investigaciones que llevan implícito un riesgo en su uso, que pueden sobrepasar el límite de la relación de lo humano con la naturaleza, por ejemplo, hacer armas químicas o biológicas, desarrollar ingeniería genética, clonación reproductiva, etc.; en estos casos se debe analizar si es necesario analizar la relación costo –beneficio.

- **Síntesis del Contexto Colombiano a la Categoría Ético -Moral**

En esta categoría no se encontraron fragmentos en el contexto colombiano que hicieran alusión a aspectos éticos y/o morales en la ciencia y tecnología.

En síntesis, la Categoría Ético –Moral expresa la importancia del desarrollo del pensamiento científico responsable, es decir, de una conciencia de la actividad científica, que busca que todas las investigaciones son realizadas con ética profesional, revisando riesgos y beneficios para las personas y la sociedad. También se evidencia el interés porque los medios de comunicación no tergiversen la información científica y tecnológica y que al contrario sean un mecanismo para disminuir la brecha entre los científicos y los legos.

6.2.2.6 Triangulación de resultados a partir de las Categorías y Subcategorías

Realizado el análisis de las categorías y subcategorías, se triangularon los resultados y se obtienen las relaciones entre estas, así:

Tabla 37. Síntesis y Relación de las Categorías y Subcategorías.

Categoría: Comunicativa (CO)		
Subcategorías	Temáticas	Resumen
Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología. Marco global del proceso de comunicación, en el que se encuentran las generalidades del proceso de difusión de la ciencia.	1. Definición	CPC es una estrategia global orientada a servir como vehículo de comunicación entre científicos y legos.
	2. Importancia	Forma de conocer las implicaciones del trabajo científico y tecnológico.
	3. Características	Estudios de lo que sabe el público de la ciencia.
	4. Contextos	Destaca el trabajo de países como Colombia, Brasil, Argentina y Chile.
	5. Comunicación como una necesidad	Personales, Cívica y culturales.
	6. Comunicación de la Química	Rechazo de la química "Quimiofobia".
	7. Actualidad y Desafíos	Implicar la comprensión, la participación y la opinión de científicos y legos.
	8. Relación con la acción de las Universidades	Las universidades han descuidado la CPC.
	9. Relación con la democracia y las políticas públicas	Fortalecer la democracia y la participación del público en la construcción y desarrollo de la ciencia.
Medios de Comunicación en Ciencia y Tecnología. Mecanismos de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología.	1. Características	Vehículo/persuasión política/ recurso de enseñanza.
	2. Importancia	Representatividad de la ciencia.
	3. Tipos	Televisión, radio, diarios, revistas, internet y demás.
	4. Influencia	Perdida del interés en la Ciencia.
	5. La ciencia en la televisión colombiana	Solo el 21% del tiempo al aire presenta elementos científicos.
	6. Imagen de la Química transmitida por los Medios de Comunicación	Dos visiones, adjetivo positivo y negativo.
Divulgación Científica y Tecnológica. Método de comunicación de la ciencia.	1. Definición	Forma de comunicación de la ciencia.
	2. Importancia	Legitimidad y conocimiento de la actividad científica.
	3. Agentes y su papel	Receptores, generadores y promotores.
	4. Propósitos	Público comprenda la CyT y participe democráticamente.
	5. Desarrollo y Obstáculos	Acceso y formación científica.
	6. Característica: Lenguaje	Traducción del lenguaje científico.
	7. Relación con la Educación	Reforzar y complementar la educación científica.
	8. Divulgación de la Química	Ciencia compleja e imagen negativa en el público.
Museos y Centros Interactivos de Ciencias y Tecnología. Forma de educación informal de la ciencia.	1. Definición.	Espacios de participación informal en la ciencia.
	2. Características.	Estrategia pública en la democratización de la CyT.
	3. Objetivos.	Promover el aprendizaje social de la ciencia.
	4. Importancia.	Propuesta comunicativa del desarrollo científico.
	5. Relación con la educación.	Interacción y complementariedad.
	6. Museos y la alfabetización científica.	Transmisión atractiva de información científica.

	7. Museos y la química.	Espacios para la comunicación de la química.
Transposición epistemológica del conocimiento científico al conocimiento cotidiano.	1. Lenguaje Científico.	Muralla comunicativa.
	2. Paso del conocimiento científico al cotidiano.	Conocer y comprender la NdC.
Forma de disminuir la distancia entre legos y científicos	3. Relación con los medios de comunicación.	Trasmisión de información científica y no conocimiento científico.
	1. Definición.	Programa de Formación en comunicación de la ciencia.
Periodismo Científico.	2. Funciones.	Formar profesionales en comunicación de la ciencia.
Profesionalización de la comunicación de la ciencia	3. Características.	Cobertura de la ciencia.
	4. Proceso de transmisión del conocimiento científico	Científico-Medio-Público.
	5. Relación entre el científico y el periodista.	Bajo reconocimiento del periodista científico.
	1. Definición.	Forma de representar el conocimiento científico.
Popularización de la Ciencia.	2. Funciones.	Contextualizar y re contextualizar la realidad de la CyT.
Forma de dar a conocer la ciencia.	3. Características.	Distinción entre el conocimiento genuino y el conocimiento popularizado.
	4. Importancia.	El conocer la ciencia, sus hechos, leyes y su propia naturaleza le permite al público.

Categoría: Social (SO)

Subcategorías	Temáticas	Resumen
	1. Definición	Nociones, expectativas, prejuicios.
	2. Objetivos de los estudios de la Percepción Pública de la CyT	Orientar la cultura y el desarrollo científico-técnico de una sociedad.
	3. Características de los estudios de la Percepción Pública de la CyT	Conocer y comprender como el público genera representaciones sociales de la CyT.
Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología.	4. Tipos de estudios de la Percepción Pública de la CyT.	Cualitativos y Cuantitativos.
	5. Riesgos y Beneficios del desarrollo científico y tecnológico	Influencia e impacto de la CyT.
Estudios de las imágenes de la CyT.	6. Percepción y Comprensión Pública de la Ciencia	Análisis de las encuestas.
	7. Compromiso Público Social de los científicos	Compromiso de los científicos en la divulgación.
	8. Influencia entre la distancia entre el conocimiento científico y el cotidiano	Comprender su funcionamiento,
	9. Percepción Pública de la Nanotecnología	Parte de la vida cotidiana.
	10. Imagen social de la química	Reconciliar su imagen social con la científica.
Actitudes hacia la Ciencia y la Tecnología.	1. Representaciones Sociales de la CyT	Infravaloración de los legos
	2. Relación ciencia y sociedad: Prejuicios del público	Público incapaz de juzgar a la CyT.
	3. Relación ciencia y sociedad: Confianza.	Confianza en los científicos.
Forma de ver la naturaleza la CyT	4. Factores que afectan la actitudes hacia la CyT	Sociodemográficos

	5. Actitudes y Representaciones de la Química	Connotación negativa
Relación ciencia y público. Forma de interacción entre la actividad científica y la del lego	1. Definición	Percepciones y comportamientos homogéneos y tradicionales de la CyT.
	2. Importancia	Articular los enfoques tradicionales y los enfoques críticos de la ciencia.
	3. Ciencia como institución social	Repercusiones en la vida cultural.
	4. Ciencia y Sociedad	Análisis desde las Cuestiones Socio-científicas. Participación pública para legitimar el papel del público.
	5. Compromiso Público en la C y T	
	6. Justicia Social y Equidad de la Ciencia	Prácticas de poder y asimetrías culturales locales.
Políticas Públicas.	1. Importancia	Papel de la CyT en la planificación de las políticas públicas.
	2. Impacto de las políticas públicas	Evolución de las investigaciones e innovaciones en CyT.

Categoría: Educativa (ED)

Subcategorías	Temáticas	Resumen
Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT). Desempeño flexible.	1. Tipos de modelos de la Comprensión Pública de la Ciencia	Modelos que explican la forma de comprender la ciencia. Público tiene un bajo nivel de conocimientos de la ciencia.
	2. Modelo del Déficit Cognitivo	Análisis de contextos específicos.
	3. Modelo Contextual	Estrategias para la participación y confianza en la política científica.
	4. Modelo de la Participación Pública	Forma de pensar la relación s entre los distintos ámbitos de la vida.
	5. Modelo Sistémico	Forma de comprender la ciencia por parte del público.
	6. Características Generales	
Educación Científica.	1. Importancia	Preparar a enfrentar problemas.
	2. Papel de las universidades	Transmisión del conocimiento científico.
	3. Carreras Científicas	Formación de profesores y estudiantes en CyT.
	4. Educación Química	Campo socio humanístico, filosofía, historia, sociología, psicología y didáctica.
Alfabetización Científica y Tecnológica. Transmisión de información científica tecnológica para que las personas conozcan de la CyT	1. Definición	Se restringe a la comprensión de ciertos contenidos y métodos científicos a nivel individual.
	2. Características	Creación de programas que aumenten la alfabetización científica de la sociedad.
	3. Alfabetización Científica de la Química	El compromiso público con la química.
Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT).	1. Definición	Desempeño Flexible que permite actuar y resolver situaciones de la CyT.
	2. Objetivos	Movilizar a la comunidad científica y aumentar la comprensión del público en CyT.
	3. Características	El enfoque IOS de la educación CTS.
	4. Tecnología	Diferencia entre ciencia-técnica y tecnología.
Estudios de Percepción Pública de	Encuestas de Percepción Pública de la CyT.	Estudios de estandarización de la comprensión de la CyT.

la Ciencia y la Tecnología.		
Estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). Enfoque que ha trabajado la relación ciencia y público desde una versión sostenible.	1. Definición	Innovación del currículo escolar.
	2. Objetivos	Investigación científica y tecnológica relaciones CTSA.
	3. Características	Incorporar la dimensión CTSA en el currículo.
	4. Relación con la educación	Formación de ciudadanos cultos y libres.
Categoría: Histórica (HI)		
Subcategorías	Temáticas	Resumen
Historia de los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología.	1. Antecedentes	
	2. Antecedentes Contexto Europeo	Alfabetización Científica, Comprensión Pública de la Ciencia y Apropiación Social de la Ciencia.
	3. Antecedentes Contexto Latinoamericano	
	4. Antecedentes Contexto Anglosajón	
Historia de la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología.	Antecedentes	Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCyT).
Historia de la Línea de Investigación CPC.	1. Origen del enfoque de la Comprensión Pública de la Ciencia.	Años 50', 70' y 80'.
	2. Antecedentes revista PUS.	Actitudes del público, medios de comunicación y modelos de comprensión.
Historia de los modelos de comprensión pública de la ciencia.	1. Origen y Definición de los modelos en la CPC	Últimos 20 años y sus modelos.
	2. Modelo Contextual	Origen segunda mitad de la década de 1980.
	3. Modelo del Déficit Cognitivo.	Origen década de 1970.
Categoría: Cultural (CU)		
Subcategorías	Temáticas	Resumen
Cultura Científica y Tecnológica	1. Definición	Conjunto de conocimientos e información de la ciencia.
	2. Objetivos	Mejorar el conocimiento social de la ciencia.
	3. Importancia	Incrementar el avance hacia una sociedad moderna.
	4. Aspectos Míticos	Narrativa tiene una estructura mítica.
Categoría: Ético-moral (EM)		
Subcategorías	Temáticas	Resumen
Responsabilidad de los Científicos y la Sociedad.	No Presenta	Desarrollo del pensamiento científico responsable.

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Esta tabla permitió determinar las siguientes relaciones:

- **Categoría Comunicativa:** Las subcategorías comunicación pública de la ciencia y la tecnología, la divulgación científica y tecnológica y popularización de la ciencia, pueden

reunirse en una sola, ya que tienen el objetivo común de dar a conocer al público el desarrollo científico y tecnológico, por diferentes medios.

Igualmente las subcategorías Medios de Comunicación en Ciencia y Tecnología, Museos y Centros Interactivos de Ciencias y Tecnología y Periodismo Científico, se unen en una sola, ya que son medios de comunicación o fuentes informativas, con las que el público puede acceder al conocimiento científico.

- **Categoría Social:** Las subcategorías Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología y Actitudes hacia la Ciencia y la Tecnología, se unen en una sola, porque ambas buscan conocer cuáles son las imágenes y representaciones que el público posee de la ciencia, tecnología y química. Las subcategorías Relación ciencia y público y Políticas Públicas, también se vuelven una sola debido a que son formas de interacción entre la actividad científica y la del lego.
- **Categoría Educativa:** La Educación Científica y la Alfabetización Científica y Tecnológica se relacionan, porque buscan que el público se forme y adquiera conocimientos de la CyT para poder resolver problemas que se le pueden presentar en la vida cotidiana.

Las subcategoría, Estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) y Estudios de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, pueden pasar a ser parte de la categoría social, ya que los estudios y encuestas que se aplican al público tienen como propósito el identificar que piensa el pública de la CyT, cuáles son sus intereses, preocupaciones y motivos de los tipos de imágenes que poseen.

- **Categoría Histórica:** Las cuatro sistemáticas se pueden reunir en una sola, ya que todas muestran la evolución de la línea en relación con su origen como línea, los modelos de comprensión que ha desarrollado, los tipos de medios que ha utilizado para realizar una comunicación de la CyT, y como ha medido sus campos de estudio por medio de encuestas.
- **La Categorías Cultural y Ético – Moral:** se pueden unir en una sola, ya que la responsabilidad de los científicos de comunicar su trabajo y de realizar sus investigaciones pensando en los riesgos y beneficios, es algo que parte de la cultura que ha adquirido o debe adquirir en el desarrollo de su actividad. Así mismo, el público adquiere confianza, respeto y capacidad de toma de decisiones responsables, si en sus creencias y diario vivir lo han formado en este tipo de acciones, es decir, si esto hace parte de su cultura.

Con base en lo anterior, esta triangulación final de resultados, se resume en la categorización preentada en la tabla 38.

Tabla 38. Triangulación de las Categorías, Subcategorías y Temáticas de la Línea de Investigación Public Understanding of Science.

Categoría: Comunicativa (CO)	
Subcategorías	Temáticas
Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología.	Comunicación como una necesidad
	Comunicación de la Química
	Relación con la acción de las Universidades
	Relación con la democracia y las políticas públicas
	Relación con la Educación
	Divulgación de la Química
	Lenguaje Científico
	Contextualización y recontextualización de la realidad de la CyT.
	Distinción entre el conocimiento genuino y el conocimiento popularizado.
Conocimiento público de la naturaleza de la ciencia.	
Medios de Comunicación en Ciencia y Tecnología.	Museos y la alfabetización científica.
	Museos y la química.
	Proceso de transmisión del conocimiento científico
	Relación entre el científico y el periodista.
	La ciencia en la televisión colombiana.
Imagen de la Química transmitida por los Medios de Comunicación.	
Transposición epistemológica del conocimiento científico al conocimiento cotidiano.	Lenguaje Científico.
	Paso del conocimiento científico al cotidiano.
	Relación con los medios de comunicación.
Categoría: Social (SO)	
Subcategorías	Temáticas
Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología	Objetivos de los estudios de la Percepción Pública de la CyT
	Características de los estudios de la Percepción Pública de la CyT
	Tipos de estudios de la Percepción Pública de la CyT.
	Riesgos y Beneficios del desarrollo científico y tecnológico
	Percepción, Representaciones y Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología.
	Compromiso Público Social de los científicos
	Influencia entre la distancia entre el conocimiento científico y el cotidiano
	Factores que afectan la actitudes hacia la CyT
	Prejuicios del público
	Confianza en la Ciencia.
	Actitudes y Representaciones de la Química
	Imagen social de la química
	Percepción Pública de la Nanotecnología
	Ciencia como institución social

Relación ciencia y público. Ciencia y Sociedad
Compromiso Público en la C y T
Justicia Social y Equidad de la Ciencia
Impacto de las políticas públicas

Categoría: Educativa (ED)

Subcategorías	Temáticas
Modelos de la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT).	Tipos de modelos de la Comprensión Pública de la Ciencia
	Modelo del Déficit Cognitivo
	Modelo Contextual
	Modelo de la Participación Pública
	Modelo Sistémico
Formación Científica.	Características Generales
	Papel de las universidades
	Carreras Científicas
	Educación Química
Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT).	Alfabetización Científica de la Química
	Definición
	Objetivos
	Características
Estudios de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología.	Tecnología
	Encuestas de Percepción Pública de la CyT.
	Estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA).

Categoría: Histórica (HI)

Subcategorías	Temáticas
Historia de la Línea de Investigación CPC.	Percepción pública de la ciencia y la tecnología.
	Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología.
	Comprensión Pública de la Ciencia.
	Revista PUS.
	Modelos de Comprensión Pública de la CyT.

Categoría: Cultural -Ético Moral

Subcategorías	Temáticas
Cultura Científica y Tecnológica	Cultura Científica
	Responsabilidad de los Científicos y la Sociedad.

Nota: Fuente. Elaboración propia.

7. IMPLICACIONES DEL TRABAJO EN EL CAMPO DE LA FORMACIÓN DE PROFESORES EN CIENCIAS

El análisis de los resultados del presente trabajo, permitió identificar que la formación de profesores de ciencias, como campo de investigación consolidado, en el que se han propuesto aspectos como: conocer la ciencia que se enseña, la relación entre la filosofía y la historia de las ciencias; las concepciones de los profesores; los fundamentos didácticos y pedagógicos de los mismos; el conocer los esquemas alternativos de los estudiantes; la relación teoría-práctica en el ejercicio docente; la investigación en el sistema aula; la formulación de modelos didácticos y no menos importante el proceso evaluativo (Mellado, 1999; Amador y Gallego, 2004 citados en (Amador, Moreno y Gallego, 2006), debe considerar un aspecto más, el de la Comprensión Pública de la Ciencia y como resultado de este trabajo también la Comprensión Pública la Química.

El público y en especial los jóvenes no están interesados en la ciencia y en la química debido a la presencia de imágenes negativas de las mismas, lo que afecta su motivación por estudiar y formarse en las distintas áreas de estas disciplinas, generando una situación de analfabetismo científico de la ciencia en general y de la química en particular (Mora y Parga, 2010). Por lo tanto, si un profesor de ciencias tiene el objetivo de que sus estudiantes aprendan la naturaleza de la actividad científica, lo primero que debe hacer es formarse en el campo de la comprensión pública de la ciencia y de la química para poder enseñar su importancia, como el adquirir las capacidades, conocimientos, habilidades, actitudes, destrezas y disposiciones cognitivas, socio afectivas y psicomotoras, necesarias para desempeñarse flexiblemente en diferentes contextos y encontrarle el sentido y resolución a las situaciones que tienen relación directa con la ciencia y la tecnología y que se afectan su vida diaria.

Es así como un docente de química que se forma en este campo puede identificar los diferentes aspectos que debe trabajar para orientar el cambio y mejoramiento de la comprensión de sus estudiantes respecto de la ciencia en general y de la química en particular. Uno de los primeros aspectos que este trabajo identificó es el campo de la comunicación pública de la ciencia y por supuesto de la química, para que el público comprenda la ciencia, la información de la misma debe estar disponible a la sociedad (Espinoza, 2012).

En este caso, el docente en su plan de estudios debe considerar la posibilidad de ofrecer un espacio a sus alumnos en el que conozcan de la ciencia, las implicaciones del trabajo científico, y tecnológico, en el cual se les brinde la oportunidad de tomar decisiones al respecto de situaciones particulares (Marcos y Chillón, 2010). Por ejemplo, el asistir a una conferencia, congreso o exposición de expertos en un tema, así mismo el docente tiene una formación especializada en un campo de la ciencia, puede actuar como experto y generar un debate en donde él manifieste la características de un buen comunicador de la ciencia (conocer las limitaciones de la ciencia, ser consciente del entorno, los valores científicos, erradicar los prejuicios, utilizar un lenguaje apropiado para el público presente y generar la confianza de lo que dice y hace).

Igualmente, como el objetivo de la comunicación de la CyT no es informar, sino ayudar a la comprensión, la participación y la opinión de científicos y legos, ya se cuenta con posgrados en

las universidades que buscan la integración entre la ciencia, la sociedad y la tecnología, por lo que el docente puede apoyarse en estos cursos para la obtención de información e intercambios académicos en los que los alumnos accedan a los resultados, investigaciones y actividades de la CyT (Sánchez-Mora, Reynoso-Haynes y Sánchez, 2015). Otro recurso que el docente puede utilizar es la información que es publicada por los científicos en Web por medio de blogs, seleccionando y determinando objetivos en cada búsqueda para cumplir con lo establecido en el currículo. Uno de los obstáculos que es frecuente encontrar en las aulas de clase en el momento de la búsqueda de información es que no todas las publicaciones son de acceso libre, pero en las universidades se cuentan con bases de datos gratis a las que el docente y sus alumnos pueden acceder, lo importante es que los alumnos conozcan su manejo.

En este proceso de comunicación de la ciencia, también la investigación permitió identificar que los medios de comunicación son uno de los vehículos más importantes por lo que el público conoce de la ciencia y también puede participar en la formación y/o construcción de conocimientos y opiniones del desarrollo de la CyT. Aunque la información que comunican en la mayoría de las ocasiones distorsiona y tergiversa la naturaleza de la actividad científica, no se puede negar que la comprensión que el público tiene de la ciencia ha sido adquirida por estos medios, la acción que se debe realizar es trabajar con estos medios para que dejen el sensacionalismo y comuniquen de una manera correcta las actividades científicas, este trabajo se debe realizar con ayuda de los científicos y del periodismo científico, quienes tienen la formación para realizar esta tarea.

Pero lo importante, es que en la educación, estos medios de comunicación deben ser utilizados como recursos en la enseñanza de las ciencias. Los estudiantes pasan la mayor parte del tiempo frente al televisor y otros medios de comunicación informales, por lo que se convierten en recursos potenciales de enseñanza. La estrategia que se debe usar en este caso es que en aula de clase se seleccione, interprete, debata y analice la información que este medio está proporcionando, para identificar, primero, si es una información relevante, que tipo de tema científico está desarrollando implícitamente o explícitamente, si es información general sin importancia o es ficción que está transmitiendo ideas y concepciones erróneas de la naturaleza científica. También se puede trabajar como el conocimiento es transmitido, el tipo de lengua utilizado, los términos utilizados y las definiciones de los mismos; por ejemplo se puede realizar el análisis de un programa en el que se utilizan los términos como pH, ácido, base o acidez, los cuales son utilizados por la mayoría de las personas en la vida ordinaria y por lo tanto, los alumnos conocen y se enfrentan desde muy temprana edad con estos al escuchar hablar de lluvia ácida, caramelos, ácidos, acidez del estómago, etc.

También de los medios de comunicación se utiliza la publicidad en los periódicos, para que se analicen las diferentes opiniones presentadas por los científicos y se determine el grado de certeza de la evidencia científica que se muestra. Se espera que los alumnos sean escépticos y analicen críticamente los productos periodísticos sobre los avances científicos. Esto puede conseguirse confrontando dichos productos, desarrollando actividades relacionadas con los textos de prensa y, por tanto, incorporando los medios en el currículum escolar de ciencia (Blanco, 2004). Finalmente, se pueden aprovechar los espacios de educación informales como los son los

museos, centros interactivos, exposiciones y videojuegos que divulgan información científica. En este aspecto sobresalen los museos de ciencias, que son el medio informal que más contribuye a la divulgación de la ciencia; los museos permiten visitas guiadas, donde el público participa y se genera un diálogo donde el público es un científico en potencia y el museo le va ayudar a desarrollar su aprendizaje. Los docentes siempre han implementado las salidas pedagógicas a estos lugares, con el objetivo de complementar la educación científica suministrada en el aula de clase, lo único que se debe buscar es que estas visitas sean planificadas y busquen que el aprendizaje mejore, y esto solo se logra si el currículo del aula de clase está conectado con lo que se trabajará en el museo (Guísasela y Morentin, 2010).

Un punto importante que se debe desarrollar en el campo de la formación de profesores, es la realización de una adecuada divulgación científica, por parte de los científicos, filósofos y/o periodistas a la sociedad, mediante la transcodificación y adaptación de los contenidos de la ciencia y la tecnología a un lenguaje sencillo y comprensible para todos. Para que la ciencia y la química no sean vistas como disciplinas abstractas y complejas, difíciles de entender, en el proceso de enseñanza se debe transformar el lenguaje científico para que los estudiantes lo puedan asimilar pero sin cambiar el significado del contenido a enseñar, así cuando los estudiantes estén fuera del contexto académico podrán informarse de los avances de la ciencia y resolver problemas cotidianos, lo que aumenta la confianza e interés de la sociedad hacia la ciencia y se disminuye la distancia entre la ciencia y el público; como lo expresa Olmedo (2011):

Los académicos deberían acercarse a conocer los productos de la divulgación, no para convertirlos en su herramienta principal de trabajo, sino para apreciar sus modelos de dramatización, analogías y contextualización para trasladarlos al diseño instruccional y a la impartición curricular dentro y fuera de las aulas (p.143).

En el caso específico de la enseñanza de la química, es necesario que se dé conocer a los estudiantes los procesos y productos de la divulgación de la química, en especial si provienen de los propios químicos y que estos logren cambiar la imagen negativa que se tiene de la disciplina y de sus profesionales. Los docentes al trabajar desde la línea de la comprensión pública de la ciencia, lo primero que deben hacer es eliminar toda concepción que establezca que el conocimiento debe ser transmitido de los expertos a los legos, porque ellos no tienen el conocimiento suficiente para poder comprender a la CyT. Con estas concepciones superadas, el paso siguiente es buscar la forma de acercar la ciencia a los estudiantes y motivarlos a conocerlas.

Una de las estrategias es utilizar las herramientas más cercanas a los estudiantes, tales como los libros, las novelas, guiones de cine, películas, imágenes, metáforas, representaciones y/o modelos. Un aspecto esencial para acercar la ciencia al público, en este caso, los estudiantes, es que en la enseñanza de los contenidos científicos, se trabajen desde todos los ámbitos, es decir, desde los social, cultural, político, ético, psicológico y axiológico; la forma de relacionar todos estos aspectos es mediante el trabajo con situaciones cotidianas, relevantes para los estudiantes, como los impactos generados por la CyT, tanto sus beneficios como riesgos. A muchos docentes como a los estudiantes les interesa la política, por lo que el impacto de la CyT en la construcción de políticas públicas, puede ser un elemento que llame la atención y por lo tanto, convoque a participar al público en los procesos de enseñanza de la ciencia.

En el caso de la enseñanza de la Química el objetivo es cambiar la imagen negativa que posee, por medio de la reconciliación de la visión científica con la visión social, para lo cual es necesario tener conocimientos en epistemología e historia de la química y en la línea de la Public Understanding of Science desde el enfoque Ciencia/Tecnología/ Sociedad y Ambiente (CTS-A), con el objetivo de realizar una didáctica de la química orientada a la alfabetización y formación de docentes en torno al diseño curricular (Mora y Parga, 2010).

Una de las características de las anteriores acciones, es que éstas son realizadas o deben ser realizadas a partir del modelo contextual y no el del déficit cognitivo. Porque el modelo contextual es aquel que considera que las personas y sobre todo los alumnos, si comprenden la ciencia, conocen su actividad, pero lo único que les falta es sistematizar este saber con el desarrollo de la naturaleza de la ciencia. Lo que deben realizar los científicos y sobretodo los docentes, es conocer e interpretar los esquemas sociales, culturales y psicológicos y las experiencias vividas del público, para empezar a trabajar desde ese punto la forma más adecuada para lograr la comprensión de la ciencia y de la química.

La Alfabetización científica y tecnológica, no es suficiente o el único determinante del vínculo del público con la ciencia, además de alfabetizar se debe buscar la comprensión y ahora el compromiso. Se propone que la comprensión de la ciencia se desarrolle desde cursos de ciencias a nivel escolar y universitario tanto en pregrado y postgrado, por lo que los profesores deberían ser responsables del desarrollo de habilidades de comunicación en sus estudiantes de investigación, animándolos a participar en el curso de comunicación de la ciencia. En estos cursos se debe: asignar roles de audiencias; la historia, filosofía y los contextos sociales de la ciencia debe estar presentes; moldear los valores de apertura, honestidad y responsabilidad; animar a los estudiantes a examinar las cuestiones de la persuasión y la defensa y sus efectos en la comunidad; comunicar la teorías, objetivos y procesos de la comunicación pública de la ciencia; proporcionar oportunidades para la reflexión y la crítica a través de la investigación y proporcionar evidencia de las diferencias entre el conocimiento de la ciencia y otras formas de conocimiento (Bray, France, & Gilbert, 2012).

En el caso particular de la química, como no es una carrera de elección popular, debido a que en la escuela, los estudiantes consideran que la química es una disciplina que tiene una alta demanda conceptual y abstracta, por lo que sus temas son difíciles de asimilar, aburridos y complejos (Cleaves, 2005; Murray y Reiss, 2005, citados en Salta, Gekos, Petsimeri y Koulougliotis, 2012), la solución es la creación de clubs de química en donde por medio de espectáculos y experimentos guiados con teorías pedagógicas y explicaciones científicas, se motive y acerque a los estudiantes a comprender esta disciplina.

Los estudios CTSA también han sido un enfoque que ha permitido la innovación del currículo escolar de carácter general, proporcionando a las propuestas de alfabetización en ciencia y tecnología una determinada visión centrada en la formación de actitudes, valores y normas de comportamiento respecto a la intervención de la ciencia y la tecnología en la sociedad, para que el público ejerza responsablemente como ciudadanos y tomen decisiones razonadas y

democráticas (Mora y Parga, 2010). Dentro de los objetivos de este enfoque que se deben continuar desarrollando son: a) Preparar a los estudiantes para usar la ciencia y la tecnología en el entendimiento y mejoramiento de su vida diaria; b) Aplicar el conocimiento científico en la vida cotidiana; c) Hacer énfasis en todos los niveles sobre la relevancia social y humana de la química; d) Ayudar a los estudiantes a mejorar en pensamiento crítico, razonamiento lógico, resolución creativa de problemas y toma de decisiones.

El objetivo mayor de estos procesos de comprensión pública de la ciencia enfocados en la formación del profesorado de ciencia y de química, se encuentra, en formar una determinada cultura científica para mejorar el conocimiento social de la ciencia e incrementar la valoración de las actividades científico-tecnológicas como instrumentos de avance en una sociedad (FECYT, s.f, p.4); así como el lograr que la sociedad se vuelva democrática y participativa y pueda controlar los riesgos, utiliza responsablemente los resultados e impulsar la innovación en las actividades productivas, públicas y privadas. Siempre considerando los aspectos ético-morales del desarrollo científico.

El campo de la formación de profesores al desarrollar una comprensión pública de la ciencia y de la química, tiene la responsabilidad de hacer evidente y de fomentar en los estudiantes la conciencia de que en la actividad científica y en los diferentes aspectos de la vida diaria, la ética profesional, debe ser la base para realizar cualquier tipo de actividad. La responsabilidad y la conciencia, deben guiar las investigaciones, el uso de los resultados obtenidos y el conocimiento adquirido. Los avances de la CyT tienen riesgo y beneficios, pero son las personas las que deciden que quieren obtener o realizar en la sociedad. Por eso es necesario, tener los conocimientos necesarios para poder analizar y evaluar los productos y efectos de la CyT en nuestras vidas.

Finalmente, pero no menos importante, el aporte de la comprensión pública de la química y su impacto socio-ambiental, en la formación del profesorado, es un aspecto que no ha sido desarrollado directamente. Se encuentra que los científicos y los químicos han comunicado su trabajo en medios informales, para poder establecer relaciones con todo tipo de público y que se generen discusiones en temáticas diferentes a las que se han generado con frecuencia y que son trabajadas por la comunidad científica, como por ejemplo los problemas sociales o ambientales, que son importantes pero debido a que todas las investigaciones y científicos las trabajan, dejan de lado otras cuestiones relevantes de la CyT, que pueden ser de interés para una minorías que intentan acercarse a la ciencia.

El público requiere comprender la ciencia y la química, para poder participar activamente en los distintos aspectos de la CyT. Sin embargo, el conocer el contenido científico o técnico del desarrollo de cierta actividad científica, no es lo más importante, porque lo que se busca es poder comprender, identificar y ayudar en los efectos generados de estas investigaciones y sus consecuencias sociales, económicas y políticas.

En Colombia, los temas de mayor interés son la salud y la medicina, la educación y el medio ambiente. Frente a este último tema, ratifican estar informados sobre la contaminación del aire y uso poco eficiente del agua, poco informados sobre los impactos ambientales que generan la

construcción de carreteras, la minería y los productos y servicios ambientalmente amigables; porque no han trabajado en el desarrollo de una comprensión pública de la ciencia y por este motivo creen en todo lo que les dicen las investigaciones presentadas y realizadas por asociaciones médicas y universidades. (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2012).

Una comprensión de la ciencia y la tecnología, le permite al público tomar decisiones en su vida diaria, así mismo le otorga la posibilidad de generar apreciaciones adecuadas de los riesgos y beneficios y de cómo interpretarlos, por lo que los anteriores problemas y en especial los ambientales, se convierten de su interés y buscan poder solucionar todos los problemas que en este campo pueden surgir, porque el aprovechamiento de los recursos permite mejorar las condiciones sociales, políticas, culturales, económicas y ambientales en un país, aunque estas últimas no mejoren, sino empeoren.

En este caso, se debe mencionar que en el campo educativo, los docentes deben mostrar a los estudiantes que así los estudios presenten los riesgos y/o beneficios del desarrollo de la CyT, enfocados al medio ambiente, por la contaminación, sobre-explotación de recursos naturales, las armas, guerra, violencia y los efectos nocivos del uso de las tecnologías sobre la salud, es necesario revisar en qué consisten estos riesgos, cómo se generan, por qué y cómo remediarlos.

No puede seguir pasando que el público, entre ellos los docentes y estudiantes, manifiesten estar preocupados en los impactos ambientales de la CyT, pero en la práctica no lo demuestran, es decir, comprar productos con sustancias nocivas para la salud, la disminución del consumo de agua es mínimo, no participan en campañas ecológicas y no denuncian ni hacen reflexionar a aquellas personas y empresas que siguen contaminando. En el caso de la química, se cree que contribuye a la solución de problemas ambientales y a la mejora de la vida, pero presentan una actitud negativa e imparcial con respecto a la utilidad de los cursos de química, ya que los planes de estudio son poco innovadores y no permiten utilizar en la mayoría de las ocasiones otros recursos aparte del libro de texto de ciencias establecido. Si el docente presenta una actitud negativa hacia la química, generará una falta de interés por la misma, y por el contrario una actitud positiva conduce a un interés de por vida por su aprendizaje continuo en este tema (Salta, Gekos, Petsimeri y Koulouglotis, 2012).

Uno de los principales aportes del análisis hecho, en la línea PUS y las tendencias y perspectivas de sus investigaciones, es que el ejercicio docente no se puede separar de su objeto histórico -- epistemológico, del conocimiento psicopedagógico, del contexto escolar y por supuesto de la disciplina que se enseña, es decir, del conocimiento didáctico del contenido (CDC), el cual gira en torno del qué y cómo enseñar desde el diseño curricular, en este caso, de un CDC de química. En el que resaltamos que se debe hacer un mayor énfasis en trabajar con el componente metadisciplinar (histórico - epistemológico y social de la química), los criterios y características que se deben tener en cuenta en los contenidos de enseñanza para que se favorezca una comprensión significativa de la ciencia y de la química (Mora y Parga, 2007b).

El diseñar currículos de ciencia y en especial de química, debe estar soportado en la combinación de la historia y epistemología de las mismas y la lógica disciplinar, para que se pueden construir tramas histórico - epistemológicas de la comprensión pública de la ciencia y de la química, que permitan comprender al público la evolución, características, obstáculos métodos, problemas y soluciones que se realizaron y presentaron en la construcción del conocimiento científico y química y así poder empezar a desarrollar desde el aula de clase tramas didácticas del contenido que ayuden a mejorar esta comprensión y la participación de los alumnos en la reflexión y toma de decisiones de la naturaleza y actividad científica.

Si en el CDC, se trabaja a favor de una evolución en el proceso de integración y sistematización de las ideas del público sobre la Ciencia, Tecnología y de la química, se puede lograr que por medio de estrategias didácticas se construya el conocimiento escolar del contenido requerido o establecido en el diseño curricular. La estrategia a usar es que en estos diseños se enriquezca el conocimiento cotidiano de los alumnos, en búsqueda de un cambio de un pensamiento simple a otro más complejo, en donde el conocimiento de las ciencias sea un medio y no un fin (Mora y Parga, 2007b).

Un apoyo en este proceso se puede conseguir en el enfoque CTSA, que ha trabajado a favor de la promoción de la alfabetización científica y tecnológica, incluyendo aspectos de la ciencia, la tecnología y el ambiente y su relación con la sociedad, pero a partir de una visión sustentable y no como se ha venido desarrollando desde una visión sostenible. En donde lo importante no es adicionar factores nuevos a la naturaleza de las ciencias, sino que se pueda articular las ciencias naturales, sociales y ambientales y las ciencias psicopedagógicas y didácticas, para la transformación de la comprensión de la ciencia en la escuela y la sociedad. Lo importante es que esta relación o integración sea de complementariedad de lo general y lo específico, y que sea una construcción del diseño curricular abierta, flexible y progresiva en la que se incluyan principalmente los aspectos y problemas socio ambientales de la ciencia y de la química (Mora, 2015).

Lo anterior, se complementa con la actual demanda de una mejor profesionalización del ejercicio docente, en el que se le exige desempeños asociados a competencias en relación con la enseñanza, la planificación, la selección de contenidos, manejo de las tecnologías de la información y la comunicación, diseño curriculares y una formación ambiental en torno a problemáticas del contexto global/local para adquirir capacidades relacionadas con la manufacturación, gestión ambiental y gestión social. Por lo tanto, el campo de la formación del profesorado debe proporcionar a los docentes, estrategias de desarrollo profesional que le permitan entender la sustentabilidad y la comprensión pública de la ciencia y de la química frente a su impacto socio-ambiental y desarrollar las habilidades necesarias para poder incluir este conocimiento en el diseño curricular (Mora, 2015).

En este campo de la formación del profesorado y la inclusión en el diseño curricular de lo ambiental y de su comprensión, se sustenta la idea relacionada con la necesidad de que si el docente no comprende la crisis global y ambiental, los impactos de la ciencia de CyT y en específico de la química, no puede enseñarlo, y cómo el público está comprendiendo los mismos, no puede

preparar a sus estudiante para ella y para que sean ciudadanos en el mundo. Las nuevas formas de enseñanza, deben centrarse en el aprendizaje y la resolución de problemas de carácter socio-ambiental, lo que demanda una epistemología sistémica para la construcción del conocimiento (Mora, 2009).

8. CONCLUSIONES

Las unidades de análisis propuestas permitieron analizar las tendencias y perspectivas de la línea “Comprensión Pública de la Ciencia” desde el 2010 hasta el 2015, analizando los aportes específicos de esta línea al campo de la comprensión pública de la química frente a su impacto socio-ambiental. Así mismo por medio de este análisis se determinaron aspectos relevantes de la evolución de esta línea desde 1952 hasta el 2009.

De acuerdo con esto, a continuación, se presentan las conclusiones del trabajo en cada una de las fases de investigación, según el problema investigado, frente a las tendencias y líneas de las líneas PUS y de acuerdo con los objetivos propuestos.

8.1 CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE ACUERDO CON LAS FASES DE INVESTIGACIÓN

En la **fase I**, con respecto a la evolución de esta línea desde 1952-2009, se encontró que el 2009 fue el año con mayor número de publicaciones, en la cual la revista *Public Understanding of Science (PUS)* fue la que lideró este proceso. También se evidenció que el contexto regional europeo fue el que más publicó y que los países representantes con mayor cantidad de revistas fueron España, Colombia y Estados Unidos, pero en relación con el número de artículos los países que lideraron fueron Estados Unidos, el Reino Unido y Argentina. Pero los aportes a la CPCyT y en específico los aportes a la CPQ frente a su impacto socio-ambiental, fueron pocos.

Del análisis de la línea desde el 2010 al 2015, se encontró que el 2010 fue el año con más publicaciones, en relación con el número de revistas el contexto latinoamericano ocupó el primer lugar; de acuerdo con el número de artículos el contexto europeo fue el primero y los países con más revistas publicadas fueron España, Estados Unidos y Colombia, pero con mayor número de artículos fueron el Reino Unido, Estados Unidos y Colombia.

Del análisis de los fragmentos y de su codificación y caracterización, en la **fase II**, se determinaron seis categorías: Comunicativa (CO), Educativa (ED), Social (SO), Cultural (CU), Histórica (HI) y la Ético-moral (EM); cada una compuesta por subcategorías y estas a su vez por temáticas.

En la **fase III**, se interpretaron ya analizaron las categorías y subcategorías determinadas inductivamente en la fase II, lo que permitió concluir respecto a la categoría comunicativa (CO), que se encuentran siete subcategorías, cuyo orden decreciente de frecuencia son: Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, Medios de Comunicación en Ciencia y Tecnología, Divulgación Científica y Tecnológica, Museos y Centros Interactivos de Ciencias y Tecnología, Transposición epistemológica del conocimiento científico al conocimiento cotidiano, Periodismo Científico y Popularización de la ciencia. Esta categoría presenta la importancia de comunicar la actividad científica y tecnológica, con el objetivo de fomentar la cultura científica y que esta le permita afrontar los problemas de la vida diaria. Se destaca que los medios de comunicación son necesarios para que entre los científicos y el público, se incrementen los diálogos y esto genere una mayor comprensión de la ciencia, por parte del público. También se presenta la importancia

de la comunicación de la química, para cambiar y mejorar la imagen negativa que el público posee de ella.

En la categoría social (SO), se identificaron cuatro subcategorías: Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, Actitudes hacia la Ciencia y la Tecnología, Relación Ciencia y Público y Políticas Públicas. Estas subcategorías presentaron que la ciencia y la química han tenido una imagen negativa, debido a los impactos sociales y ambientales generados por su actividad. Se considera que la falta de comprensión por parte del público es debido a su déficit de conocimiento y que por lo tanto, el científico es responsable de comunicar su trabajo para evitar tergiversaciones de este. El objetivo principal de estas actividades es que la visión científica y la visión social de la ciencia y de la química se reconcilien, lo que se logra por medio de un conocimiento y trabajo en la epistemología e historia de la ciencia y la química y de la línea de investigación Public Understanding of Science desde el enfoque Ciencia/Tecnología/ Sociedad y Ambiente (CTSA). Para identificar los distintos aspectos que afectan la relación ciencia – público se han generado estudios de percepción pública de la ciencia, que permiten comprender esta relación en cada uno de sus aspectos.

La categoría Educativa (ED) tuvo seis subcategorías: Modelos de la CPCyT, Educación Científica, Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT), Alfabetización Científica y Tecnológica, Estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad y Ambiente (CTSA) y Estudios de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología; permitió determinar el papel de las universidades en la comunicación de la ciencia y en la formación de profesionales en este campo, ya que es necesario trabajarlo, ya que los estudiantes y el público en general no desean cursar carreras científicas y mucho menos comprender los avances y desarrollos de la CyT. Es necesario trabajar en la educación científica de los estudiantes y sobre todo en la comprensión de la ciencia y de la química, ya que está le permite hacer juicios informados sobre decisiones que afectan el entorno biológico, físico y social en el que habitan, lo que les genera carácter. Se considera que la formación docente unida a reformas curriculares y la interacción en la comunicación de los medios, permiten cambiar la imagen y las actitudes hacia las ciencias y hacia la química para tomar decisiones acerca de los problemas a los que se enfrenta la humanidad, aspectos que concuerdan con lo planteado por Mora y Parga (2010).

En la Categoría Histórica (HI), se identificaron cuatro subcategorías: Historia de la línea de investigación CPC, Historia de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología, Historia de los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología, e Historia de los modelos de comprensión pública de la ciencia. En esta, se evidenció que la línea con estas subcategorías se ha desarrollado principalmente en dos contextos mediante el uso de encuestas, el primero es el europeo que designó el término de *Public Understanding of Science* con el objetivo de tener un enfoque diferente a la alfabetización científica, aspecto que coincide con Torres (2005), determinando en 1985 en el reporte de la Royal Society necesario para que los científicos y los diseñadores de políticas científicas establezcan los parámetros para entablar una relación entre la ciencia y el público, como lo sugiere García (2010), con ello se generó en 1992 la revista *Public Understanding of Science* que tiene como objetivo ser “un foro de expresión de investigaciones en torno a las dimensiones públicas de la ciencia y la tecnología” (Perales y Cañal, 2000) y el

Eurobarómetro como medio para medir y determinar el nivel de comprensión pública de la ciencia en la sociedad; y el contexto anglosajón, que ha denominado el campo como *Scientific Literacy* por preferir investigaciones que analizan como vincular los contenidos de la ciencia y la tecnología en los niveles de conocimientos de las personas (Torres, 2005), generando desde 1957 encuestas de percepción pública de la ciencia y estudios de tipo cuantitativos que permiten medir la comprensión del público de la ciencia (García, 2010), siendo los principales instrumentos internacionales de referencia que miden estos aspectos los de la National Science Foundation.

En la Categoría Cultural (CU) se hallaron cuatro subcategorías: Definición, Objetivos, Importancia y Aspectos míticos. Se concluyó que es necesario que la sociedad forme una cultura científica y así se mejore el conocimiento de la sociedad de la actividad científica e incremente la valoración de sus productos y resultados, determinando los beneficios y ayudar a reducir sus riesgos. El comprender la ciencia hace que el público incremente su participación, valoración, confianza y apoyo en las diferentes investigaciones y acciones realizadas por los científicos.

Finalmente, la categoría ético-Moral (EM) con una subcategoría: Responsabilidad de los científicos y la sociedad, permitió comprender como los científicos tienen la responsabilidad de comunicar su trabajo, para asegurarse que el público esté comprendiendo la actividad científica y tecnológica, de manera adecuada y que está conforme al desarrollo de la CyT. También se presenta como en las investigaciones de la ciencia y la Química, es esencial, que se fomente, desarrolle y permanezca la ética profesional y la conciencia de hacer las cosas pensando en los riesgos y benéficos para la sociedad.

8.2 CONCLUSIONES FRENTE A LA PREGUNTA PROBLEMA

A nivel general, el análisis de las tendencias y perspectivas de la línea, permiten concluir que son pocos los estudios en relación con la comprensión pública de la química (CPQ) y en especial frente a su impacto socio-ambiental; este aparente vacío en las tendencias de investigación de esta línea de investigación brinda la posibilidad de realizar más estudios y de esta forma identificar como el análisis de la CPQ y su impacto socio-ambiental tiene mucho que aportar al establecimiento de la relación del público con la ciencia y la tecnología.

De las tendencias de la línea frente a la CPC y la CPQ frente a su impacto socioambiental, solamente se encontró que la ciencia se está convirtiendo cada vez más en parte de la cultura, debido a la proliferación de discursos de consumo ético, la sostenibilidad y la conciencia ambiental, pero no se sabe hasta qué punto el público se involucra en la evaluación de los logros científicos y sus argumentos acerca de la relación entre el consumo humano y las catástrofes ambientales a nivel mundial. La sociedad posee una "Quimiofobia", debido a la complejidad y falta de unificación de temas de esta ciencia, en especial la falta de comunicación de los beneficios y peligros de la misma (Hartings y Fahy, 2011), pero se presenta como la creciente preocupación mundial sobre la energía y los recursos hídricos y el medio ambiente, y el nivel de alfabetización química y la comprensión pública de la ciencia ha generado cambios en el siglo XXI en la enseñanza y aprendizaje de la química.

Así mismo se presenta que es necesario que el público posea los conocimientos necesarios en CyT para que puedan manifestarse y participar en la toma de decisiones, pero surgen preguntas

como ¿en qué medida son informados acerca del contenido científico de los problemas y en qué medida acerca del contenido político? porque para participar en discusiones sobre temas complejos de respeto al ambiente, a la utilización responsable de los recursos naturales, a la contaminación, al modelo energético basado en los hidrocarburos, al agua, a las convicciones religiosas y a dilemas morales, entre otros, se requiere información y conocimiento experto, y con mayora razónse requiere este conocmineto porque no solo se discute sobre el contenido científico o técnico, sino sobre las consecuencias sociales, económicas y políticas, entre otras dimensiones.

Se encuentra que los químicos y los científicos en general, se han dedicado a comunicar su trabajo en medios no formales, como por ejemplo en la web por medio de blogs; estos donde se pretenden llegar a todo tipo de público y que se inicien discusiones importantes en diferentes temáticas científicas y no solo en aquellas que están relacionadas con problemas sociales o ambientales.

En el caso de Colombia, se encuentra como los temas relacionados con la ciencia y la tecnología y en particular lo ambiental ocupan siempre los primeros lugares. Los colombianos afirman que están muy informados en salud, nutrición y alimentación y poco informados en terapias y medicina alternativa. También afirman estar informados en temas del medio ambiente, sobre todo en la contaminación del aire y uso poco eficiente del agua, poco informados sobre los impactos ambientales que generan la construcción de carreteras, la minería y los productos y servicios ambientalmente amigables. Pero el problema que se presenta es que esta información no va acompaña de procesos de comprensión de la misma, comprensión que le permitirá tomar decisiones respecto a su salud y el medio que lo rodea, porque cuenta con una adecuada apreciación de la naturaleza de los riesgos y de cómo interpretarlos.

No se puede negar que el público reconoce que la CyT generan una serie de impactos positivos en su calidad de la vida, pero también consideran los impactos negativos, como la incertidumbre y el riesgo, la artificialidad de la vida, el mal uso de la naturaleza, el descontrol de la sociedad y la falta de equidad. Pero los riesgos, más mencionados son aquellos que amenazan el medio ambiente, por la contaminación y la sobre-explotación de recursos naturales, por otra parte se señalan los riesgos por delitos informáticos por medio del internet y finalmente los que tiene relación con las armas, guerra, la violencia y los efectos nocivos del uso de las tecnologías sobre la salud. Esto hace que la sociedad le otorgue a la ciencia una baja valoración en la capacidad de mejorar el ambiente y erradicar la pobreza y el hambre. (Gartner, 2010).

El público decide realizar diferentes acciones que ayuden a mejorar un poco la situación del impacto socio-ambiental, aunque no posean la información adecuada y suficiente. En el caso colombiano, por ejemplo, la decisión frente al consumo de bienes productos no siempre está bien informada, aunque es alta su preocupación por asuntos ambientales o de salud, solo el 25% se fija en las etiquetas de los productos que compran, para saber si tiene sustancia nocivas para el medio ambiente y solo el 35% se fija en que no tengan sustancias nocivas para la salud, el 78,42% de los colombianos se siente responsable de los daños al medioambiente, pero solo el 68% ha disminuido sus consumos de agua, el 59,39% ha dejado de consumir ciertos productos, el 22,42% participa en campañas ecológicas y el 11% ha denunciado personas o empresas que contaminen, el 83% colombianos dice fijarse en las instrucciones cuando compra un aparato o un electrodoméstico, el 76,63% lee los consumos del mes en los recibos de servicios públicos y sólo

el 43,83% averigua los riesgos antes de hacer una dieta (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2012).

8.3 CONCLUSIONES RESPECTO A LAS TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN PUS

De la misma forma esta investigación permite establecer que en el contexto Latinoamericano y en especial en Colombia, el campo de la CPC y de la CPQ ya ha empezado a formar parte de los países con mayor número de publicaciones y revistas que publican en este campo, ahora lo que sigue es el afianzamiento de esta posición en distintos ámbitos como el educativo, social, cultural, político, económico, etc. para poder acceder a los diferentes beneficios que esta comprensión de la ciencia representa para la sociedad.

También se estableció por medio de los resultados de las encuestas realizadas en el contexto anglosajón y europeo, que los estudios de la relación de la ciencia y la tecnología con el público, han demostrado que es necesario convertir la actividad científica en un ámbito atractivo para los distintos públicos, aspecto que coincide con lo plantrado por Baram-tsabari y Segev (2011). El público se interesa más por conocer sobre temas como el deporte que por la ciencia, pero si el público si conociera más de la ciencia, su interés hacia ella aumentaría (Durant, Evans y Thomas, 1989), pero lamentablemente el primer acceso al conocimiento de la ciencia y la tecnología que encuentra el público es el que brindan los medios de comunicación en el que la ciencia se ve afectada por la forma en la que la presentan como un productor de certeza, sin oportunidad de crear incertidumbre (Collins, 1987), llegando en ocasiones a que estudiantes preparados en ciencia no estén interesados en cursar carreras científicas (Scotchmoor, Thanukos y Potter, 2009).

También se ha encontrado que el público ha perdido la confianza en la autoridad de las instituciones científicas, como lo sugiere Einsiedel (2000), debido a la creciente aparición de noticias de los efectos negativos que produce en el mundo los productos científicos y tecnológicos, pero también está el otro público que acepta todo lo que la ciencia y la tecnología establece, porque los medios así lo determinan (Villarroel, Valenzuela, Vergara y Sepulveda, 2013).

Entonces la preocupación ha girado en torno en la pregunta ¿Qué hacer? Los intentos de alfabetización científica han fallado, el público aún no se acerca a la comprensión de la actividad científica (Miller, 2001), debido a que no posee la información y formación adecuada al respecto, considerando que existe un déficit del sistema de información pública y un déficit de conocimiento por parte de la sociedad frente a la ciencia (Hyman, 2001). El modelo del déficit que ha sido criticado por autores como Membiela (2007) porque no tiene en cuenta la responsabilidad de los científicos y tecnólogos y sus instituciones en el proceso de construcción de una CPC. Es en este sentido que han surgido propuestas como el modelo contextual y el de la participación ciudadana, donde la ciencia en la modernidad no es monolítica, sino múltiple, donde el conocimiento científico surge de las interacciones particulares de las personas, por lo que es una construcción humana y social (Locke, 2001).

Lo que se busca en estas nuevas propuestas es que la ciencia se vuelva parte de la cultura de la sociedad y que el público se involucre y evalúe los logros y fallos de la comunica científica

presentados en los diferentes medios de comunicación (Dodds, Tseelon, Durant, Evans, Weitkampy y Thomas, 2009). En otras palabras, se pretende mejorar la relación ciencia y público para mejorar la confianza del público por la actividad científica, crear espacios de discusión con el público en el que se brinde información de la ciencia, a través de diferentes medios de comunicación (la radio, la televisión, Internet, conferencias, artículos y cursos) para intentar cambiar la percepción pública de la ciencia y generar entusiasmo e intereses; además de formarse en esta carrera y que sean valorados los aportes de esta ciencia al comprender la naturaleza de la actividad científica (Einsiedel, 2000; Harpp, Fenster y Schwarcz, 2011; Isaev, 2011; Turney, 1996; Daley, 2000).

En esta misma línea se propone que el público esté informado sobre la naturaleza y el proceso de la ciencia, lo que se puede lograr a través de la construcción de estrategias de educación formal e informal y de relaciones públicas, que analice la relación entre la ciencia escolar y la conciencia pública de la ciencia (Fensham, 1999), para que las personas tomen decisiones respecto de la ciencia y la tecnología. Igualmente la comunidad científica debe aceptar el compromiso social de desarrollar nuevas líneas de argumentación y análisis y realizar continuos procesos de calificación, como parte de un compromiso más amplio con la idea de la ciencia comprometida públicamente (Stilgoe, Lock y Wilsdon, 2014).

8.4 CONCLUSIONES FRENTE AL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

- El diseño de la trama evolutiva de la línea de investigación *Public Understanding of Science*, se identificó mediante al análisis de la categoría histórica, en la que se presenta que la línea surgió desde la década de 1940 cuando la Association of Scientific Workers (ASW) de Gran Bretaña editó un documento en el que se mostraban los primeros lineamientos para el estudio de la relación del público con las actividades científicas. Luego en la década de 1950 específicamente en el año 1957, surgen los primeros estudios sobre comprensión pública de la ciencia –incluidos dentro de los análisis de percepción pública de la ciencia–. Año que también la National Association of Scientific Writers (NASW) y la Rockefeller Foundation, realizaron en Estados Unidos la primera encuesta de percepción pública de la ciencia, en este mismo año en los años de 1950 y 1960 se comenzaron los estudios de la "alfabetización científica" basado en la idea de un «déficit» pública científica conocimiento.

En el año de 1970 se estudian las actitudes públicas de la ciencia, pero solo hasta el año de 1980 se institucionalizó la reflexión teórica de las mismas, con el surgimiento de los movimientos *Science Literacy* y *Public Understanding of Science*. Posteriormente en los años 80, surgen los campos emergentes de estudios en la nanociencia y en el 2001 se realizan los primeros estudios.

En la década de 1990 hasta la actualidad se están realizando estudios en este campo en diferentes contextos, pero en particular en el europeo, anglosajón y latinoamericano.

La evolución de la línea en el contexto europeo, tuvo su origen en los años 70' y finales de los 80' con la implementación de encuestas cuantitativas. En los 80' la Comisión Europea puso en marcha

el Forecasting and Assessment of Science and Technology (Programa FAST). En los 90' se da paso a la aplicación de los Eurobarómetros.

En el contexto anglosajón su origen se sitúa en la década de los 70' donde la NSF inicia sus encuestas nacionales periódicas sobre CyT, cuya aplicación se mantiene hasta hoy.

En el contexto latinoamericano, la evolución de la línea tiene su origen desde hace más de 20 años, en Brasil en 1987, en Colombia en 1994 y en México en 1997. Desde este momento y hasta el 2001 se han realizado varios proyectos en relación con los estudios de percepción pública de la ciencia, con el apoyo de varias organizaciones como la Organización de Estados Iberoamericanos y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología. En el 2005, se puso en marcha en marcha el Proyecto “Estándar Iberoamericano de Indicadores de Percepción Social y Cultura Científica” promovido por las instituciones Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Organización de Estados Iberoamericanos y el Centro REDES.

En el contexto colombiano, por medio de Colciencias, Colombia ha realizado la tarea de explorar las percepciones de los ciudadanos al respecto de la CyT. Las encuestas realizadas hasta el momento han sido: la propuesta por la “Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo” en el año 1994 y la denominada “la percepción que tienen los colombianos sobre ciencia y Tecnología”, en el 2004.

Países como Portugal, España, Colombia, Panamá, México y Argentina, desde la década de los 90 han realizado encuestas nacionales en la percepción pública de la ciencia Brasil desde 1980 ha llevado cuatro consultas nacionales importantes en la zona; Chile En 1967 se creó oficialmente en este país la Comisión Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico que viene trabajando en la promoción del desarrollo de la ciencia-tecnología; En Argentina desde 1988 por medio de la asociación CIENCIA HOY ha difundido del trabajo de científicos y tecnólogos argentinos, uruguayos y de toda Latinoamérica y a finales del año 2006, la SECYT aplicó en el país la “Segunda Encuesta Nacional de Percepción Social de la Ciencia” y en el año 2007, se aplicó en Buenos Aires la Encuesta Iberoamericana.

- La caracterización de la línea en relación con la comprensión pública de la química frente a su impacto social y ambiental, también se cumplió mediante el análisis de las categorías: Comunicativa, en la subcategorías “Comunicación de la Química”, “actualidad y desafíos” “relación de la comunicación con la democracia y las políticas públicas”, en la que se presenta que los químicos y científicos comunican su trabajo en medios no formales, como los blogs, en donde se pueden iniciar discusiones de temas diferentes y no solo las relacionadas con los problemas sociales o ambientales.

También se presenta como la comunicación y comprensión de la química se convierte en una de las tareas más importantes que debe realizar la comunidad científica. El público manifiesta estar informado en CyT, pero no sabe en qué medida frente a los problemas causados y su contenido político., por eso en la discusión sobre temas relacionados con el medio ambiente, *la utilización responsable de los recursos naturales, la contaminación, el modelo energético basado en los*

hidrocarburos, el agua, las convicciones religiosas y a dilemas morales, el público no se centra en comprender el contenido científico o técnico presentado, sino en las consecuencias sociales, económicas y políticas, de los problemas anteriormente mencionados.

También frente al impacto socio-ambiental se encontró que la comprensión pública de la ciencia permite al público aprovechar los adelantos científicos y tecnológicos, tomar decisiones respecto a su salud y de las diferentes situaciones presentadas en el medio que le rodea, en específico en la problemáticas ambientales, porque esta comprensión le permite obtener una adecuada comprensión y apreciación de la naturaleza de los riesgos y de cómo interpretarlos. Sin embargo, se debe renacer que los impactos de la ciencia y la química tanto positivas como negativas, afectan la comprensión del público de las mismas. Las personas suelen valorar positivamente a la ciencia en temas de la salud y en la generación de mayor confort, pero una baja valoración en la capacidad de mejorar el ambiente y erradicar la pobreza y el hambre (Gartner, Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas, 2010).

La preocupación del público de los riesgos ocasionado por la ciencia y la química, se enfocan en aquellos que amenazan el medio ambiente, por la contaminación y la sobre-explotación de recursos naturales y de la misma forma se centran mucho en los riesgos que tienen relación con las armas, guerra, la violencia y los efectos nocivos del uso de las tecnologías sobre la salud (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2012). Pero esta percepción no va acompañaba de la realización de prácticas cotidianas en las que se busque obtener una mayor comprensión de la ciencia y de la química, es decir, no asisten a exposiciones de la ciencia, consumen productos sin determinar sus efectos en la salud, desechan residuos son contemplar los daños causados al medio ambiente, derraman el agua, no participan en campañas ecológicas y no denuncian cuando observan que alguien está contaminando el ambiente.

En los análisis de la tendencia de la línea no se encuentran resultados que presenten a la comprensión pública de la química frente a su impacto socio ambiental directamente, pero si se encuentran los apartados anteriores que determinan la reacción del público con lo ambiental. Pero en esta línea si se encuentran apartados específicos que muestran como los Estudios de *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA)*, han trabajado en el desarrollo de esta comprensión pública de la ciencia y de la química. A partir de los estudios CTSA se ha renovado la comprensión de la cultura científica y también han renovado el currículo escolar de carácter general, ya que proporciona propuestas de alfabetización en ciencia y tecnología con una determinada visión centrada en la formación de actitudes, valores y normas de comportamiento respecto a la intervención de la ciencia y la tecnología en la sociedad, para que el público ejerza responsablemente como ciudadano y tomen decisiones razonadas y democráticas (Mora y Parga, 2010).

Este enfoque permite determinar que es necesario la incorporación de la dimensión CTSA en el currículum para lograr un mayor entendimiento de la naturaleza de la ciencia y sus relaciones con la sociedad. Por este motivo es indispensable fomentar la capacitación de los docentes no solo en didáctica de la disciplina sino también en la historia, sociología y filosofía de la ciencia.

Es claro que en los diseños curriculares se debe incluir la ampliación una propuesta de formación docente de la comprensión del público sobre el impacto socio-ambiental de la ciencia y la química en específico, para así poder formar a los estudiantes de ciencia, en todos los niveles educativos. Para cumplir con este objetivo, es necesario desarrollar en los docentes las habilidades y conocimientos para: a) orientar el desarrollo de las capacidades y el logro de competencias ambientales claves en sus estudiantes, b) identificar y seleccionar contextos problemáticos socioambientales próximos a la cotidianidad de los estudiantes; c) diseñar unidades didácticas centradas en cuestiones sociocientíficas y cuestiones ambientalmente vivas, d) identificar concepciones y obstáculos en los estudiantes y en los actores involucrados para desarrollar las unidades didácticas, e) evaluar y calificar las competencias formadas desde niveles de complejidad (Mora, 2015).

Para lograr el desarrollo de estas capacidades es necesario que en la construcción y planteamiento del diseño curricular, se considere la enseñabilidad del contenido ambiental, en el CDC y en específico del componente metadisciplinar. Esto permite el diseño de tramas didácticas a la manera de hipótesis de transición en los procesos evolutivos de las ideas de los estudiantes y pueden apoyar el diseño de unidades didácticas. El docente debe estar formado permanentemente en la interdisciplinariedad de los componentes del CDC, idea con la que coincidimos con Mora (2015).

- Finalizando con el cumplimiento del tercer objetivo, de proponer recomendaciones en el campo de la formación de profesores, se presenta en el apartado 7, que este campo debe considerar un aspecto más, el de la Comprensión Pública de la Ciencia y como resultado de este trabajo también la Comprensión Pública la Química.

Esta adicción a la formación de profesores surge debido a la creciente desmotivación y analfabetismo de los estudiantes frente a temas científicos y químicos. Lo que se concluye es que este campo debe contemplar la posibilidad de formar a los docentes en el comprensión pública de la ciencia y de la química para poder enseñar a los estudiantes su importancia, como el adquirir las capacidades, conocimientos, habilidades, actitudes, destrezas y disposiciones cognitivas, socio afectivas y psicomotoras, necesarias para desempeñarse flexiblemente en diferentes contextos y encontrarle el sentido y resolución a las situaciones que tienen relación directa con la ciencia y la tecnología y que se afectan su vida diaria.

También, el análisis permitió determinar que el docente debe considerar la posibilidad de ofrecer un espacio exclusivo en su diseño curricular para enseñarle a sus alumnos la importancia de conocer la ciencia, las implicaciones del trabajo científico, y tecnológico, y los beneficios de tomar decisiones al respecto de situaciones particulares (Marcos y Chillón, 2010).

Del análisis de estas categorías sobresale la importancia de que las Universidades en el campo de la educación y en específico de la formación de profesores, propagan y den apertura a cursos de pregrado y postgrado en los que se presente como ejes temáticos la comunicación pública de la ciencia, la comprensión pública de la ciencia y la química en particular. De la misma forma se rescata el valor de la creación de espacios de educación no formales como los museos, centros

interactivos, exposiciones y videojuegos que divulgan información científica y permiten que el público acceda a la misma para poder aumentar y/o modificar la comprensión que presenta de la ciencia y la química.

En el caso específico de la química se busca la reconciliación de la visión científica con la visión social, para lo cual es necesario tener conocimientos en epistemología e historia de la química y en la línea de la Public Understanding of Science desde el enfoque Ciencia/Tecnología/ Sociedad y Ambiente (CTSA), con el objetivo de realizar una didáctica de la química orientada a la alfabetización y formación de docentes en torno al diseño curricular (Mora y Parga, 2010).

El desarrollar diseños curriculares en ciencias y de la química basados en proceso de alfabetización científica y tecnológica -ACT, no es la única opción para determinar el vínculo del público con la ciencia, ahora se propone el diseño de currículos basados en los objetivos, características y modelos de la comprensión pública de la ciencia, que amplía la propuesta de la ACT y desarrolla otros aspectos de la relación ciencia y público que antes ni se habían trabajado, como el impacto de los medios de comunicación, el trabajo con el periodismo científico, los modelos del conocimiento, el papel de las universidades, la responsabilidad ética y moral de los científicos, etc.

Es así como los análisis de resultados permitió desarrollar cada uno de los objetivos propuestos en el presente trabajo de investigación.

9. RECOMENDACIONES

Para continuar con el trabajo de investigación o para posibles investigaciones posteriores se realizan las siguientes recomendaciones:

- Analizar las publicaciones de la comprensión pública de la ciencia desde el año 1952 hasta la actualidad, determinan las semejanzas y diferencias con respecto a las categorías y subcategorías determinadas en el presente trabajo el cual se evidenció solo en el periodo de tiempo del 2010 al 2015.
- Ampliar la búsqueda y análisis del desarrollo y avance del campo de la comprensión pública de la química y su impacto socio-ambiental.
- Proponer un programa de formación de profesores en el campo de la comprensión pública de la ciencia, para que los docentes estén preparados para enfrentar y enseñar a distintos públicos que no comprenden la ciencia y que presentan imágenes negativas, distorsionadas y tergiversadas de la ciencia y de la Química.
- Proponer un diseño curricular en el que se tengan en cuenta las temáticas analizadas en cada subcategoría, y así se pueda cumplir con el objetivo de disminuir la distancia entre los científicos y el público y así todos comprendan y utilicen los productos de la CyT de una manera consciente, analizando los riesgos y beneficios y tomando decisiones al respecto.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. (1996a). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 35-44.
- Acevedo, J. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 134-169.
- Acevedo, J. (2010). ¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS? *Praxis Pedagógica*, 32-39.
- Acevedo, J., Vázquez, A., y Manassero, M. (2003). *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. Obtenido de <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>
- Acevedo, J., Vázquez, A., Manassero, M., y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 42-66.
- Acuña, K., Irigoyen, J., y Jiménez, M. (2013). La comprensión lectora y su evaluación en el contexto escolar. *Revista Mexicana de Investigación en Psicología*, 56-70.
- Adúriz- Bravo, A. (2006). La epistemología en la formación de profesores de ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 25-36.
- Adúriz-Bravo. (2004). Apuntes sobre la formación epistemológica de los profesores de ciencias naturales. *Pedagogía y Saberes*(21), 9-19.
- Adúriz-Bravo. (2005b). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Afonso, A., y Gilbert, J. (2013). The Role of 'Popular' Books in Informal Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 77-99.
- Albornoz, M. (2014). Cultura científica para los ciudadanos y cultura ciudadana para los científicos. *Revista Lucíernaga*, 71-77.
- Amador, R., Moreno, D., y Gallego, R. (2006). Los campos que hacen de la formación de profesores una línea de investigación en la didáctica de las ciencias de la naturaleza. *Revista de Enseñanza de la Física*, 21-33.
- Angell, M. (2004). *The truth about the drug companies: How they deceive us and what to do about it*. New York: Random House.
- Anónimo. (2011). A propósito de tecnópolis: la comprensión pública de la ciencia y la tecnología. *Ciencia Hoy*, 21(123), 4-5.
- Baram-tsabari, A., y Segev, E. (2011). Public Understanding of Science. *Public Understanding of Science*.
- Bardin, L. (1986). *Análisis del contenido*. Madrid: Akal.
- Barroso, C. (2012). Lo que sabemos e ignoramos: del conocimiento cotidiano a la comprensión de la tecnociencia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 127-139.
- Bauer, M. (2009). The Evolution of Public Understanding of Science—Discourse and Comparative Evidence. *Science, Technology and Society*, 14(2), 221-240.
- Bauer, M. (2009). The Evolution of Public Understanding of Science Discourse and Comparative Evidence. *Science, Technology and Society*, 221-240.

- Bauer, M., y Jensen, P. (2011). The mobilization of scientists for public engagement. *Public Understanding of Science*, 3-11.
- Bencze, J., Alpo, S., y Bowen, G. (2009). Student-teachers' Inquiry-based Actions to Address Socioscientific Issues. *Journal for Activist Science and Technology Education*, 1(2), 78-112.
- Bernal, J. (1976). *Historia Social de la Ciencia, I. La ciencia en la Historia*. Bracelona: Ediciones Península.
- Bernal, J. (1976). *Historia Social de la Ciencia, II. La ciencia de nuestro tiempo*. (Vol. II). Barcelona: Ediciones Península.
- Bickerstaff, K., Lorenzoni, I., Jones, M., y Pidgeon, N. (2010). Locating Scientific Citizenship: The Institutional Contexts and Cultures of Public Engagement. *Science, Technology, and Human Values*, 474-500.
- Bird, C., y Frey, J. (2013). Chemical information matters: an e-Research perspective on information and data sharing in the chemical sciences. *Chemical Society Reviews*, 6754-6776.
- Blanco, Á. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 70-86.
- Bodmer, W. (2010). public understanding of science: the ba, the royal society and copus. *Notes and Records of The Royal Society*, 151-161.
- Bray, B., France, B., y Gilbert, J. (2012). Identifying the Essential Elements of Effective Science Communication: What do the experts say? *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 23-41.
- Brockman, J. (1996). *La Tercera Cultura*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Brunetti, J., Ormart, E., y Antón, C. (2014). La Percepción de la Ciencia y la Tecnología y su relacion con la Educación. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.*, (págs. 3-12). Argentina.
- Caamaño, A. (2012). La elaboración y evaluación de modelos científicos escolares es una forma excelente de aprender sobre la naturaleza de la ciencia. En E. Rodríguez, A. Caamaño, P. León, y A. De Pro, *Serie Didáctica de las ciencia experimentales* (págs. 105-126). Barcelona: Editorial GRAÓ, de IRIF, S.L.
- Calvo, H. (1984). Periodismo Científico. *Comunicación y Medios*, 79-105.
- Campanario, J. (2006). *El factor de impacto de las revistas académicas: preguntas y respuestas*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2014, de <http://www2.uah.es/jmc/factordeimpacto.pdf>
- Campanario, J., Moya, A., y Otero, J. (2001). Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad. *Enseñanza de las ciencias*, 19(1), 45-56.
- Campbell, P. (2011). Understanding the receivers and the reception of science's uncertain messages. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 4891-4912.
- Cantú, J. d., y Pérez, M. d. (2012). CTS y desarrollo sostenible como herramientas para la enseñanza científica y tecnológica. *Revista Congreso Universidad*, 1(1), 1-10.
- Cardoso, L., y Andrade, G. (2013). Imagem pública e divulgação da química: desafios e oportunidades. *Química Nova*, 36(10), 1561-1569.
- Cardoso, L., Marson, G., Moraes de Rezende, C., y Viana, M. (2013). Imagem pública e divulgação da química: desafios e oportunidades. *Química Nova*, 1561-1569.

- Casallas, H. (2013). Usos de la ciencia en la publicidad televisiva colombiana. Un estudio exploratorio sobre las representaciones de la ciencia en televisión. *Universitas Humanística*, 447-475.
- Cazau, P. (24 de Mayo de 1997). *Los antepasados del conocimiento científico*. Obtenido de <http://desarrollandoelmundorural.com/sites/default/files/Tipos%20de%20conocimiento.pdf>
- Cazaux, D. (2011). Una nueva oportunidad para la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en iberoamérica. *Revista Luciérnaga*, 3(6), 1-5.
- Cea D'Ancona, M. d. (2001). *Metodología Cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*. España: Síntesis Sociología.
- Chamizo, J. (2011). La imagen pública de la química. *Educación Química*, 22(4), 320-331.
- Collins, H. (1987). Certainty and the Public Understanding of Science: Science on Television. *Studies in Science Education*, 17(4), 689-713.
- Conrad, B. (2006). Public knowledge, public trust: Understanding the 'knowledge deficit'. *Community Genetics*, 9(3), 178-183.
- Cortassa, C. (2010a). Asimetrías e interacciones. Un marco epistemológico y conceptual para la investigación de la comunicación pública de la ciencia. *ArtefaCToS*, 3(1), 151 - 185.
- Cortassa, C. (2010b). El aporte de la Teoría de las Representaciones Sociales a los estudios de Comprensión Pública de la Ciencia. *Ciencia, Docencia y Tecnología*(40), 9-44.
- Cortassa, C. (2010c). Del déficit al diálogo, ¿y después? Una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 5(14), 159-184.
- Cuestiones actuales sobre comunicación pública de la ciencia. Presentación. (2010). *ArtefaCToS*, 3(1), 3-11.
- Daghestani, A. (2011). A survey on relationships between society and science in the world today. *International Journal of Academic Research* , 1313-1315.
- Dal, B., Özdem, Y., Öztürk, N., y Alper, U. (2013). Building capacity for public understanding of science: a report on the role of science centers. *Bilge Strateji*, 55-67.
- Daley, S. (2000). Public Science Day and the public understanding of science in America. *Public Understanding of Science* , 9(2), 175.
- De Semir, V. (2011). *Meta análisis: comunicación científica y periodismo científico*. Barcelona: Editorial MIC.
- Delicado, A. (2010). Exhibiting science in Portugal: Practices and representations in museums. *Portuguese Journal of Social Science*, 9(1), 19-32.
- Dierkes, M., y Von Grote, C. (2000). Public Understanding of Science and Technology: State of the Art and Consequences for Future Research. En M. Dierkes, y C. Von Grote, *Between Understanding and Trust The Public, Science and Technology* (págs. 344-363). Routledge.
- Dodds, R. T., Durant, J., Evans, G., Weitkamp, E., y Thomas, G. (2009). The Public Understanding of Science. *nature.com*, 17(2), 211-230.
- Domínguez -Gutiérrez, S. (s.f). La ciencia en estudiantes mexicanos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 1-12.
- Durant, J., Evans, T., y Thomas, T. (1989). *The Public Understanding of Science*. EE.UU: Springer.

- Ede, A. (2006). Abraham Cressy Morrison in the agora: Bringing chemistry to the public. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 12(1).
- Einsiedel, E. (2000). Understanding 'Publics' in the Public Understanding of Science. En M. Dierkes, y C. Von Grote, *Between Understanding and Trust: The Public, Science and Technology*. London: Routledge.
- Eizagirre, A. (2013). Las percepciones sociales en Europa sobre el rol de la ciencia y la tecnología. *Revista de Estudios Sociales*, 67-78.
- Elías, C. (2012). La comprensión pública de la ciencia como campo emergente de investigación. *Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular*, 173, 6-8.
- Entradas, M. (2015). science and the public: the public understanding of science and its measurements. *Portuguese Journal of Social Science*, 71-85.
- Espinoza, N. (2012). La Comunicación Pública de la Ciencia y Tecnología en el Perú. *International Journal of Deliberative Mechanisms in Science*, 1(1), 77-93.
- Estany, A. (1995). Louis Proust y la revolución ontológica de Jhon Dalton. *Arbor*, 111-135.
- Esteve, F., y Fernández, J. (1999). Periodismo Científico. En F. Esteve, y J. Fernández, *Áreas de Especialización Periodística* (págs. 107-127). Madrid: Editorial Fragua.
- Estrada, E. (2014). El periodismo científico, la difusión y la divulgación de la ciencia. *Revista Ciencia UANL*, 72-74.
- Evans, N. (2010). Speak No Evil: Scientists, Responsibility, and the Public Understanding of Science. *Nanoethics*, 215–220.
- Federación Española para la Ciencia y la Tecnología -FECYT. (s.f). Apuntes sobre los estudios de percepción social de la ciencia y la tecnología. *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología*, 1-15.
- Felquer, L. (29 de Octubre de 2015). *Las revistas científicas: su importancia como instrumento de comunicación de la ciencia*. Obtenido de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/02-Humanisticas/H-019.pdf>
- Fensham, P. (1999). School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 755-763.
- Fensham, P. (2002). Time to change Drivers for Scientific Literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(2), 9-24.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., y Cachapuz, A. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 477-488.
- Ferrer, A., y León, G. (2015). cultura científica y comunicación de la ciencia. *Razón y Palabra*.
- Ferreya, H., Bono, L., Blanas de Marengo, G., Bosack, A., Di Franceso, A., Eberle, M., . . . Vidales, S. (2013). Indagación de la percepción pública de la ciencia y la tecnología para la participación ciudadana y el desarrollo social en la provincia de Córdoba, Argentina. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación.*, IV(4), 1-20.
- Fourez, G. (1994). *Alfabetización Científica y tecnológica acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue.
- Funtowicz, S., y Ravetz, J. (2000). *La ciencia posnormal*. Barcelona: Icaria editorial s.a.

- Furio, C., y Gil, P. (1989). La Didáctica de las Ciencias en la Formación Inicial del Profesorado: Una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las ciencias*, 7(3), 257-265.
- Furió, C., y Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. En L. Del Carmen, *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- Gálvez, V., y Waldegg, G. (2004). Ciencia y Cientificidad en la televisión educativa. *Enseñanza de las ciencias*, 22(1), 147-158.
- Galvis, C., y Botero, L. (2013). Comunicación Pública de la Ciencia como factor de consolidación democrática. *Redes.com: Revista de estudios para el desarrollo social de la comunicación*, 25-41.
- García, M. (2010). Percepción pública de la ciencia: ¿Qué ciencia?; ¿Qué público? una aproximación al impacto de los enfoques etnográficos en los estudios de la percepción pública de la ciencia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(1), 1-16.
- García, N. (28 de Septiembre de 2015). *Conocimiento Científico -Ciencias Económicas*. Obtenido de <http://eco.unne.edu.ar/economia/catedras/MetCsSs/13-Clase1-ConocimientoCotidianoyCientifico.pdf>
- Gartner, I. (2010). Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas. *Revista Luna Azul*, 30, 29-59.
- Gartner, I. (2010a). Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas. *Revista Luna Azul*, 30, 29-59.
- Gauchat, G. (2011). The cultural authority of science: Public trust and acceptance of organized science. *Public Understanding of Science*, 20(6), 751-770.
- Gil, D. (1993). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un Modelo de Enseñanza/ Aprendizaje como Investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 11(2), 197-212.
- Gil, D., Sifredo, C., Valdés, P., y Vilches, A. (2005). ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual? En U. O. Caribe, *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años* (págs. 15-29). Santiago, Chile: Andros Impresores.
- Giordán, A., y De Vecchi, G. (1988). *Los Orígenes del Saber: De las Concepciones personales a los Conceptos Científicos*. España: Diada Editores.
- Gisler, P., y Kurath, M. (2011). Paradise Lost? "Science" and "the Public" after Asilomar. *Science, Technology, and Human Values*, 213-243.
- Gómez, J. (2012). La comprensión pública de la nanotecnología en España. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 7(20), 177-207.
- Gondon, A. (2011). El debate en torno a la fundamentación del conocimiento en Habermas, y la discusión acerca del saber experto y la participación pública en el campo CTS. *Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología*, 20(3), 389 - 407.
- Gordon, G. (2011). The cultural authority of science: Public trust and acceptance of organized science. *Public Understanding of Science*, 751-770.
- Gregory, J., y Lock, S. (2008). The Evolution of 'Public Understanding of Science': Public Engagement As a Tool of Science Policy in the UK. *Sociology Compass*, 2(4), 1252-1265.

- Guisasola, J., y Morentin, M. (2010). Concepciones del Profesorado sobre visitas escolares a museos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 127-140.
- Harpp, D., Fenster, A., y Schwarcz, J. (2011). Chemistry for the public: Our challenge. *Journal of Chemical Education*, 88(6), 739-743.
- Hartings, M., y Declan, F. (2011). Communicating chemistry for public engagement. *Nature chemistry*, 9(3), 674-677.
- Haynes, R. (1994). *From Faust to Strangelove. Representations of the Scientist in Western Literature*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Hermelin, D. (2011). Un contexto para la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Colombia: de las herencias eurocéntricas a los modelos para la acción. *Co-herencia*, 231-260.
- Hermelin, D. (2013). Desastres, medios masivos y comunicación pública de la ciencia: entre la vulnerabilidad y la cohesión social en Colombia y América Latina. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 15(3), 15-34.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana editores S.A de C.V.
- Hodson, D. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- Hodson, D. (1993). In search of a Rationale for Multicultural Science Education. *Science Education*, 77(6), 685-711.
- Hostil, O. (1969). *Content analysis for the social sciences and humanities*. Addison Wesley.
- Hroar, S. (2011). Mythical Thinking, Scientific Discourses and Research Dissemination. *Integrative Psychological and Behavioral Science*, 216-222.
- Huang, C.-J., y Allgaier, J. (2015). What science are you singing? A study of the science image in the mainstream music of Taiwan. *Public Understanding of Science*, 24(1), 112 –125.
- Hyman, P. (2001). Public understanding of science versus public understanding of research. *Public understanding of science*, 10(4), 421-426.
- Isaev, L. (2011). International year of chemistry. *Measurement Techniques*, 54(9), 963.
- Jensen, W. (1998). One Chemical Revolution or Three? *Journal of Chemical Education*(75), 961-969.
- Jiménez, S., y Palácio, M. (2010). Comunicación de la ciencia y la tecnología en museos y centros interactivos de la ciudad de Medellín. *Universitas Humanística*, 227-257.
- Johnstone, A. (1982). Macro and micro chemistry. *School Science Review*, 377-379.
- Kemp, A. (2002). Implications of diverse meanings for “scientific literacy”. *Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*. Charlotte, N.C.
- Khamene, A. D. (2011). A survey on relationships between society and science in the world today. *International Journal of Academic Research*, 3(2), 1313-1315.
- Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido. Teoría y Práctica*. Barcelona: Paidós Ibérica S.A.
- La O Pérez, L., Mercadé, M., y Cruz, M. (2014). Percepción social sobre ciencia y tecnología en la ciudad de Holguín (Cuba). *TRILOGÍA. Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 10, 53 – 68.

- Laszlo, P. (2006). On the Self-Image of Chemists. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 12(1), 99-130.
- Laszlo, P., y Greenberg, A. (1991). Falacias acerca de la química. *Educación Química*, 21(1), 29-35.
- Lewenstein, B. (2010). Modelos de comprensión pública: la política de la participación pública. *ArtefaCToS*, 13-29.
- Llácer, E., y Ballesteros, F. (2012). El lenguaje científico, la divulgación de la ciencia y el riesgo de las pseudociencias. *Quaderns de Filologia. Estudis lingüístics*, 51-67.
- Locke, S. (2001). Sociology and the public understanding of science: from rationalization to rhetoric. *The British journal of sociology*, 52(1), 1-18.
- Lorenzano, P. (2011). La teorización filosófica sobre la ciencia en el siglo XX (y lo que va del XXI). *Discusiones Filosóficas*, 12(19), 131-154.
- Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(3), 229-245.
- Marco, B. (2000). Rutgers University. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 1(3), 141-164.
- Marco, B. (2005). La naturaleza de la Ciencia, una asignatura pendiente en los enfoques CTS. Retos y Perspectivas. En P. Membiela, y Y. Padilla, *Retos y perspectivas de la enseñanza de la ciencias desde el enfoque Ciencia- Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI* (págs. 35-38). Educación Editora.
- Marcos, A., y Chillón, J. (2010). Para una comunicación crítica de la ciencia. *ArtefaCToS*, 3(1), 81-108.
- Marques, C. (2012). Estilos de pensamiento de profesores italianos sobre a Química Verde na educação química escolar. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 316-340.
- Martínez, J., Dho, S., Vaculik, M., Llarens, P., Cúndom, A., Almirón, J., y S, M. (2013). Percepción social sobre la Ciencia y la Tecnología en las provincias del nordeste Argentino. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 41-50.
- Martínez, L. (2006). *Comunicar la ciencia*. Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.
- Martínez, L., Villamil, Y., y Peña, D. (2006). Actitudes favorables hacia la química a partir del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS + I* (págs. 1-11). Palacio de Minería del 19 al 23 de Junio: Organización de Estados Iberoamericanos.
- Massarani, L. (2015). Voices from other lands. *Public Understanding of Science*, 2-5.
- Master, Z., y Resnik, D. (2013). Hype and Public Trust in Science. *Science and Engineering Ethics*, 19(2), 321–335.
- Master, Z., y Resnik, D. (2013). Hype and Public Trust in Science. *Science and Engineering Ethics*, 19(2), 321–335.
- Mazzaro, C. (2010). Comunicar la ciencia. Perspectivas, problemas y propuestas. *PSIENCIA Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica*, 2(2), 122-127.
- Mazzitelli, C., y Aparicio, M. (2010). El abordaje del conocimiento cotidiano desde la teoría de las representaciones sociales. *Revista Eureka Enseñanza y Divulgacion de las Ciencias*, 636-652.
- Mellado, V., y Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la Filosofía de las Ciencias a la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 11(3), 331-339.

- Membiela, P. (2002). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. En P. Membiela, *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía* (págs. 91-103). Madrid: NARCEA,S.A . Recuperado el 11 de Noviembre de 2014, de http://books.google.com.co/books?id=_8ekkdqNCjUCypg=PA91yIpg=PA91yDq=Una+revisi%C3%B3n+del+movimiento+CTS+en+la+ense%C3%B1anza+de+las+ciencias&source=blyots=5Sb__CNeloysig=rP_AR4J3V0o6Pbzv9QrMMR7GWwEyhl=esysa=Xyei=blDiVK-VG6HdsATo54K4CAyved=0CDsQ6AEwBA#v=
- Membiela, P. (2007). Sobre la deseable relación entre comprensión pública de la ciencia y alfabetización científica. *Tecné, Episteme y Didaxis*(22), 107-112.
- Meneses, A., Santos-Rocha, E., y Furnival, A. (2009). Compreensão Pública da Ciência: Breve representação da produção científica dos últimos dez anos. *Lecomciencia II Seminario Lecotec de comunicação e Ciência*, 1-9.
- Mengascini, A., Menegaz, A., Murriello, S., y Petrucci, D. (2004). «...Yo así, locos como los vi a ustedes, no me lo imaginaba.» Las imágenes de ciencia y de científico de estudiantes de carreras científicas. *22*(1), 65-78.
- Mesía, R. (2011). ¿Ciencia para todos? algunas reflexiones acerca de la popularización de la ciencia. *Investigación Educativa*, 15(27), 189-206.
- Mikulak, A. (2011). Mismatches between 'Scientific' and 'Non-Scientific' Ways of Knowing and Their Contributions to Public Understanding of Science. *Integrative Psychological and Behavioral Science*, 201-215.
- Milanés, Y., Solís, F., y Navarrete, J. (2010). Aproximaciones a la evaluación del impacto social de la ciencia, la tecnología y la innovación. *Acimed*, 161-183.
- Miller, S. (2001). Public Understanding of Science at the Crossroads. *Public Understanding of Science*, 10(1).
- Molero, D. (2009). Documentación y búsqueda de información. En A. Pantoja, *Manual básico para la realización de tesis, tesis y trabajos de investigación* (págs. 100-125). Madrid: Editorial EOS.
- Montañés, O. (2010). *Problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia*.
- Montañés, Ó. (2010b). La cultura científica como fundamento epistemológico de la comunicación pública de la ciencia. *ArtefaCToS*, 3(1).
- Montañés, Ó. (2010c). Cuestiones actuales sobre comunicación pública de la ciencia. Presentación. *ArtefaCToS*, 3(1), 3 - 11.
- Mora, W. (1997). Naturaleza del Conocimiento Científico e Implicaciones Didácticas. *Educación y Pedagogía*(18), 133-144.
- Mora, W. (2009). Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible ante la crisis planetaria: demandas a los procesos formativos del profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 7-34.
- Mora, W. (2012). *La Inclusión de la Dimensión Ambiental en la Educación Superior: Un estudio de caso en la Facultad de Medio Ambiente de la Universidad Distrital en Bogotá*. España: Universidad de Sevilla.
- Mora, W. (2015). Desarrollo de capacidades y formación en competencias ambientales en el profesorado de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 185-203.

- Mora, W. (2015). El desarrollo profesional pedagógico-didáctico del profesorado universitario: necesidades, retos y propuestas docentes en el área ambiental. En H. González, y T. Sánchez, *Primer Simposio Internacional de Formación de Profesores Universitarios* (págs. 121-132). Bogotá: Editorial de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Mora, W., y Parga, D. (2007). Tramas histórico-epistemológicas en la evolución de la teoría estructural en química orgánica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 100-118.
- Mora, W., y Parga, D. (2010). La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 27, 67-93.
- Muñoz-Matutano, G., Pastor, E., Alloza, E., Aler, M., y Gómez, J. (2013). Divulgando la cultura científica en la ciudad. Asociación cultural "Piratas de la Ciencia". *AUSART Journal for Research in Art*, 1(1), 133-141.
- Nova, M. (2011). Elementos de reflexión para el propósito de convertir a la ciencia en un aliado más confiable en la lucha por la justicia social. *Revista de Estudios Sociales*, 109-118.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2012). *III Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y Tecnología (II ENPPCyT)*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación -Colciencias.
- Oleques, L., Boer, N., y Bartholomei-Santos, M. (2013). Reflexões acerca das diferentes visões sobre a natureza da ciência e crenças de alunos de um curso de Ciências Biológicas. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 110-125.
- Olmedo, J. (2011). Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(2), 137-148.
- Organización de Estados Iberoamericanos -OEI. (s.f). Del periodismo científico al compromiso público de la ciencia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I*, 1-3.
- Páramo, P. (2011). La investigación documental y el estado del arte como estrategias de investigación en ciencias sociales. *La investigación en ciencias sociales: estrategias de investigación*, 195-210.
- Perales, F., y Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. España: Editorial Marfil Alcoy.
- Pérez, T. (2011). Feminización y popularización de ciencia y tecnología en la política científica colombiana e india. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 6(17), 77-103.
- Pestre, D. (2003). Regimes of knowledge production in society: Towards a more political and social reading. *Minerva*, 41(3), 245-261.
- Petit, M., y Solbes, J. (2012). La Ciencia y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 2(30), 55-72.
- Petrucci, D., y Dibar, U. (2001). Imagen de la ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. *Enseñanza de las ciencias*, 19(2), 217-229.
- Pinto, M. (1989). Introducción al análisis documental y sus niveles: el análisis de contenido. *Anabad*, XXXIX(2), 323-341.
- Piron, F., y Varin, T. (2014). El caso Seralini y la confianza en el orden normativo dominante de la ciencia. *Sociológica*, 231-274.
- Pogré, P. (2007). ¿Cómo enseñar para que los estudiantes comprendan? *Revista Diálogo Educativo*, 7(20), 25-32.

- Polino, C., Fazio, M., y Vaccarezza, L. (2003). Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos. Aproximación a problemas conceptuales. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*(5).
- Porlán, A. (1998). Pasado, Presente y Futuro de la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 16(1), 175-185.
- Prpié, K. (2011). Science, the public, and social elites: How the general public, scientists, top politicians and managers perceive science. *Public Understanding of Science*, 20(6), 733–750.
- Química, D. d. (2000). *Grupos y líneas de investigación que apoyan el programa de Maestría en Docencia de la Química*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Quintero, C. (2010). Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. *Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte*(12), 224-239.
- Reif, F., y Larkin, J. (1994). El conocimiento científico y el cotidiano: comparación e implicaciones para el aprendizaje. *Comunicación, Lenguaje y Educación*(21), 3-30.
- Reis, P., y Galvão, C. (2006). O diagnóstico de concepções sobre os cientistas através da análise e discussão de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 213-234.
- Reis, P., Rodrigues, S., y Santos, F. (2006). Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 51-74.
- Retzbach, A., Marschall, J., Rahnke, M., Otto, L., y Maier, M. (2011). Public understanding of science and the perception of nanotechnology: the roles of interest in science, methodological knowledge, epistemological beliefs, and beliefs about science. *Journal of Nanoparticle Research*, 13.
- Riise. (2008). Bringing Science. En Riise, *Communicating Science in Social Contexts: New Models, New Practices*.
- Rodríguez, G., Gil, J., y García, E. (1996). Metodología de la Investigación Cualitativa. Recuperado el 7 de Octubre de 2014, de <http://es.scribd.com/doc/13070647/Metodologia-de-La-Investigacion-Cualitativa-Caps-1-y-2>
- Roldán, J. (2011). La investigación documental y el estado del arte como estrategias de . *La investigación en ciencias sociales: estrategias de investigación en ciencias sociales*, 195-210.
- Romo, A. (1998). *La Enseñanza de la Química y su Relación con las Actitudes de Los Estudiantes Hacia la Química*. Tesis Doctoral , España.
- Rothberg, D., y Passos, L. (2013). Comunicação da ciência e cidadania: os critérios da produção jornalística. *Redes.com: Revista de estudos para el desarrollo social de la comunicación*, 61-81.
- Royal Society. (1985). *The Public Understanding of Science*. Londres.
- Russell, C. (1993). Science as public culture: chemistry and Enlightenment in Britain, 1760–1820. *Medical history*, 37(4), 468-469.
- Sabariego, J., y Manzanares, M. (2006). Alfabetización científica. *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS +I*, (págs. 1-9). Palacio de Minería del 19 al 23 de Junio .
- Salta, K., Gekos, M., Petsimeri, I., y Koulougliotis, D. (2012). Discovering factors that influence the decision to pursue a chemistry-related career: A comparative analysis of the experiences of non scientist adults and chemistry teachers in Greece. *Chemistry Education Research and Practice*, 437-446.

- Sánchez-Mora, C., Reynoso-Haynes, E., y Sánchez, A. (2015). Public communication of science in Mexico: Past, present and future of a profession. *Public Understanding of Science*, 24(1), 38–52.
- Schibecchi, R. (1984). Attitudes to science: an update. *Studies in science education*, 11, 26-59.
- Schummer, J. (2003). The notion of nature in chemistry. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 34(4), 705-736.
- Schummer, J., y Spector, T. (2007). The Visual Image of Chemistry Perspectives from the History of Art and Science. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 13, 3-41.
- Schummer, J., Bensaude-Vincent, B., y Van Tiggelen, B. (2006). *Special Issue on “The Public Image of Chemistry” Part I Editorial*. Obtenido de <http://www.hyle.org/journal/issues/12-1/editorial.htm>
- Scotchmoor, J., Thanukos, A., y Potter, S. (2009). Improving the public understanding of science: New initiatives. *American Journal of Botany*, 96(10), 1760-1766.
- Shamos, M. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick : Rutgers University Press.
- Shrigley, R., y Jhonson, J. (1974). The Attitude of In Service Elementary Teachers Toward Science. *School Science and Mathematics*, 74(5).
- Sjöström. (2007). The Discourse of Chemistry (and Beyond). *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, 13, 83-97.
- Society, T. R. (1985). *The Public Understanding of Science*. London: Report of a Royal Society .
- Solbes, J., y Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las ciencias*, 19(1), 151-162.
- Solbes, J., y Traver, M. (2003). Against a Negative Image of Science: History of Science and the Teaching of Physics and Chemistry. *Science y Education*, 12(7), 703-717.
- Solbes, J., y Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*, 22(3), 337-348.
- Soledad, V. (2012). Encuentro con la comunicación pública de la ciencia en la TV argentina. *La Trama de la Comunicación*, 269-283.
- Stilgoe, J., Lock, S., y Wilsdon, J. (2014). Why should we promote public engagement with science? *Public understanding of science* , 23(1), 4-15.
- Stone, M. (1999). *La Enseñanza para la Comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica* (Primera ed.). Buenos Aires: Paidós.
- Suerdem, A., Bauer, M., Howard, S., y Ruby, L. (2013). PUS in turbulent times II – A shifting vocabulary that brokers inter-disciplinary knowledge. *Public Understanding of Science*, 22(1), 2-15.
- Tena, J. (2003). La Ciencia Desapercibida. *Sesiones Invitadas. Actas Congreso Internacional. La Ciencia ante el Público: Cultura Humanista y Desarrollo Científico-Tecnológico* (págs. 112-123). España: Universidad de Salamanca.
- Thomas, G., y Durant, J. (1987). Scientific Literacy: Issues and Perspectives. Why Should we Promote the Public Understanding of Science? *A Journal of Research in Science, Education and Research*, 1-14.
- Torres, C. (2005). Representaciones sociales de la ciencia y la tecnología. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*(111), 9-44.

- Torres, C., y Alexis, H. (2013). Usos de la ciencia en la publicidad televisiva colombiana. Un estudio exploratorio sobre las representaciones de la ciencia en televisión. *Universitas Humanística*(76), 447-475.
- Trelles, I., y Rodríguez, M. (2013). Comunicación de la Ciencia y la Tecnología y cultura científica para la prevención de riesgos. Experiencia cubana. *Miguel Hernández Communication Journal*, 48(10).
- Turney, J. (1996). Public understanding of science. *Lancet*, 347(9008), 1087-1090.
- Tytler, R., Duggan, S., y Gott, R. (2001). Public participation in an environmental dispute: Implications for science education. *Public Understanding of Science*, 10, 343–364.
- Universidad de Chile. (14 de Noviembre de 2014). *Factor de impacto de revistas científicas*. Obtenido de <http://www.uchile.cl/portal/informacion-y-bibliotecas/ayudas-y-tutoriales/100176/factor-de-impacto-de-revistas-cientificas>
- UPN, Departamento de Química [DQU]. (2014). *Lineas de Investigación*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- UPTC. (2015). Ciencia y Conocimiento Científico. En UPTC, *Introducción a la investigación* (págs. 1-14).
- Ursua, N. (2002). ¿Por qué hay que divulgar el conocimiento científico-tecnológico? Un plan de acción de la Unión Europea para mejorar las relaciones entre ciudadanos científicos y políticos. *Revista internacional de los estudios vascos*, 47(2), 371-386.
- Vaccarezza, L., Polino, C., y Fazio, M. (s.f). Hacia una medición de la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos. *Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana*, 1-15.
- Valcárcel, M., y Lucena, R. (2012). La responsabilidad social de la ciencia y la tecnología. *Anales de la real sociedad española de Química*, 156-159.
- Valdecasas, A., y Correas, A. (2010). Science literacy and natural history museums. *Journal of Biosciences*, 507-514.
- Vara, A. (2012). Cuando saber menos es mejor que saber más: reflexiones en torno a los límites en la producción y diseminación del conocimiento. *Fundamentos en Humanidades*, 15-28.
- Vásquez, Á., y Manassero, M. (2008). El Declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Villarroel, P., Valenzuela, V., Vergara, G., y Sepúlveda, C. (2013). Comprensión pública de la ciencia en Chile: adaptación de instrumentos y medición. *Convergencia: Revista de Ciencias Sociales*, 13-40.
- Villarruel, M. (2013). Divulgar ciencia: compromiso social del investigador. *TRILOGÍA. Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 67-76.
- Vogt, C. (2012). The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. *Public Understanding of Science*, 4-16.
- Von Grote, C., y Dierkes, M. (2005). Public Understanding of Science and Technology: State of the art and consequences for future research. En M. Dierkes, y C. Von Grote, *Between Understanding and Trust The Public, Science and Technology* (págs. 234- 247). Taylor y Francis e-Library.
- Wolf, W. (1983). Ciencia, divulgación y periodismo científico. *Comunicación y Medios*, 33-54.

- Wynne, B. (1995). The Public Understanding of Science. En G. Jassanoff, J. Markle, y T. Pinch, *Handbook of Science and Technology Studies*, (págs. 361-388).
- Yager, R., y Penich, J. (1986). Perception of Four Age Groups Towards Science Classes, Teachers and the Values in Science. *Science Education*, 70, 355-363.
- Yamamoto, Y. (2012). Values, objectivity and credibility of scientists in a contentious natural resource debate. *Public Understanding of Science*, 21(1), 101-125.
- Zepeda, A. (2003). Imagen Pública y poder político. *Revista Mexicana de Comunicación*, 16-21.
- Zepeda, A. (2006). Imagen publica: factor real de poder. *Revista Mexicana de Comunicación*, 32-35.
- Ziman. (1991). Public Understanding of Science. *Science, Technology y Human Values*, 16(1), 1-99.
- Ziman, J. (2003). Science And Civil Society. *Sesiones Plenarias. Actas Congreso Internacional. La Ciencia ante el Público: Cultura Humanista y Desarrollo Científico-Tecnológico* (págs. 70-88). España: Universidad de Salamanca.

11. ANEXOS

11.1 ANEXO 1. Tabla de caracterización de las revistas y artículos publicados en el campo de la CPCyT desde 1952 – 2009.

No.	Revista	ISSN	Índice y Factor de Impacto	Número de publicaciones anuales	Ubicación Geográfica	Contexto Geográfico	Número de Artículos por revista	Nombre Artículo	Idioma de la publicación	Año de publicación	Volumen	Número
1	AIP Conferencia Proceedings	0094-243X	SJR:0,161	12	Rumanía	Europeo	1	The public understanding of science: 'the wolfendale report' and other matters	Inglés	2008	972	570
2	Anales de la real sociedad española de Química	1575-3417	Dialnet : Grupo C;Lati ndex: 33	4	España	Europeo	2	Algunas reflexiones sobre la imagen de la Química	Español	2001	108	2
3	Anales de documentación	1697-7904		2	España	Europeo	1	La responsabilidad social de la ciencia y tecnología	Español	2012	5	2
4	Annals Of Geophysics	2037-416X	JCR: 1,157; SJR: 0,886	6	Italia	Europeo	1	El aprendizaje de la ciencia y de la información científica en la educación superior	Español	2002	55	3
5	ArtefactoS	1989-3612	Indizada en: Dialnet	1	España	Europeo	5	Memories of the past contribute to prevention: photography as a direct means for public understanding of science	Inglés	2012	3	1
								La cultura científica como fundamento epistemológico de la comunicación pública de la ciencia	Español	2010	3	1
								Modelos de comprensión pública: la política de la participación pública	Español	2010	3	1
								Cuestiones actuales sobre comunicación pública de la ciencia. Presentación	Español	2010	3	1

								Asimetrías e interacciones. Un marco epistemológico y conceptual para la investigación de la comunicación pública de la ciencia.	Español	2010	3	1
								Para una comunicación crítica de la ciencia	Español	2010	3	1
6	AUSART Journal for Research in Art	2340- 8510		2	España	Europeo	1	Divulgando la cultura científica en la ciudad: Asociación Cultural "Piratas de la Ciencia"	Español	2013	1	1
7	Biologist	0006- 3347	SJR:0, 101	2	Reino Unido	Europeo	1	Public Understanding of Science	Inglés	2002	49	4
8	Boletín de la ANABAD	0210- 4164		4	España	Europeo	1	La comprensión del público en un centro de ciencia	Español	1993	43	3-4
9	British Educational Research Journal	0141- 1926	JCR: 1.1472 ; SJR: 1,868	6	Reino Unido	Europeo	1	The Public Understanding of Measurement Inaccuracy	Inglés	2005	31	4
10	Chemical Society Reviews	1460- 4744	JCR:3 3,383		Reino Unido	Europeo	1	Chemical information matters: an e-Research perspective on information and data sharing in the chemical sciences	Inglés	2013	42	
11	Chemistry Education Research and Practice	1109- 4028	JCR: 2,091	4	Reino Unido	Europeo	1	Discovering factors that influence the decision to pursue a chemistry-related career: A comparative analysis of the experiences of non scientist adults and chemistry teachers in Greece	Inglés	2012	13	
12	Circunstancia	1696- 1277	Latindex:33 ; Dialnet : Grupo B	3	España	Europeo	1	Compresión Pública de la Ciencia: Divulgación de la Ciencia en la Universidad Nacional Autónoma de México	Español	2008	6	15
13	Communicating Science in Social Contexts	ISBN:978- 1-4020- 8597-0			Suecia	Europeo	1	Bringing The Public To Science	Inglés	2008		

14	Didáctica de las ciencias experimentales y sociales	0214-4379	Latindex	1	España	Europeo	1	La educación científica ante las actuales transformaciones científico-tecnológicas	Español	1998		12
								Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias	Español	2000	18	2
								La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias	Español	2012	30	2
								La producción y la comprensión de la ciencia: la elaboración en el aprendizaje de la ciencia escolar	Español	1989	7	3
								La ciencia y la enseñanza de las ciencias en españa: un ejercicio de memoria histórica	Español	2008	26	1
15	Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	0212-4521	JCR: 0,333	3	España	Europeo	9	Concepciones del Profesorado sobre visitas escolares a museos de ciencias	Español	2010	28	1
								Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana	Español	2004	22	3
								Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas	Español	2014	32	3
								Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado	Español	2011	29	3
								Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas	Español	2012	30	1
16	Fundación Española				España	Europeo	1	Apuntes sobre los estudios de percepción social de la ciencia y la tecnología	Español	s.f		

	Science Communi- cation		SJR: 0,264						Popularização da ciência no Brasil: entrada na agenda pública, de qué forma?	Portugués	2008	7	4
									Participação pública e gestão rural das águas no brasil: uma alternativa ao déficit model	Portugués	2008	7	2
	Journal of Science Education and Technology	1059- 0145	JCR: 1,214	6	Países Bajos	Europeo	3		The Impact of Science Fiction Film on Student Understanding of Science	Inglés	2006	15	2
									Perceptions of Chemistry: Why is the Common Perception of Chemistry, the Most Visual of Sciences, So Distorted?	Inglés	1996	5	3
22									The Impact of Science Fiction Film on Student Understanding of Science	Inglés	2006	15	2
23	Journal of the royal society Interface	1742- 5689	JCR: 3,917	12	Reino Unido	Europeo	1		A general framework for analysing diversity in science, technology and society	Inglés	2007	4	
24	Journal of the Royal Society of Medicine	0141- 0768	SJR: 0,69	12	Reino Unido	Europeo	1		Public understanding of science	Inglés	2003	96	12
25	Metascie- nce	0815- 0796	SJR:0, 104	3	Países Bajos	Europeo	1		Science and its publics, for professionals	Inglés	2008	17	
26	Miguel Hernández Comunica- tion Journal	1989- 8681	Latind ex: 32	1	España	Europeo	1		Comunicación de la Ciencia y la Tecnología y cultura científica para la prevención de riesgos. Experiencia cubana	Español	2013	48	10
27	Minerva	0026- 4695	JCR: 0,957; JCR: 1,034	4	Países Bajos	Europeo	1		The public understanding of science and public participation in regulated worlds	Inglés	2004	42	
28	Nanoethi- cs	1871- 4757	JCR:0, 703	3	Países Bajos	Europeo	1		Speak No Evil: Scientists, Responsibility, and the Public Understanding of Science	Inglés	2010	4	

29	Nature chemistry	1755- 4349	SJR: 9,257	12	Reino Unido	Europeo	1	Communicating chemistry for public engagement	Inglés	2011	3	9
30	New Media and Society	1461- 7315	JCR:2, 007		Reino Unido	Europeo	1	The internet's impact on international knowledge	Inglés	2008	10	3
31	Notes and Records of The Royal Society	1743- 0178	SJR:0, 287		Reino Unido	Europeo	4	public understanding of science: the ba, the royal society and copus	Inglés	2010	64	
								Science museums and the science museum	Inglés	2010		
								The history of science and the image of science	Inglés	2001	55	1
								The royal society and the 'brain drain': natural scientists meet social science	Inglés	2009	63	
32	Peabody Journal of Education	0161- 956X	SJR:0, 340	5	Reino Unido	Europeo	1	Today's Challenge to Science Teaching	Inglés	1952	30	3
33	Percepci ón Social de La Ciencia				España	Europeo	1	Cultura Científica y Participación Formativa	Español	2004		
34	Philosop hical Transacti ons of The Royal Society A	0080- 4614	SJR:0, 754		Reino Unido	Europeo	2	The e-Social Science research agenda	Inglés	2010	368	
								Uncertainty in science and its role in climate policy	Inglés	2011	369	
35	Philosop hical Transacti ons of The Royal Society B	1471- 2970	SJR:2, 544	Quincenal	Reino Unido	Europeo	3	The Medawar Lecture 1998 Is science dangerous?	Inglés	2005	360	
								Understanding the receivers and the reception of science's uncertain messages	Inglés	2011	369	
36	Portugue se Journal	1476- 413X		3	Portug al	Europeo	3	Science as organized scepticism Science and the public: The public understanding of science and its measurements	Inglés	2011	369	
									Inglés	2015	14	1

of Social Science							Exhibiting science in Portugal: Practices and representations in museums	Inglés	2010	9	1
							Science, culture and policy in Portugal: a triangle of changing relationships?	Inglés	2003	1	3
Public Understanding of Science	0963-6625	JCR: 1932 ; SJR: 1,17	8	Reino Unido	Europeo	47	Exploring public discourses about emerging technologies through statistical clustering of open-ended survey questions	Inglés	2013	22	7
							Networking expertise: Discursive coalitions and collaborative networks of experts in a public creationism controversy in the UK	Inglés	2012	21	3
							Synthetic biology in the view of European public funding organisations	Inglés	2012	21	2
							Similar challenges but different responses: Media coverage of measles vaccination in the UK and China	Inglés	2014	23	4
							How has neuroscience affected lay understandings of personhood? A review of the evidence	Inglés	2013	22	3
							Socio-psychological determinants of public acceptance of technologies: A review	Inglés	2012	21	7
							Classical Statements: A new feature of Public Understanding of Science	Inglés	2014	23	7
							Post-ecological discourse in the making	Inglés	2011	22	1
							Open access to Public Understanding of Science	Inglés	2012	21	7
							Public understanding of science at the crossroads	Inglés	2001	10	1
							Why should we promote public engagement with science?	Inglés	2014	23	1
							PUS in turbulent times II – A shifting vocabulary that brokers inter-disciplinary knowledge	Inglés	2013	22	1
PUS-at-20 – Twenty years of Public Understanding of Science	Inglés	2012	21	1							

What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda	Inglés	2007	16	1
A surfeit of science: The "CSI effect" and the media appropriation of the public understanding of science	Inglés	2015	0	0
Voices from other lands	Inglés	2015	24	1
Public communication of science in Mexico: Past, present and future of a profession	Inglés	2015	24	1
Corporate science education: Westinghouse and the value of science in mid-twentieth century America	Inglés	2015	24	2
Gender differences in scientific knowledge and attitudes toward science: a comparative study of four Anglo-American nations	Inglés	2000	9	
Attitudes toward science among the European public: a methodological analysis	Inglés	2002	11	
Persuasive images in popular science: Testing judgments of scientific reasoning and credibility	Inglés	2012	21	8
What science are you singing? A study of the science image in the mainstream music of Taiwan	Inglés	2015	24	1
Vernacular science knowledge: its role in everyday life communication	Inglés	2007	16	
Public participation: democratic ideal or pragmatic tool? The cases of GM foods and functional foods	Inglés	2011	20	2
The cultural authority of science: Public trust and acceptance of organized science	Inglés	2011	20	6
The mobilization of scientists for public engagement	Inglés	2011	20	1
The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America	Inglés	2012	21	1

Values, objectivity and credibility of scientists in a contentious natural resource debate	Inglés	2012	21	1
Public understanding of the politics of global warming in the news media: the hostile media approach	Inglés	2011	20	5
A twenty-first century Citizens' POLIS: introducing a democratic experiment in electronic citizen participation in science and technology decision-making	Inglés	2010	19	5
politicians and managers perceive science Science, the public, and social elites: How the general public, scientists, top politicians and managers perceive science	Inglés	2011	20	6
The (im)balance of nature: a public perception time-lag?	Inglés	2009	18	
Scientific literacy for all citizens: different concepts and contents	Inglés	1999	8	
Editorial	Inglés	2009	18	
Big science, little news: science coverage in the Italian daily press, 1946–1997	Inglés	2003	12	
Social identities and risk: expert and lay imaginations on pesticide use	Inglés	2008	17	
Public participation in an environmental dispute implications for science education	Inglés	2001	10	
science: How to improve communication across ideological divides? Evaluating the effects of ideology on public understanding of climate change	Inglés	2010	19	6
The public understanding of nanotechnology in the food domain : The hidden role of views on science, technology, and nature	Inglés	2011	20	2

								Science knowledge and attitudes across cultures: a meta-analysis	Inglés	2008	17	
								School science and its controversies; or, whatever happened to scientific literacy?	Inglés	2008	17	
								Scientific literacy as collective praxis	Inglés	2002	11	
								Public Understanding of Science in a Science Centre	Español	1992	1	
								Bias in the exchange of arguments: the case of scientists' evaluation of lay viewpoints on GM food	Inglés	2009	18	5
								Experts' understanding of the public: knowledge control in a risk controversy	Inglés	2007	16	
								Teaching about ozone layer depletion in Turkey: pedagogical content knowledge of science teachers	Inglés	2008	17	
								Citizen engagement processes as information systems: the role of knowledge and the concept of translation quality	Inglés	2007	16	3
38	Quaderns de Filologia. Estudis lingüístics	1135-461X		1	España	Europeo	1	El lenguaje científico, la divulgación de la ciencia y el riesgo de las pseudociencias	Español	2012	17	
	Redes.com: Revista de estudios para el desarrollo social de la comunicación	1696-2079	Latindex: 21	1	España	Europeo	2	Comunicación Pública de la Ciencia como factor de consolidación democrática	Español	2013		7
39								Comunicação da ciência e cidadania: os critérios da produção jornalística	Portugués	2013		7
40	Research in Science	0157-244X	JCR: 1,268;	6	Países Bajos	Europeo	1	Science Teachers' Knowledge about Teaching Models and Modelling in the Context of a New	Inglés	2007	37	

	Educación		SJR: 1,462						Syllabus on Public Understanding of Science				
									Consensos sobre la naturaleza de la Ciencia: la comunidad tecnocientífica	Español	2007	6	2
	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	1579-1513	Latindex: 33	4	España	Europeo	4		Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias	Español	2003	2	3
									Reflexões acerca das diferentes visões sobre a natureza da ciência e crenças de alunos de um curso de Ciências Biológicas	Portugués	2013	12	1
41									Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística	Español	2005	4	2
	Revista Española de Investigaciones Sociológicas	0210-5233	JCR: 0,321	4			1						
42					España	Europeo			Representaciones sociales de la ciencia y la tecnología	Español	2005	111	5
	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	1697-011X	Latindex: 34; e-Dialnet: Grupo C	3	España	Europeo	4		En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación	Español	2007	4	3
									Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia	Español	2004	1	2
									Secuencias dialógicas, la dimensión cts y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química	Español	2010	7	1
43									Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica	Español	2011	8	2
44	Revista Iberoamericana de	1681-5645	Latindex: 29; e-Dialnet	4	España	Europeo	2		Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos. Aproximación a problemas conceptuales	Español	2003		5

	<u>Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I</u>		: Grupo C						Del periodismo científico al compromiso público de la ciencia	Español	s.f		
45	Revista Iberoamericana de Educación	1022-6508	Latindex: 30	3	España	Europeo	1	Educación para participar en ciencia y tecnología. un proyecto para la difusión de la cultura científica	Español	2003		32	
46	Revue Européenne de Psychologie Appliquée	1162-9088	JCR: 0,677 SJR: 0,236	6	Francia	Europeo	1	Media representations of environmental issues: From scientific to political discourse	Inglés	2014	64	5	
47	Science and Engineering Ethics	1353-3452	JCR: 1,516 ;SJR: 0566	10	Países Bajos	Europeo	1	Hype and Public Trust in Science	Inglés	2013	19	2	
48	Science and Public Policy	1471-5430	SJR: 0,444	6	Reino Unido	Europeo	1	Dialogue and science: Innovation in policy-making and the discourse of public engagement in the UK	Inglés	2013	40		
								Science and its Public: The Need for a "Third Way"	Inglés	2000	30	6	
								Computer Models and the Public's Understanding of Science A Case - Study Analysis	Inglés	1999	29	6	
	Social Studies of Science	0306-3127	JCR: 2.351	6	Reino Unido	Europeo	11	The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience	Inglés	2002	32	2	
								The Third Science War	Inglés	2003	33	4	
								Science and Technology Studies on Trial: Dilemmas of Expertise	Inglés	2005	35	2	
49								Long-Term Trends in the Public Representation of Science Across the 'Iron Curtain': 1946–1995	Inglés	2006	36	1	

									Shifting Subject Positions Experts and Lay People in Public Dialogue	Inglés	2007	37	3
									Configuring 'Interactivity': Enhancing Engagement in Science Centres and Museums	Inglés	2008	38	1
									Governance of stem cell research: Public participation and decision-making in China, Japan, South Korea and Taiwan	Inglés	2012	42	5
									Colombian forensic genetics as a form of public science: The role of race, nation and common sense in the stabilization of DNA populations	Inglés	2015		
									Listening Without Prejudice? Re-Discovering the Value of the Disinterested Citizen	Inglés	2007	37	6
50	Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular	1696-473X		4	España	Europeo	1		La comprensión pública de la ciencia como campo emergente de investigación	Español	2012	173	
51	Textual Practice	0950-236X	SJR:0,111	7	Reino Unido	Europeo	1		Science and the cultural imaginary: the case of Kazuo Ishiguro's Never Let Me Go	Inglés	2009	23	4
52	The Lancet	0140-6736	JCR:45,217	Semanal	Reino Unido	Europeo	1		Science in society	Inglés	2000	355	
53	Zer: Revista de Estudios de Comunicación	1137-1102	Latindex: 31	2	España	Europeo	1		Comunicación pública de la tecnociencia: más allá de la difusión del conocimiento	Español	2009	14	27
54	Bilge Strateji	1309-212X		2	Turquía	Europeo-Asiático	1		Building capacity for public understanding of science: a report on the role of science centers	Inglés	2013	5	8
55	International Journal	1306-3065	Indizada en:	2	Turquía	Europeo-Asiático	1		Beyond Science Literacy: Science and the Public	Inglés	2009	4	3

	of Environmental y Science Education		Scopus; SJR: 0,611										
56	Turkish Journal of Electrical Engineering and Computing Sciences	1300-0632	SJR: 0,37		Turquía	Europeo-Asiático	1	Speaking with Numbers: Scientific Literacy and Public Understanding of Science	Inglés	2006	14	1	
								Conocimiento Científico e información científica	Español	2006	14	6	
	Acimed	1530-2880	Latindex: 30	4	Cuba	Latinoamericano	3	Los estudios de evaluación de la ciencia: aproximación teórico-métrica	Español	2008	18	6	
57								Aproximaciones a la evaluación del impacto social de la ciencia, la tecnología y la innovación	Español	2010	21	2	
58	Andamios: Revista de Investigación Social	1870-0063	Latindex: 32	2	México	Latinoamericano	1	¿Quo Vadimus Sartori? ciencia política y políticas públicas en el marco de una polémica	Español	2009	6	11	
59	Chasqui	1390-1079	Latindex: 33	4	Ecuador	Latinoamericano	1	Construyendo una noción de comunicación de la ciencia	Español	2013	122		
60	Ciência y Educação	1516-7313	Latindex: 33	4	Bauru	Latinoamericano	1	O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania	Portugués	2007	13	2	
61	Ciencia Hoy	0327-1218		6	Argentina	Latinoamericano	1	A propósito de tecnópolis: la comprensión pública de la ciencia y la tecnología		2011	21	123	
62	Ciencia, Docencia y Tecnología	0327-5566	Latindex: 31; e-Dialnet:	2	Argentina	Latinoamericano	1	El aporte de la Teoría de las Representaciones Sociales a los estudios de Comprensión Pública de la Ciencia	Español	2010	21	40	

Grupo C												
63	Ciencias		Conacyt	4	México	Latinoamericano	1	La percepción pública de la ciencia en México	Español	2005	78	
64	Co-herencia	1794-5887	1794-5887	2	Colombia	Latinoamericano	1	Un contexto para la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Colombia: de las herencias eurocéntricas a los modelos para la acción	Español	2011	8	14
65	Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación					Latinoamericano	1	La percepción de la ciencia y la tecnología y su relación con la educación	Español	2014		
66	Convergencia Revista de Ciencias Sociales	1405-1435	JCR: 0,04 ;SJR: 0,119	3	México	Latinoamericano	1	Comprensión pública de la ciencia en Chile: adaptación de instrumentos y medición	Español	2013		63
67	Didasc@lia: Didáctica y Educación	2224-2643	e-Dialnet	4	Cuba	Latinoamericano	1	Indagación de la percepción pública de la ciencia y la tecnología para la participación ciudadana y el desarrollo social en la provincia de Córdoba, Argentina	Español	2013	4	4
68	Educación Química	0187-893-X	Latindex: 30	4	México	Latinoamericano	1	Ciencia en escena: Tres acercamientos a la Química	Español	2013	24	3
69	Educación Revista	0104-4060	Indizada en: Latindex; Qualis/Capes - A1	3	Brasil	Latinoamericano	1	Deconstruyendo el modelo deficitario de la apropiación social de la ciencia y la tecnología en Colombia: el caso de la cartilla "Las Maticas de mi Huerta"	Español	2012		44

								Desastres, medios masivos y comunicación pública de la ciencia: entre la vulnerabilidad y la cohesión social en Colombia y América Latina.	Español	2013	15	3
70	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	1850-0013	Latindex: 35	2	Brasil	Latinoamericano	2	Percepción pública de la ciencia: ¿qué ciencia?; ¿qué público? una aproximación impactante de los enfoques etnográficos en los estudios de la percepción pública de la ciencia	Español	2010	12	1
71	Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología	1315-0006	Latindex: 30	4	Venezuela	Latinoamericano	1	El debate en torno a la fundamentación del conocimiento en Habermas, y la discusión acerca del saber experto y la participación pública en el campo CTS	Español	2011	20	3
					Brasil	Latinoamericano		Compreensão Pública da Ciência: breve representação da produção científica dos últimos dez anos	Portugués	2009		
					Brasil	Latinoamericano		Comunicación pública de la ciencia: del monólogo alfabetizador al diálogo epistémico y sus condicionantes	Español	2009		
	Foro Iberoamericano de Comunicación y Divulgación Científica	1850-0013	Latindex: 35	2	Colombia	Latinoamericano	9	Estrategias de comunicación científica; el relativo desconocimiento de los públicos y la utilidad metodológica de las encuestas de percepción	Español	2009		
					Argentina	Latinoamericano		La percepción pública de la ciencia en los eurobarómetros de carácter general	Español	2009		
					Argentina	Latinoamericano		Marco teórico para el análisis de la investigación científica en los museos de ciencia y tecnología	Español	2009		
					Brasil	Latinoamericano		Museu, ciência, tecnologia e sociedade: o museu enquanto espaço de difusão e divulgação científica	Portugués	2009		
72					Brasil	Latinoamericano		Modelo de participação pública – a tendência dialógica na	Portugués	2009		

									comunicação pública da ciência e o campo cts				
									Los centros interactivos de CyT y su rol en la sensibilización, formación e inclusión ciudadana	Español	2009		
									Divulgação científica e deficientes visuais em museus	Portugués	2009		
			Latindex:33 ; e-Dialnet : Grupo C										
73	Fundamentos en Humanidades	1515-4467		2	Argentina	Latinoamericano	1		Cuando saber menos es mejor que saber más: reflexiones en torno a los límites en la producción y diseminación del conocimiento	Español	2012	26	2
74	Historia Crítica	0121-1617	Latindex: 31	4	Colombia	Latinoamericano	1		Ciencia, Imperio, modernidad y eurocentrismo: el mundo atlántico del siglo XVI y la comprensión del Nuevo Mundo	Español	2009		
75	Hombre, Ciencia y Tecnología	1028-0871	Latindex	3	Cuba	Latinoamericano	1		Percepción social sobre la Ciencia y la Tecnología en las provincias del nordeste Argentino.	Español	2013	17	2
	I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I						1						
76					México	Latinoamericano			Simposio: el campo profesional de la divulgación de la ciencia y su relación con la sociedad contemporánea	Español	2006		
	Interciencia	0378-1844	JCR: 0.391 ; SJR: 0,179	12	Venezuela	Latinoamericano	2		La contribución de libre elección-learning para la comprensión del público de la ciencia	Inglés	2002	27	2
77									Contexto e Conceitos: História da Ciência e "Vulgarização Científica" no Brasil do século XIX	Portugués	2008	33	5

78	Investigación Educativa	1728-5852	Latindex: 31	2	Perú	Latinoamericano	1	¿Ciencia para todos? algunas reflexiones acerca de la popularización de la ciencia	Español	2011	15	27
79	La Trama de la Comunicación	1668-5628	Latindex: 33	1	Argentina	Latinoamericano	1	Encuentro con la comunicación pública de la ciencia en la TV argentina	Español	2012	16	
80	Lecomciencia II seminario o lecotec de comunicación e ciência				Brasil	Latinoamericano	2	Compreensão Pública da Ciência: breve representação da produção científica dos últimos dez anos	Portugués	2009		
								A percepção pública da ciência e a comunidade científica: o caso ufscar	Portugués	2009		
81	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología				Colombia	Latinoamericano	1	III encuesta nacional de percepción pública de la ciencia y la tecnología, colombia 2012	Español	2012		
82	Pensares (Publicación del CIFFyH - Centro de Investigaciones María Saleme de Burnichon)	1515-1859		1	Colombia	Latinoamericano	1	Activismo, participación ciudadana y democratización de la ciencia y la tecnología	Español	2008	5	
83	Praxis Pedagógica	0124-1494			Colombia	Latinoamericano	1	¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS?	Español	2010	11	
84	PSIENCIA A Revista	1851-9083	Latindex: 30	2	Argentina	Latinoamericano	1	Comunicar la ciencia. Perspectivas, problemas y propuestas	Español	2010	2	2

Latinoamericana de Ciencia Psicológica												
			CAPE									
85	Química Nova	1678-7064	S: 0,737	10	Brasil	Latinoamericano	1	Imagem pública e divulgação da química: desafios e oportunidades	Portugués	2013	36	10
86	Razón y Palabra	1605-4806	Latindex: 30	6	México	Latinoamericano	1	Cultura científica y comunicación de la ciencia	Español	2008		65
87	Razón y Palabra	1605-4806		4	México	Latinoamericano	1	cultura científica y comunicación de la ciencia	Español	2015		65
88	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericana e Interamericana					Latinoamericano	1	Hacia una medición de la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos	Español	s.f		
89	Redes	0328-3186	Latindex:32	3	Argentina	Latinoamericano	2	Comunicación pública de la ciencia en Venezuela: prácticas, actores, y orientaciones	Español	2009	15	30
								La comunicación pública de la ciencia y su rol en el estímulo de la vocación científica	Español	2007	12	25
90	Revista Brasileira de Educação	1413-2478		3	Brasil	Latinoamericano	1	Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios	Portugués	2007	12	36
91	Revista de Ciencias Sociales	2215-2601	Latindex: 31	4	Costa Rica	Latinoamericano	1	Ciencia y Tecnología en la prensa escrita costarricense: análisis de casos	Español	2004	106	4
92	Revista de Estudios Sociales	0123-885X	Latindex: 33	4	Colombia	Latinoamericano	2	Elementos de reflexión para el propósito de convertir a la ciencia en un aliado más confiable en la lucha por la justicia social	Español	2011		39

									Las percepciones sociales en Europa sobre el rol de la ciencia y la tecnología	Español	2013		47
93	Revista del Hospital Materno Infantil Ramón Sardá	1514-9838	Latindex	4	Argentina	Latinoamericano	1		La ciencia y la gente Primera Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología	Español	2004	23	2
									Del déficit al diálogo, ¿y después? Una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia	Español	2010	5	14
									Ciencia y Sociedad Civil	Español	2003	1	1
									Reseña de "La ciencia ante el público. Dimensiones epistémicas y culturales de la comprensión pública de la ciencia"	Español	2012	7	20
									La ciencia en estudiantes mexicanos	Español	s.f		
94	Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS	1668-0030	Latindex: 35	3	Argentina	Latinoamericano	13		Lo que sabemos e ignoramos: del conocimiento cotidiano a la comprensión de la tecnociencia	Español	2012		
									Percepción social de la ciencia y la tecnología de adolescentes mexicanos	Español	2009		2
									La comprensión pública de la biotecnología. El caso de los alimentos transgénicos en cursos de posgrado	Español	2012	7	20
									La comprensión pública de la nanotecnología en España	Español	2012	7	20
									La apropiación social de la ciencia: nuevas formas	Español	2008	4	10
									Conocimiento científico, ciudadanía y democracia	Español	2008	4	10
									Ventanas al mundo de la ciencia: preparación y oportunidad	Español	2003	1	1
									La ciencia desapercibida	Español	2003	1	1

								Feminización y popularización de ciencia y tecnología en la política científica colombiana e india	Español	2011	6	17
	Revista Luciérnaga	2017-1557	Latindex: 35	2	Colombia	Latinoamericano	2	Una nueva oportunidad para la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica	Español	2011	3	6
95								Cultura científica para los ciudadanos y cultura ciudadana para los científicos	Español	2014		11
96	Revista Luna Azul	1909-2474	Latindex: 31	2	Colombia	Latinoamericano	1	Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas	Español	2010		30
97	Revista Química Viva	1666-7948	Latindex: 35	4	Argentina	Latinoamericano	1	Enseñar Química vs. Aprender Química: una ecuación que no está balanceada	Español	2007	6	Especial
98	Salud Colectiva	1851-8265	Latindex: 36	3	Argentina	Latinoamericano	1	Ensayos clínicos, Estado y sociedad: ¿dónde termina la ciencia y empieza el negocio?	Español	2011	7	2
	Signo y Pensamiento	0120-4823	Latindex: 30	2	Colombia	Latinoamericano	2	Comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Colombia: ¿políticas para la democratización del conocimiento?	Español	2007	26	50
99								Public Communication of Science and Technology in Colombia: ¿Policies for the Democratization of Knowledge?	Inglés	2007	26	50
100	Sociológica	0187-0173	Latindex: 32	3	México	Latinoamericano	1	El caso Seralini y la confianza en el orden normativo dominante de la ciencia	Español	2014	29	83
101	Tecné, Episteme y Didaxis	0121-3814	Latindex: 32 ; Dialnet ; Grupo C	2	Colombia	Latinoamericano	2	La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje	Español	2010		27
								Sobre la deseable relación entre comprensión pública de la ciencia y alfabetización científica	Español	2007		22
102	TRILOGÍA A. Ciencia, Tecnología y	2145-4426	Latindex: 32	2	Colombia	Latinoamericano	2	Percepción social sobre ciencia y tecnología en la ciudad de Holguín (Cuba)	Español	2014	10	
								Divulgar ciencia: compromiso social del investigador	Español	2013		8

Sociedad												
103	Universitas Humanística	0120-4807	Latindex: 32 ; Dialnet ; Grupo C	Semanal	Colombia	Latinoamericano	2	Usos de la ciencia en la publicidad televisiva colombiana. Un estudio exploratorio sobre las representaciones de la ciencia en televisión	Español	2013	76	
								Comunicación de la ciencia y la tecnología en museos y centros interactivos de la ciudad de Medellín	Español	2010	69	
104	American Journal of Botany	0002-9122	JCR: 2,463; SJR: 1,235	12	Estados Unidos	Anglosajón	1	Improving the public understanding of science: New initiatives	Inglés	2009	96	10
105	American Journal of Political Science	0092-5853		4	Estados Unidos	Anglosajón	2	The political environment and citizen competence	Inglés	2001	45	2
								The Political Environment and Citizen Competence	Inglés	2001	45	2
106	American Journal of Sociology	1537-5390	SJR: 5,175	6	Estados Unidos	Anglosajón	1	Review Essay: Otherwise Known as PUS— Sociology and the Public Understanding of Science	Inglés	2004	109	5
107	Annual Review of Anthropology	0084-6570	SJR: 1,639	1	Estados Unidos	Anglosajón	1	Science as Culture, Cultures of Science	Inglés	1995	24	
108	BioScience	0006-3568	JCR: 5,4339 ; SJR: 2,687	12	Estados Unidos	Anglosajón	5	A New Era for the Public Understanding of Science	Inglés	2006	56	12
								Teaching the Public about Science	Inglés	2006	56	2
								Revving Up for the Year of Science	Inglés	2009	59	1
								Review: Science in the Public Eye	Inglés	1999	49	1
								Who Is Science Writing For?	Inglés	2006	56	8
109	Communication Research	0093-6502	JCR: 2.493	6	Estados Unidos	Anglosajón	1	Science on Television in the 21st Century: Recent Trends in Portrayals and Their Contributions	Inglés	2011	38	6

to Public Attitudes Toward Science

110	East Asian Science, Technology and Society: an International Journal	1875-2152	SJR:0,232	4	Estados Unidos	Anglosajón	1	STS in Japan and East Asia: Governance of Science and Technology and Public Engagement	Inglés	2009	3	
111	Extrapolation	0014-5483	SJR:0,142		Estados Unidos	Anglosajón	1	The indifference Engine: How Science Fiction Contributes to the public understanding of Science, and How it Doesn't	Inglés	2010	51	1
112	Integrative Psychological and Behavioral Science	1932-4502	SJR:0,449	4	Estados Unidos	Anglosajón	2	Mismatches between 'Scientific' and 'Non-Scientific' Ways of Knowing and Their Contributions to Public Understanding of Science	Inglés	2011	45	
								Mythical Thinking, Scientific Discourses and Research Dissemination	Inglés	2011	45	
								A Historical Perspective on Science and Its "Others"	Inglés	2009	100	2
	Isis	0021-1753	SJR:0,504	4	Estados Unidos	Anglosajón	3	Reflections on Popular Science in Britain	Inglés	2009	100	2
113								Science in the Everyday World Why Perspectives from the History of Science Matter	Inglés	2008	99	
114	Journal for Activist Science and Technology Education			3	Toronto	Anglosajón	1	Student-teachers' Inquiry-based Actions to Address Socioscientific Issues	Inglés	2009	1	2

115	Journal of Health and Social Behavior	0022-1465	JCR: 2,915; SJR:1,643	4	Estados Unidos	Anglosajón	1	Disentangling the Exposure Experience: The Roles of Community Context and Report-Back of Environmental Exposure Data	Inglés	2011	52	2
116	Lancet	0140-6736	JCR: 39,207	Semanal	Estados Unidos	Anglosajón	1	Public Understanding of Science	Inglés	1996	347	
117	Pediatrics	0031-4005	JCR: 5,297	Mensual	Estados Unidos	Anglosajón	1	Responsibility of the news media The Quality of Our Environment	Inglés	1968	41	1
118	Proceedings of the National Academy of Sciences	1091-6490	SJR:5,781	Semanal	Estados Unidos	Anglosajón	1	Understanding the chemistry of chemical communication: Are we there yet?	Inglés	2003	100	2
119	Science education	0036-8326	SJR:4,696	2	Estados Unidos	Anglosajón	1	Scientific Literacy: A Conceptual Overview	Inglés	1999	84	1
								Public Understanding of Science	Inglés	1991	16	1
								The Public Understanding of Science— A Rhetorical Invention	Inglés	2002	27	1
								God Talk: Confusion between Science and Religion Posthumous Essay	Inglés	2004	29	2
	Science, Technology y Human Values	0162-2439	JCR: 2,875	6	Estados Unidos	Anglosajón	13	Public Knowledge of and Attitudes to Science: Alternative Measures That May End the “Science War”	Inglés	2000	25	1
								Comprehension, Apprehension, Prehension: Heterogeneity and the Public Understanding of Science	Inglés	2002	27	3
								Public Bioethics and Publics: Consensus, Boundaries, and Participation in Biomedical Science Policy	Inglés	2003	28	3
120								Science and the “Good Citizen”: Community-Based Scientific Literacy	Inglés	2003	28	3

									Taming Unruly Science and Saving National Competitiveness: Discourses on Science by Sweden's Strategic Research Bodies	Inglés	2005	30	4					
									Public Expectations of Gene Therapy Scientific Futures and Their Performative Effects on Scientific Citizenship	Inglés	2007	32	2					
									Plant Sciences and the Public Good	Inglés	2009	34	3					
									Locating Scientific Citizenship: The Institutional Contexts and Cultures of Public Engagement	Inglés	2010	35	4					
									Paradise Lost? "Science" and "the Public" after Asilomar	Inglés	2011	36	2					
									A Democracy Paradox in Studies of Science and Technology	Inglés	2011	36	4					
12	Scientific Literacy and Cultural Studies Project							Estados Unidos	Anglosajón	1				Public Understanding of Science as Seen by the Scientific Community: Do We Need to ReConceptualize the Challenge and to Re-Examine Our Own Assumptions?	Inglés	1996		
12	Scientific Literacy Papers							Estados Unidos	Anglosajón	1				Why Should we Promote the Public Understanding of Science? (¿Por qué debemos promover el compromiso público con la ciencia?)	Inglés	1987	1	
12	Sociology Compass	1751-9020	Indizada en: Scopus; SJR: 0,367	12				Estados Unidos	Anglosajón	1				The Evolution of 'Public Understanding of Science': Public Engagement as a Tool of Science Policy in the UK	Inglés	2008	2	4
12	The American Mathematical Monthly	0002-9890		12				Estados Unidos	Anglosajón	1				Public Understanding of Science and its Implication for Mathematics	Inglés	1971	78	2
12	The English Journal	0013-8274		6				Estados Unidos	Anglosajón	1				Censorship and Public Understanding	Inglés	1971	60	2

126	Sociology Compass	1751-9020	SJR: 0,367	12	Estados Unidos	Anglosajón	1	The Evolution of 'Public Understanding of Science': Public Engagement as a Tool of Science Policy in the UK	Inglés	2008	2	4
127	Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching	1609-4913	SJR: 0,163	2	Hong Kong	Asiático	1	Global sustainability and public understanding of science: The role of socioscientific issues in the international community	Inglés	2011	12	1
128	Current Science	0011-3891	JCR: 0,73; SJR: 0,275	4	India	Asiático	1	Public engagement with science, technology and innovation	Inglés	2014	106	12
129	International Journal of Academic Research	2075-4124		6	Azerbaijan	Asiático	1	A survey on relationships between society and science in the world today	Inglés	2011	3	2
130	Journal of Biosciences	0250-5991	JCR: 2,064	4	India	Asiático	1	Science literacy and natural history museums	Inglés	2010	35	4
131	Science, Technology and Society	0971-7218	JCR:0,231	3	India	Asiático	2	Relative Cultural Distance and Public Understanding of Science The evolution of public understanding of science - discourse and comparative evidence	Inglés	2009	14	2
132	Webology	1735-188X	JCR: 0,235	2	Irán	Asiático	1	Science Popularization Through Open Access (Popularización de la Ciencia a través de acceso abierto)	Inglés	2008	5	1
133	South African Journal of Science	0038-2353	SJR:0,254	2	Sudáfrica	Africano	1	Public Understanding of Science in South Africa - aiming for better intervention strategies	Inglés	2001	97	3 y 4

	Australia									
	n					1				
13	Science									
4	Teacher	0045-		Austral			Science in the media: The Good,			
4	s Journal	0855	4	ia	Oceanía		the bad and the ugly	Inglés	2001	47 4
281										

Nota: Fuente Elaboración propia.

11.2 ANEXO 1. Tabla de caracterización de las revistas y artículos publicados en el campo de la CPCyT desde 2010 – 2015.

No.	Revista	ISSN	Índice y Factor de Impacto	Número de publicaciones anuales	Ubicación Geográfica	Contexto Geográfico	Número de Artículos por revista	Nombre Artículo	Idioma de la publicación	Páginas	Año de publicación	Volume n	Número
1	Anales de la real sociedad española de Química	1575-3417	Dialnet : Grupo C; Latindex: 33 Google:0,177	4	España	Europeo	1	La responsabilidad social de la ciencia y tecnología	Español	156-159	2012	108	2
2	ArtefaCToS	1989-3612	Indizada en: Dialnet Google: 0,265	1	España	Europeo	5	1. La cultura científica como fundamento epistemológico de la comunicación pública de la ciencia	Español	187-229	2010	3	1
								2. Modelos de comprensión pública: la política de la participación pública.	Inglés	13-29	2010	3	1
								3. Cuestiones actuales sobre comunicación pública de la ciencia. Presentación	Español	3-11	2010	3	1
								4. Asimetrías e interacciones. Un marco epistemológico y conceptual para la investigación de la comunicación pública de la ciencia.	Español	151-185	2010	3	1
								5. Para una comunicación crítica de la ciencia	Español	81-108	2010	3	1
3	AUSART Journal for Research in Art	2340-8510	Google: 0,322	2	España	Europeo	1	Divulgando la cultura científica en la ciudad: Asociación Cultural "Piratas de la Ciencia"	Español	133-141	2013	1	1
4	Chemical Society Reviews	1460-4744	JCR:33,383 SJR:12,253		Reino Unido	Europeo	1	Chemical information matters: an e-Research perspective on information and data sharing in the chemical sciences	Inglés	6754-6776	2013	42	

5	Chemistry Education Research and Practice	1109-4028	JCR: 2,091 SJR: 0,881	4	Reino Unido	Europeo	1	Discovering factors that influence the decision to pursue a chemistry-related career: A comparative analysis of the experiences of non scientist adults and chemistry teachers in Greece	Inglés	437-446	2012	13	
6	Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	0212-4521	JCR: 0,333	3	España	Europeo	1	Concepciones del Profesorado sobre visitas escolares a museos de ciencias	Español	127-140	2010	28	1
7	Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología				España	Europeo	1	Apuntes sobre los estudios de percepción social de la ciencia y la tecnología	Español	1-15	s.f		
8	International Journal of Deliberative Mechanisms in Science	2011-4367			España	Europeo	1	La Comunicación Pública de la Ciencia y Tecnología en el Perú	Español	77-93	2012	1	1
9	International Journal of Science Education	0950-0693	JCR: 1,23; SJR: 1,656	18	Reino Unido	Europeo	2	1. Identifying the Essential Elements of Effective Science Communication: What do the experts say? 2. The Role of 'Popular' Books in Informal Chemical Education	Inglés	23-41 77-99	2012 2013	2 3	1 1
10	Journal of Nanoparticle Research	1388-0764	SJR: 0,627		Países Bajos	Europeo	1	Public understanding of science and the perception of nanotechnology: the roles of interest in science, methodological knowledge, epistemological beliefs, and beliefs about science	Inglés	6231-6244	2011	13	
11	Miguel Hernández Communication Journal	1989-8681	Latindex: 32	1	España	Europeo	1	Comunicación de la Ciencia y la Tecnología y cultura científica para la prevención de riesgos. Experiencia cubana	Español	213-231	2013	48	10
12	Nanoethics	1871-4757	JCR: 0,70 SJR: 0,339	3	Países Bajos	Europeo	1	Speak No Evil: Scientists, Responsibility, and the Public Understanding of Science	Inglés	215-220	2010	4	

13	Nature chemistry	17 55 - 43 49	SJR: 9,257	12	Reino Unido	Europeo	1	Communicating chemistry for public engagement	Inglés	674- 677	2011	3	9
14	Notes and Records of The Royal Society	17 43 - 01 78	SJR:0,28 7		Reino Unido	Europeo	2	1. public understanding of science: the ba, the royal society and copus	Inglés	151- 161	2010	64	
15	Philosophical Transactions of The Royal Society B	14 71 - 29 70	SJR:2,54 4	Quince nal	Reino Unido	Europeo	2	1. Understanding the receivers and the reception of science's uncertain messages	Inglés	471- 476 4891 -	2010		369
16	Portuguese Journal of Social Science	14 76 - 41 3 X	SJR: 0,115	3	Portugal	Europeo	2	1. Science and the public: The public understanding of science and its measurements	Inglés	4685 -	2011	369	
								2. Science as organized scepticism	Inglés	4689	2011	369	
16	Portuguese Journal of Social Science	14 76 - 41 3 X	SJR: 0,115	3	Portugal	Europeo	2	1. Science and the public: The public understanding of science and its measurements	Inglés	71- 85	2015	14	1
								2. Exhibiting science in Portugal: Practices and representations in museums	Inglés	19- 32	2010	9	1
17	Public Understanding of Science	09 63 - 66 25	JCR: 1,766	8	Reino Unido	Europeo	14	1. Exploring public discourses about emerging technologies through statistical clustering of open-ended survey questions	Inglés	850- 868	2013	22	7
								2. Similar challenges but different responses: Media coverage of measles vaccination in the UK and China	Inglés	366 -375	2014	23	4
								3. Socio-psychological determinants of public acceptance of technologies: A review	Inglés	782- 795	2012	21	7
								4. Why should we promote public engagement with science?	Inglés	4- 15	2014	23	1
								5. PUS in turbulent times II – A shifting vocabulary that brokers inter-disciplinary knowledge	Inglés	2- 15	2013	22	1
								6. Voices from other lands	Inglés	2-5	2015	24	1
								7. Public communication of science in Mexico: Past, present and future of a profession	Inglés	38 – 52	2015	24	1
								8.The cultural authority of science: Public trust and acceptance of organized science	Inglés	751- 770	2011	20	6
								9. The mobilization of scientists for public engagement	Inglés	3-11	2011	20	1

21	Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I	16 81 - 56 45	Latindex: 29 ; e- Dialnet: Grupo C	4	España	Europeo	1	Del periodismo científico al compromiso público de la ciencia	Español	1-3	s.f		
22	Science and Engineering Ethics	13 53 - 34 52	JCR: 1,516 ;SJR: 0566	10	Países Bajos	Europeo	1	Hype and Public Trust in Science	Inglés	321- 335	2013	19	2
23	Science and Public Policy	14 71 - 54 30	SJR:0,44 4	6	Reino Unido	Europeo	1	Dialogue and science: Innovation in policy-making and the discourse of public engagement in the UK	Inglés	113- 126	2013	40	
24	Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular	16 96 - 47 3 X	Google: 0,23	4	España	Europeo	1	La comprensión pública de la ciencia como campo emergente de investigación	Español	6-8	2012	173	
25	Bilge Strateji	13 09 - 21 2 X	Google: 1,112	2	Turquía	Europeo - Asiático	1	Building capacity for public understanding of science: a report on the role of science centers	Inglés	55- 67	2013	5	8
26	Acimed	15 30 - 28 80	Latindex: 30	4	Cuba	Latinoamericano	1	Aproximaciones a la evaluación del impacto social de la ciencia, la tecnología y la innovación	Español	161- 183	2010	21	2
27	Chasqui	13 90 - 10 79	Latindex: 33	4	Ecuador	Latinoamericano	1	Construyendo una noción de comunicación de la ciencia	Español	74- 81	2013	122	
28	Ciencia Hoy	03 27 -	Google:0, 9	6	Argentina	Latinoamericano	1	A propósito de tecnópolis: la comprensión pública de la ciencia y la tecnología	Español	4-5	2011	21	123

		12											
		18											
29	Ciencia, Docencia y Tecnología	03 27 - 55 66	Latindex : 31; e- Dialnet: Grupo C	2	Argentina	Latinoamericano	1	El aporte de la Teoría de las Representaciones Sociales a los estudios de Comprensión Pública de la Ciencia	Español	9-44	2010	21	40
30	Co-herencia	17 94 - 58 87	SJR: 0,338	2	Colombia	Latinoamericano	1	Un contexto para la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Colombia: de las herencias eurocéntricas a los modelos para la acción	Español	231- 260	2011	8	14
31	Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación				Argentina	Latinoamericano	1	La percepción de la ciencia y la tecnología y su relación con la educación	Español	3-12	2014		
32	Convergencia Revista de Ciencias Sociales	14 05 - 14 35	JCR: 0,04 ;SJR: 0,119	3	México	Latinoamericano	1	Comprensión pública de la ciencia en Chile: adaptación de instrumentos y medición	Español	13- 40	2013		63
33	Didasc@lia: Didáctica y Educación	22 24 - 26 43	e-Dialnet	4	Cuba	Latinoamericano	1	Indagación de la percepción pública de la ciencia y la tecnología para la participación ciudadana y el desarrollo social en la provincia de Córdoba, Argentina	Español	1-20	2013	4	4
34	Educación Química	01 87 - 89 3- X	Latindex: 30	4	México	Latinoamericano	1	Ciencia en escena: Tres acercamientos a la Química	Español	262- 267	2013	24	3
35	Educación en Revista	01 04 - 40 60	Indizada en: Latindex ; Qualis/C apes - A1	3	Brasil	Latinoamericano	1	Deconstruyendo el modelo deficitario de la apropiación social de la ciencia y la tecnología en Colombia: el caso de la cartilla "Las Maticas de mi Huerta"	Español	93- 109	2012		44

36	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	18 50 - 00 13	Latindex: 35	2	Brasil	Latinoamericano	2	1. Desastres, medios masivos y comunicación pública de la ciencia: entre la vulnerabilidad y la cohesión social en Colombia y América Latina. 2. Percepción pública de la ciencia: ¿qué ciencia?; ¿qué público? una aproximación al impacto de los enfoques etnográficos en los estudios de la percepción pública de la ciencia	Español	15-34	2013	15	3
37	Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología	13 15 - 00 06	Latindex: 30	4	Venezuela	Latinoamericano	1	El debate en torno a la fundamentación del conocimiento en Habermas, y la discusión acerca del saber experto y la participación pública en el campo CTS	Español	389-407	2011	20	3
38	Fundamentos en Humanidades	15 - 44 67	Latindex: 33; e-Dialnet: Grupo C	2	Argentina	Latinoamericano	1	Cuando saber menos es mejor que saber más: reflexiones en torno a los límites en la producción y diseminación del conocimiento	Español	15-28	2012	26	2
39	Hombre, Ciencia y Tecnología	10 28 - 08 71	Latindex	3	Cuba	Latinoamericano	1	Percepción social sobre la Ciencia y la Tecnología en las provincias del nordeste Argentino.	Español	41-50	2013	17	2
40	Investigación Educativa	17 28 - 58 52	Latindex: 31	2	Perú	Latinoamericano	1	¿Ciencia para todos? algunas reflexiones acerca de la popularización de la ciencia	Español	189-206	2011	15	27
41	La Trama de la Comunicación	16 68 - 56 28	Latindex: 33	1	Argentina	Latinoamericano	1	Encuentro con la comunicación pública de la ciencia en la TV argentina	Español	269-283	2012	16	
42	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología				Colombia	Latinoamericano	1	III encuesta nacional de percepción pública de la ciencia y la tecnología, Colombia 2012	Español	1-8	2012		

43	Praxis Pedagógica	0 12 4- 14 94	Google:0, 218		Colombi a	Latinoa merican o	1	¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS?	Español	32- 39	2010		11
44	PSIENCIA Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica	18 51 - 90 83	Latindex: 30	2	Argentini a	Latinoa merican o	1	Comunicar la ciencia. Perspectivas, problemas y propuestas	Español	122- 127	2010	2	2
45	Química Nova	16 78 - 70 64	CAPES: 0,737	10	Brasil	Latinoa merican o	1	Imagem pública e divulgação da química: desafios e oportunidades	Portugu és	1561 - 1569	2013	36	10
46	Razón y Palabra	16 05 - 48 06	Google: 0,047	4	México	Latinoa merican o	1	cultura científica y comunicación de la ciencia	Español		2015		65
47	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana				Argentini a	Latinoa merican o	1	Hacia una medición de la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos	Español	1-15	s.f		
48	Revista de Estudios Sociales	01 23 - 88 5 X	Latindex: 33	4	Colombi a	Latinoa merican o	2	1. Elementos de reflexión para el propósito de convertir a la ciencia en un aliado más confiable en la lucha por la justicia social	Español	109- 118	2011		39
								2. Las percepciones sociales en Europa sobre el rol de la ciencia y la tecnología	Español	67- 78	2013		47
49	Revista Iberoamericana de Ciencia,	16 68 -	Latindex: 35	3	Argentini a	Latinoa merican o	5	1. Del déficit al diálogo, ¿y después? Una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia	Español	159- 184	2010	5	14
								2. La ciencia en estudiantes mexicanos	Español	1-12	s.f		

	Tecnología y Sociedad - CTS	0030							3. Lo que sabemos e ignoramos: del conocimiento cotidiano a la comprensión de la tecnociencia	Español	127-139	2012		
									4. La comprensión pública de la nanotecnología en España	Español	177-207	2012	7	20
									5. Feminización y popularización de ciencia y tecnología en la política científica colombiana e india	Español	77-103	2011	6	17
50	Revista Luciérnaga	2017-1557	Latindex: 35	2	Colombia	Latinoamericano	2		1. Una nueva oportunidad para la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en iberoamérica	Español	1-5	2011	3	6
									2. Cultura científica para los ciudadanos y cultura ciudadana para los científicos	Español	71-77	2014		11
51	Revista Luna Azul	1909-2474	Latindex: 31	2	Colombia	Latinoamericano	1		Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la universidad de caldas	Español	29-59	2010		30
52	Sociológica	0187-0173	Latindex: 32	3	México	Latinoamericano	1		El caso Séralini y la confianza en el orden normativo dominante de la ciencia	Español	231-274	2014	29	83
53	Tecné, Episteme y Didaxis	0121-3814	Latindex: 32 ; Dialnet: Grupo C; Google: 0,587	2	Colombia	Latinoamericano	1		La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje	Español	67-93	2010		27
54	TRILOGÍA. Ciencia, Tecnología y Sociedad	2145-4426	Latindex: 32	2	Colombia	Latinoamericano	2		1. Percepción social sobre ciencia y tecnología en la ciudad de Holguín (Cuba)	Español	53-68	2014	10	
									2. Divulgar ciencia: compromiso social del investigador	Español	67-76	2013		8
55	Universitas Humanística	0120-4807	Latindex: 32 ; Dialnet: Grupo C	Se man al	Colombia	Latinoamericano	2		1. Usos de la ciencia en la publicidad televisiva colombiana. Un estudio exploratorio sobre las representaciones de la ciencia en televisión	Español	447-475	2013		76
									2. Comunicación de la ciencia y la tecnología en museos y centros interactivos de la ciudad de Medellín	Español	227-257	2010		69
56	Extrapolation	0014-	SJR:0,142		Estados Unidos	Anglosajón	1		The indifference Engine: How Science Fiction Contributes to the public	Inglés	170-175	2010	51	1

		54 83							understanding of Science, and How it Doesn't					
57	Integrative Psychological and Behavioral Science	19 32 - 45 02	SJR:0,44 9	4	Estados Unidos	Anglosajón	2		1. Mismatches between 'Scientific' and 'Non-Scientific' Ways of Knowing and Their Contributions to Public Understanding of Science 2. Mythical Thinking, Scientific Discourses and Research Dissemination	Inglés	201- 215	2011	45	
58	Journal of Health and Social Behavior	00 22 - 14 65	JCR: 2,915; SJR:1,64 3	4	Estados Unidos	Anglosajón	1		Disentangling the Exposure Experience: The Roles of Community Context and Report-Back of Environmental Exposure Data	Inglés	180- 196	2011	52	2
59	Science, Technology y Human Values	0 16 2- 24 39	JCR: 2,875	6	Estados Unidos	Anglosajón	2		1. Locating Scientific Citizenship: The Institutional Contexts and Cultures of Public Engagement 2. Paradise Lost? "Science" and "the Public" after Asilomar	Inglés	474- 500	2010	35	4
60	Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching	16 09 - 49 13	SJR: 0,163	2	Hong Kong	Asiático	1		Global sustainability and public understanding of science: The role of socioscientific issues in the international community	Inglés	1-9	2011	12	1
61	Current Science	00 11 - 38 91	JCR: 0,73	4	India	Asiático	1		Public engagement with science, technology and innovation	Inglés		2014	106	12
62	International Journal of Academic Research	20 75 - 41 24	Google: 0,368	6	Azerbaijan	Asiático	1		A survey on relationships between society and science in the world today	Inglés	1313 -	2011	3	2
63	Journal of Biosciences	02 50 - 59 91	JCR: 2,064	4	India	Asiático	1		Science literacy and natural history museums	Inglés	507- 514	2010	35	4
Total							97							

Nota: Fuente Elaboración propia.

11.3 ANEXO 3. Base de datos de la codificación y caracterización de cada una de las categorías.

Ver archivo de Excel en el CD.