



Comprensión pública de la química: tendencias y perspectivas de investigación a partir de la comprensión pública de la ciencia

Public understanding of Chemistry: tendencies and research perspectives based on the public understanding of Science

Diana Lineth Parga Lozano

Profesora de la Universidad Pedagógica Nacional.
Doctoranda del Programa De Pos-graduación en educación en Ciencias, UNESP, Bauru SP, Brasil.
dparga@pedagogica.edu.co

Leidy Vanessa Mora Gutiérrez

Candidata de la Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional.
lvannessaw@hotmail.com

Resumo:

Este trabalho apresenta avanços de uma investigação que está sendo desenvolvida no Mestrado em Ensino de Química da Universidade Pedagógica Nacional de Bogotá. O objetivo foi analisar tendências e perspectivas de compreensão pública da ciência e da química, tendo em conta o seu impacto social e ambiental no contexto europeu e anglo-saxónico em comparação com a América Latina. Para tal, está sendo desenvolvida uma análise de conteúdo de revistas que foram publicadas sobre este assunto entre 2010 e 2015. Os resultados preliminares demonstram que a linha de investigação *Compreensão Pública da Ciência* tem centrado a sua investigação na compreensão da ciência em geral, sendo poucos os estudos sobre a compreensão pública da química frente ao seu impacto sócio-ambiental. Dentro da linha foram identificadas seis categorias de análise: Comunicativa, educativa, Social, Cultural, Histórica e Ético-moral. Neste artigo são enfatizados os resultados da categoria Comunicativa e suas subcategorias.

Palavras-chave: Compreensão Pública da Ciência; Compreensão Pública da química; impacto socioambiental.

Resumen:

Este escrito presenta avances de una investigación que se está realizando en la Maestría en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional, en Bogotá. Su objetivo es analizar las tendencias y perspectivas de la comprensión pública de la ciencia y de la química frente a su impacto socio-ambiental en el contexto anglosajón y europeo comparado con el latinoamericano; para ello se está haciendo un análisis de contenido de las revistas que desde el año 2010 y hasta el 2015 se han publicado en relación con esta temática. Los resultados preliminares evidencian que la línea de investigación *Public Understanding of Science*, ha enfocado sus investigaciones hacia la comprensión de la ciencia en general y son pocos los estudios en relación con la comprensión pública de la química frente a su impacto socio-ambiental. Dentro de la línea fueron identificadas seis categorías de análisis: Comunicativa, Educativa, Social, Cultural, Histórica y Ético-Moral. En el presente artículo se muestran los resultados de la categoría Comunicativa y sus subcategorias.

Palabras Clave: Comprensión Pública de la Ciencia; Comprensión Pública de la Química; impacto socio-ambiental.



Abstract:

This paper presents preliminary results from a Master's Thesis research in Chemistry Teaching, being developed at the National Pedagogical University in Bogota. Its aim is to analyze the trends and perspectives permeating the public understanding of science and chemistry and its social and environmental impact, by contrasting this within two different geographical contexts: the European and Anglo-Saxon one, and the Latin American one. For this purpose, content analysis is currently being applied to published magazines on this subject, between 2010 and 2015. The preliminary results show that the research field on Public Understanding of Science has focused its investigations on the understanding of science in general, with only a few studies focusing on the public understanding of chemistry and its social and environmental impact. Within this field, six categories of analysis were identified: Communicative, Educational, Social, Cultural, Historical and Ethic-Moral. In this article, we present the results obtained from the communicative category and its subcategories.

Keywords: Public Understanding of Science; Public Understanding of Chemistry; socio-environmental impact.

Introducción

Es evidente que con el pasar del tiempo, se han incrementado los desarrollos científicos y tecnológicos, los cuales han adquirido gran importancia para el llamado "avance y evolución" en C&T de los países. Sin embargo, el avance de la Ciencia y la Tecnología genera una serie de impactos en la sociedad, los cuales hasta hace solo tres décadas no eran considerados (Polino, Fazio, & Vaccarezza, 2003). Estos hechos han permitido que la comunicación social y divulgación científica la realicen distintos medios de divulgación, que hacen que la sociedad comprenda a la ciencia de una manera errónea o simplemente no se genere interés por comprenderla (Villarroel, Valenzuela, Vergara, & Sepúlveda, 2013).

Por esta razón se consideró importante realizar una investigación del campo de la comprensión pública de la ciencia que ha generado como resultado la Línea de Investigación *Public Understanding of Science* (PUC) que se ha encargado de divulgar y generar investigaciones sobre la relación entre el público, la ciencia y la tecnología, pero que por su reciente creación, es poco conocida y explorada en la mayoría de países de América Latina, comparado con lo que sucede en países como Estados Unidos, Italia, Francia, Gran Bretaña, España y Japón, en los cuales su evolución ha sido significativa.

De la misma manera se pretendía demostrar que en los motivos que guían los estudios en este campo, no se encontraban aspectos relacionados con la comprensión pública de la química y la formación del profesorado en ciencia y en particular de la química frente a su impacto socio-ambiental, por lo que es necesario que el campo de la comprensión pública de la química se convierta en objeto de estudio y análisis de los profesores. De acuerdo con lo anterior, se generó la siguiente pregunta problema: ¿Cuáles han sido las tendencias y perspectivas objeto de estudio de la línea de investigación PUC, en relación con la comprensión pública de la Química frente a su impacto socio-ambiental?

Como objetivo general se analizaron las tendencias y perspectivas de la línea de investigación,



sobre la comprensión pública de la ciencia y de la química frente a su impacto socio-ambiental, a través de un análisis de contenido.

Para esto se propuso una metodología cualitativa a través de la técnica de análisis del contenido desde la perspectiva de Bardin (1986). Sus fases se estructuraron así: Fase I: Selección, en la que se realizó la revisión y caracterización preliminar de los artículos publicados en el campo de la comprensión pública de la ciencia y de la química. En la fase II: se hizo la codificación y caracterización que consistió en la lectura de los artículos y el proceso de fragmentación de los documentos en *unidades de registro* y *unidades de contexto*; en la fase III se hizo la Identificación e Interpretación, en la que se clasificaron las unidades en categorías que determinaban su contenido y que permitieron encontrar las tendencias, perspectivas y aportes a la comprensión pública de la ciencia y en especial de la química frente a su impacto socio ambiental.

Contextualización Teórica

Antecedentes relacionados con la Comprensión Pública de la Ciencia

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 (legos) 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 anterior no implica que el público debe 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 puede enfrentar las cuestiones científicas con las que convive y beneficiarse de las mismas.

Este interés por aumentar esta conciencia pública en asuntos científicos tiene diversos motivos, los cuales están enfocados a argumentos científicos, otros más hacia lo intelectual, lo estético, lo social o hacia lo político y económico. Uno de los primeros motivos y el más antiguo, fue la preocupación de la comunidad científica "por asegurar el financiamiento público necesario para el funcionamiento de las instituciones y mecanismos de la ciencia" (Polino, Fazio, & Vaccarezza, 2003, p. 2). Otros 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" 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 (Thomas & Durant, 1987, p.6).

Estos beneficios y motivos de la comprensión del público hacia la ciencia han sido presentados por la línea *Public Understanding of Science*, la cual en sus estudios menciona que existen dos contextos específicos que se dedican a analizar esta situación: el primero es el anglosajón, siendo Estados Unidos, el país representante, con la línea 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) y el contexto europeo o británico, con la línea denominada *Public Understanding of Science (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. El trabajo de Villarroel, Valenzuela, Vergara y Sepúlveda (2013) 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.

Los resultados de estas encuestas y/o cuestionarios evidencian que la sociedad presenta un alto interés en temáticas ambientales de base científica, pero el público está más interesado en el deporte que en la ciencia (Durant, Evans, & Thomas, 1989). El interés hacia la ciencia es superior al nivel de comprensión e información respecto a los contenidos y funcionamiento de la ciencia y tecnología; porque los conocimientos que poseen de la ciencia han sido creados en gran parte por los medios de comunicación en donde la ciencia se presenta como un productor de certezas y sin oportunidad de crear incertidumbre (Collins, 1987).

Por otra parte, se menciona la preocupación por la obtención de resultados desfavorables que han tenido los procesos de alfabetización científica en su objetivo de acercar al público a la actividad científica y a su comprensión (Miller, 2001). Estudios que explican esta falta de comprensión pública de la ciencia, debido a que las personas presentan un déficit de conocimiento de la ciencia (Hyman, 2001). Modelo que ha sido el causante de una serie de controversias (Membiela, 2007) por ajustar la comprensión pública de la ciencia a una lógica monolítica y a la percepción de la ciencia asociada a la racionalización (Locke, 2001). En este sentido, se han realizado propuestas que proponen también la existencia del "déficit de conocimiento" en los expertos (Conrad, 2006) y que se deben revisar otros factores como los que proponen la sociología del conocimiento científico y la psicología retórica (Locke, 2001).

De esta forma, 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 mundiales (Dodds, Tseelon, Durant, Evans, Weitkamp, & Thomas, 2009). De la misma manera se encuentran resultados que presentan que la sociedad posee "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 & Declan, 2011).

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 como las de Einsiedel (2000); Harpp, Fenster, & Schwarcz (2011); Isaev (2011); Turney (1996); Daley (2000) relacionadas con como 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, con el objetivo de cambiar la percepción pública de la ciencia y generar entusiasmo e intereses en los jóvenes para formarse en esta y en valorar sus aportes.

Por esto, se propone que el público esté informado sobre la naturaleza y el proceso de la ciencia/tecnología; esto se puede lograr a través de la construcción de estrategias de educación formal e informal y de relaciones públicas, donde se analice la interacción entre ciencia escolar y la



conciencia pública de la ciencia (Fensham, 1999). 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, & Wilsdon, 2014).

Enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente

El enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) ha intentado conocer la ciencia y la tecnología para aplicar el conocimiento científico en la vida cotidiana e introducir las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo científico y tecnológico; resolver problemas y tomar decisiones (Bybee, 1985, citado en Acevedo, Vásquez, & Manassero, 2002; Mora & Parga, 2010). Sin embargo, este enfoque se ha centrado en buscar alternativas de solución a problemáticas de la fragmentación de la enseñanza de la ciencia y la tecnología, desde una visión de Desarrollo Sostenible, pero esta solo considera los aspectos sociales, económicos y ecológicos del desarrollo del conocimiento científico y tecnológico, 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, p. 74).

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 que afecta tanto positiva como negativamente a la comprensión pública de la ciencia y la tecnología. El aspecto negativo es que el campo 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.

Metodología

La metodología de investigación fue cualitativa, inductiva y cuya técnica de investigación fue el análisis de contenido (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.

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

Fase I: Selección

En esta fase se hizo una revisión preliminar de los documentos que sirvieron como objeto de estudio, identificando y registrando las revistas que presentaban esta temática en el contexto anglosajón, europeo y latinoamericano.

De la revisión se seleccionaron las revistas como objeto de análisis, identificando 134, de estas se encontraron 69 con publicación de artículos sobre comprensión pública de la ciencia desde el 2010 hasta el 2015, obteniendo un total de 128 artículos, de los cuales 31 fueron descartados por no tener relación con el objeto de estudio, por lo que en la Fase I se seleccionaron finalmente 97 artículos.

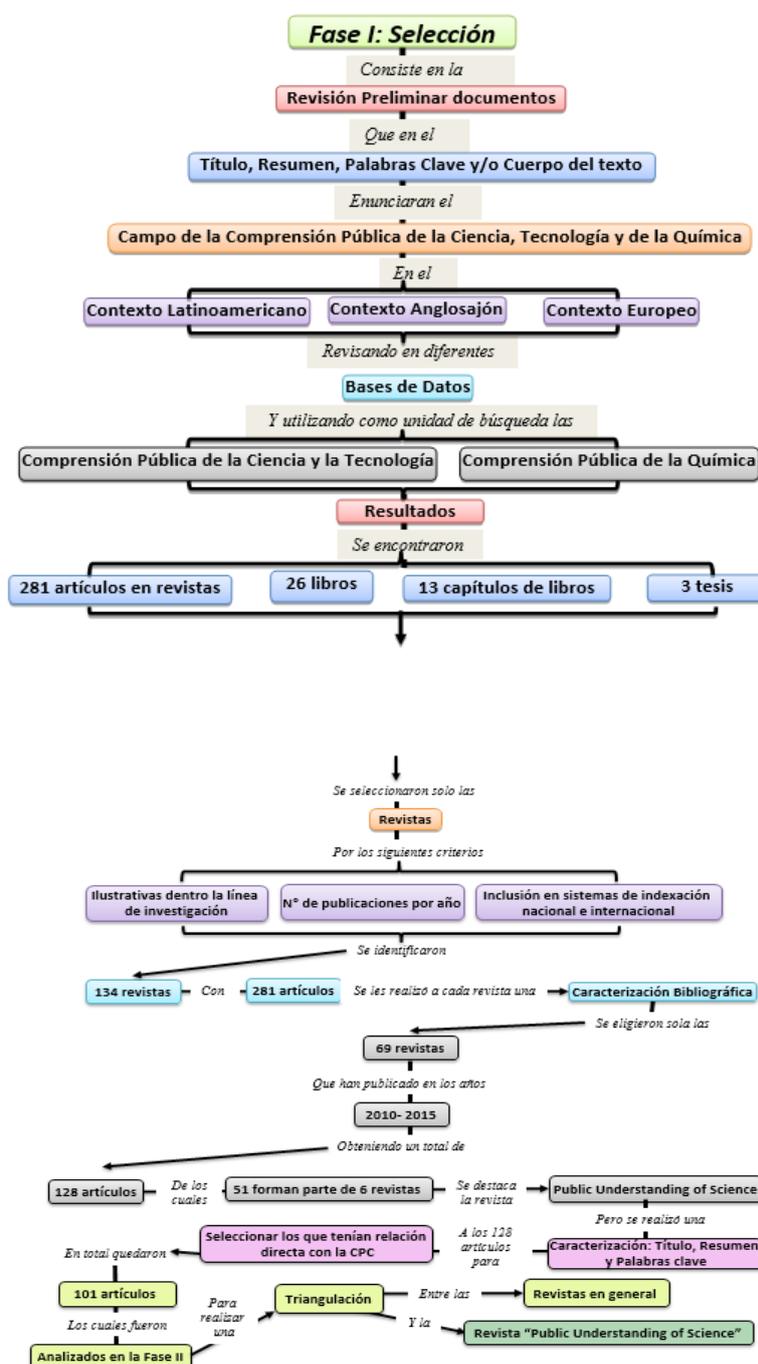


Figura 1. Síntesis de la fase I.



Fase II: Codificación y caracterización

En la **codificación**, una vez seleccionados los artículos se comenzó el proceso de su codificación. *El primer paso* en este proceso fue la selección de las **unidades de análisis**.

- Unidades de muestreo: 63 revistas y 97 artículos.
- Unidad de registro: Se eligió el tema.
- Unidad de contexto: 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 separaron 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, para 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. La codificación de los fragmentos fue alfanumérica.

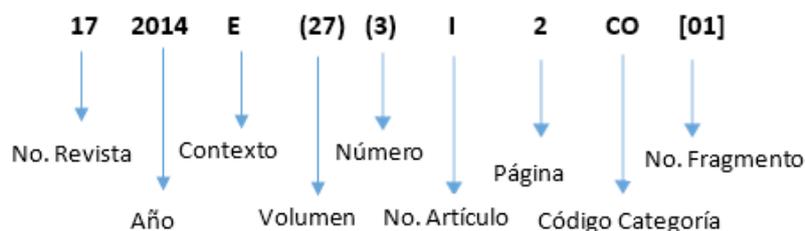


Figura 2. Ejemplo de código alfanumérico.

Luego, se empezó a registrar, en una base datos de Excel, las unidades de registro y de contexto de cada artículo para identificar su frecuencia de aparición (Bardin, 1986).

La **categorización**, se realizó de la siguiente forma:

- Se hizo un *inventario* para aislar los elementos (unidades de registro).
- Se hizo la *clasificación* y se distribuyeron las unidades de registro y luego se buscó o impuso una cierta organización

Es necesario recordar que la metodología que se está desarrollando es inductiva, por lo que las categorías y subcategorías de análisis, así como sus indicadores, fueron determinados al ir realizando el inventario y la clasificación de las unidades de registro, pero en caso de encontrar categorías emergentes, esta serían consideradas.



Figura 3. Síntesis de la fase II.

Fase III: Identificación e interpretación

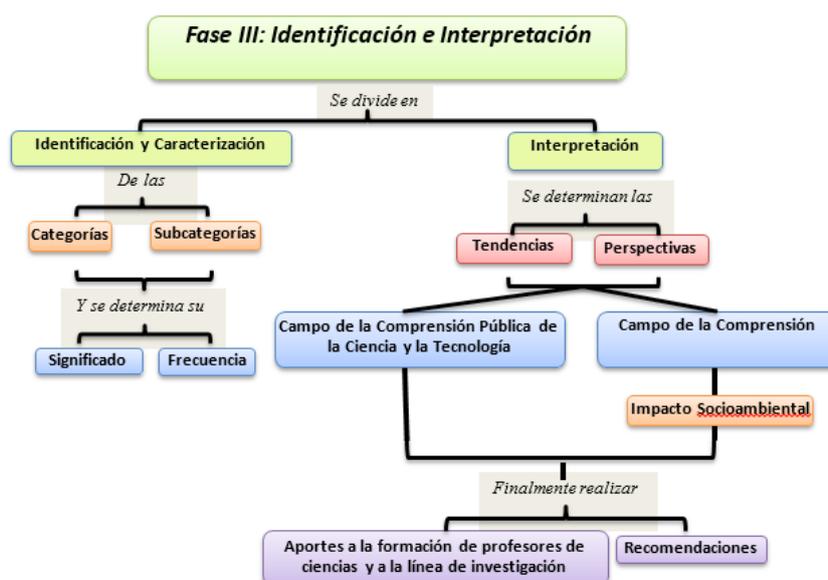


Figura 4. Síntesis de la fase III.



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; se determinaron las tendencias y perspectivas en las que se ha consolidado la mayoría de investigaciones (Cea D'Acona, 2001). 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 estaban enfocados en generar nuevas propuestas de formación de docentes en las que los docentes 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 la comprensión de la ciencia y de la química que poseen los estudiantes y el público en general.

Resultados

Resultados de la Fase I de Selección

En esta fase se realizó la revisión preliminar de los artículos publicados en diferentes revistas sobre la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología, sin establecer un rango de años de publicación obteniendo un total de 281 artículos en 134 revistas.

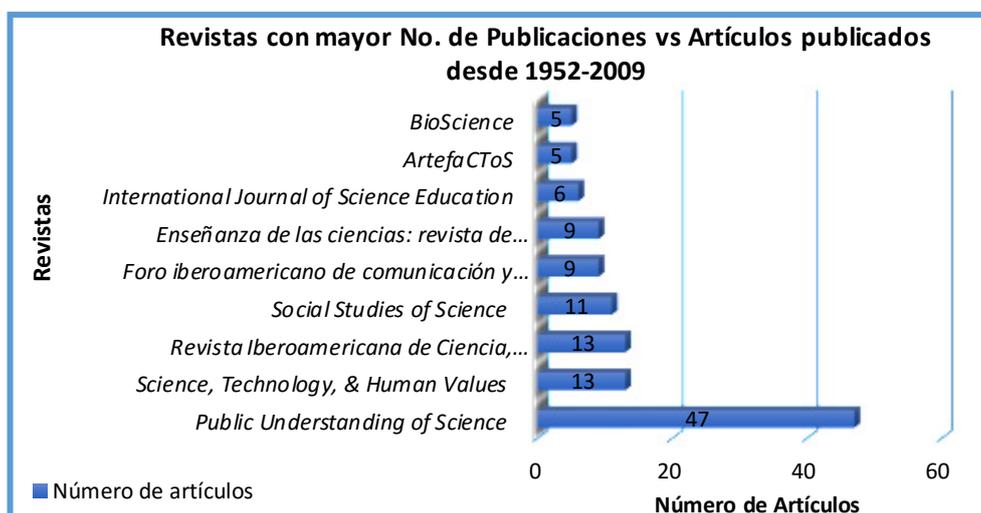


Figura 5. Resultados de las revistas con mayor cantidad de artículos publicados en el campo de la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología desde 1952 al 2009.

Se observa que en 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. Asimismo, se identificaron otros contextos geográficos como el asiático, europeo-asiático, africano y oceánico cada uno con una revista y un artículo respectivamente.

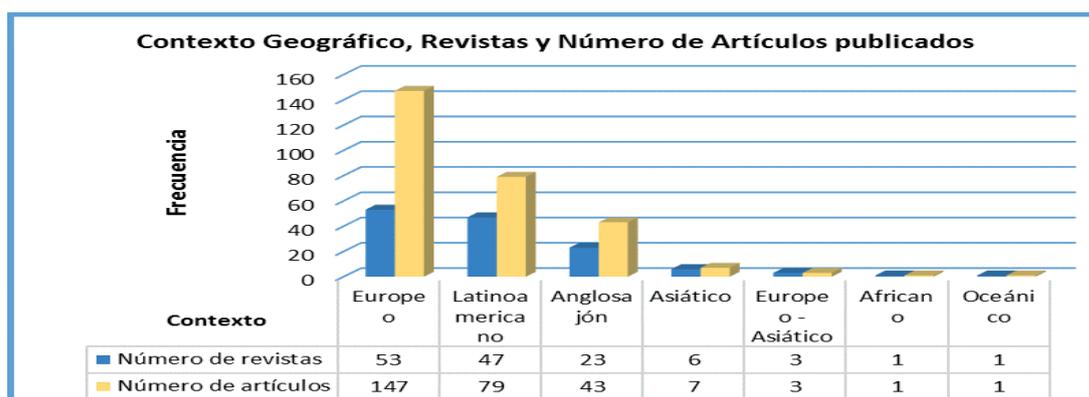


Figura 6. Relación del número de revistas y artículos del campo Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología, según el contexto geográfico en los años 1952-2009.

Estas dos gráficas permiten reafirmar, lo presentado en el marco conceptual de la línea, es decir, que la mayoría de las investigaciones sobre la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología 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 el contexto latinoamericano ocupa el segundo lugar debido a la cantidad de revistas y artículos publicados.

Los análisis también permitieron evidenciar los países con mayor cantidad de revistas que publican sobre la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología.

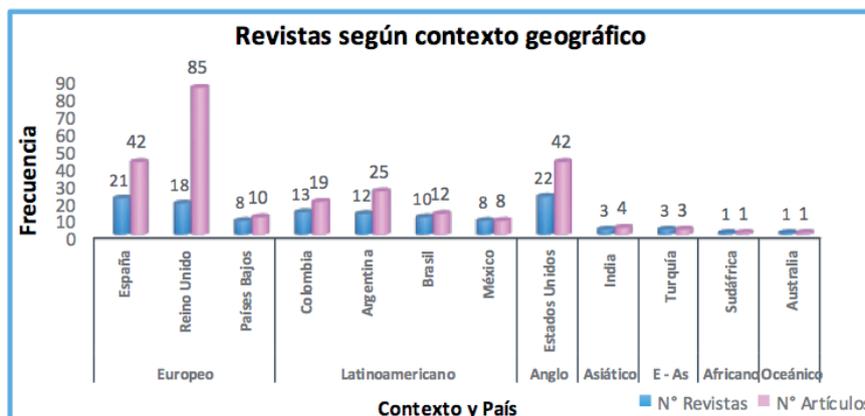
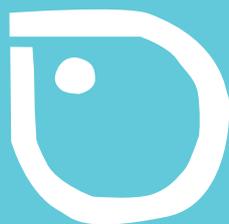


Figura 7. Relación de países con mayor número de revistas y artículos publicados en el campo de la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología.

Lo anterior confirma que en el contexto anglosajón el país que más publica en relación con la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología es Estados Unidos; en el contexto europeo



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 Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología y en específico los aportes a la Comprensión Pública de la Química frente a su impacto socio-ambiental han sido realizados principalmente a partir del abordaje de diferentes enfoques como el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad. También es necesario resaltar el gran impacto que Colombia está generando en este campo debido al número creciente de revistas que reportan investigaciones al respecto, incluso sobrepasando a países tan como Argentina, Brasil y México.

También se determinó el rango de años en los que se ha publicado en relación con la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología.

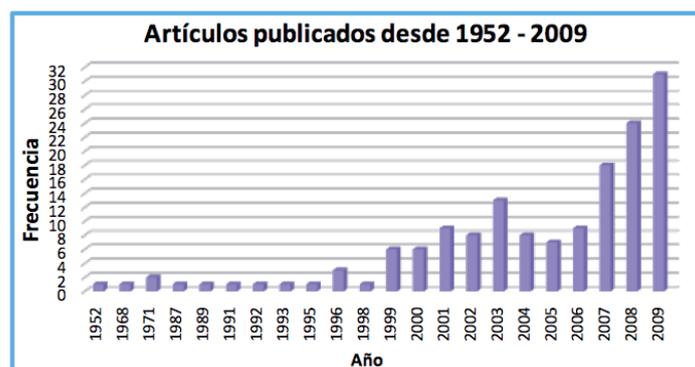


Figura 8. Relación decreciente entre el año y la cantidad de artículos publicados desde el 1952-2009.

De los 97 artículos publicados desde el 2010 hasta el 2015, se observa que el campo de la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología, ha sido más estudiado en décadas anteriores, pero estaban centradas en presentar la evolución la línea, ahora las publicaciones son pocas, pero más específicas en el análisis de la línea en su presente y sus perspectivas de futuro.



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

En segundo lugar se analizaron las revistas considerando la cantidad de artículos publicados, en la que sólo tres de las 69, tienen más publicaciones.

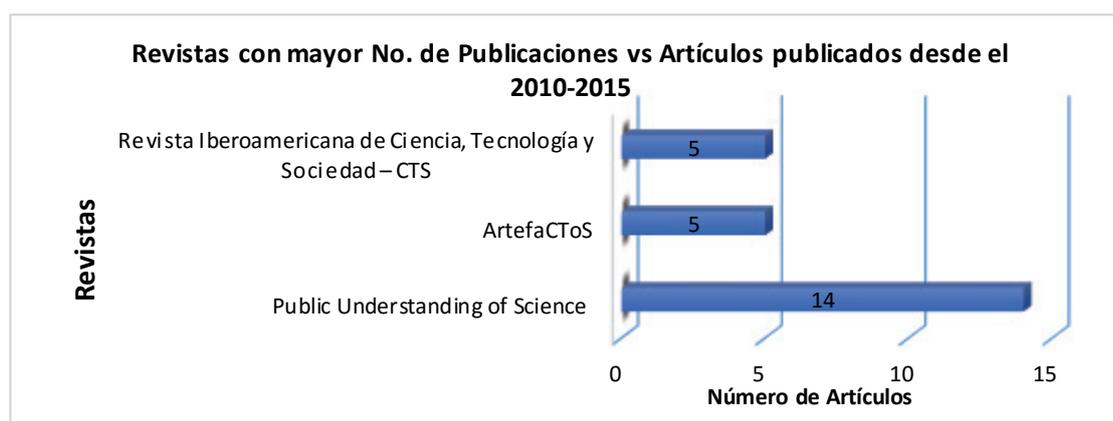


Figura 10.

Resultados de las revistas con mayor cantidad de artículos publicados en el campo de la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología desde 2010 al 2015.

En relación con el número de revistas y artículos el contexto latinoamericano y europeo son los que ocupan los primeros lugares. En este punto es importante mencionar que ya los contextos africano y oceánico no tienen publicaciones en este periodo de años.

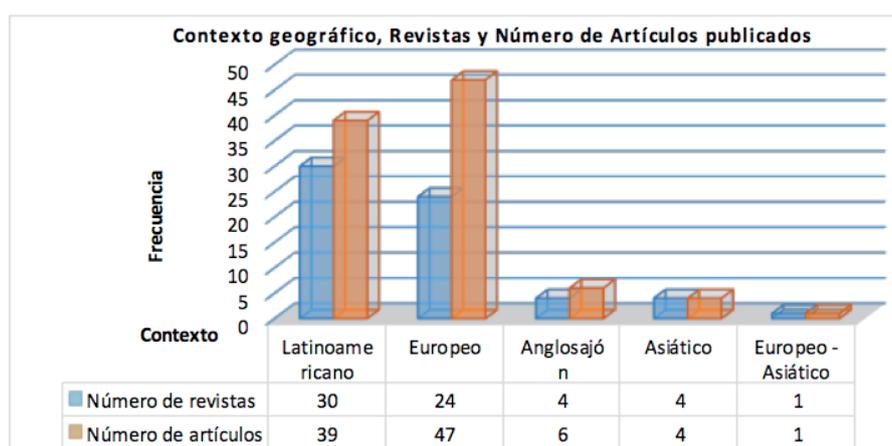


Figura 11. Relación número de revistas y artículos del campo Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología, según el contexto geográfico en los años 2010-2015.

De la misma forma el análisis por contexto permite identificar los países con mayor cantidad de revistas y artículos que publican en el campo.

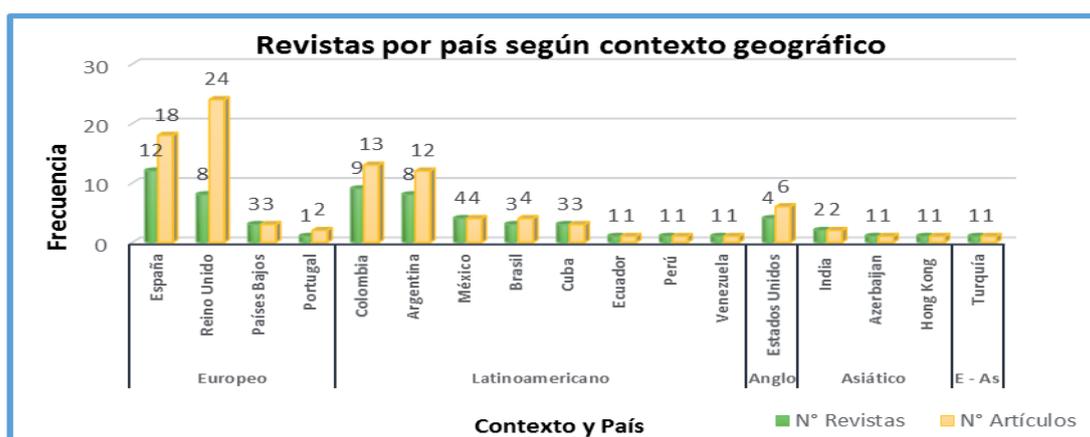


Figura 12. Relación de países con mayor número de revistas y artículos publicados en el campo de la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología.

Las figuras 11 y 12, ratifican los dos campos de evolución de la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología, 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; en segundo lugar tanto en revistas y artículos publicados es el contexto latinoamericano que estaba en el tercer lugar en la literatura, ahora está en 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 Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología. Un análisis detallado de las revistas y artículos de Colombia evidencia que 4 de las 9 revistas, son las que poseen los índices de impacto más altos en su categoría de acuerdo con el indicador determinado. También es importante resaltar que cuatro revistas poseen calificación A según Colciencias. 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 (Tabla 1).



Tabla 1. 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 Luciémaga	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

Fuente: Elaboración propia.

Resultados Fase II: Codificación y caracterización

Codificación

En esta fase, se procedió a realizar la lectura de los artículos para determinar en cada uno de ellos las unidades de registro o "tema" y las unidades de contexto o "párrafo". 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)
- 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. En la tabla 6 se presenta la frecuencia de aparición de estas categorías en los artículos, teniendo presente que el total de artículos analizados fueron 97 y que en cada uno se estudiaban aspectos de una o más categorías (tabla 6):

Tabla 2. Categorías inductivas del campo de la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología.

Categoría	Número de artículos que hacen alusión a esta categoría	Frecuencia (%)
Comunicativa (CO)	73	75,26
Social (SO)	68	70,10
Educativa (ED)	60	61,86
Histórica (HI)	32	32,99
Cultural (CU)	19	19,59
Ético-moral (EM)	5	5,15

Fuente. Elaboración propia.

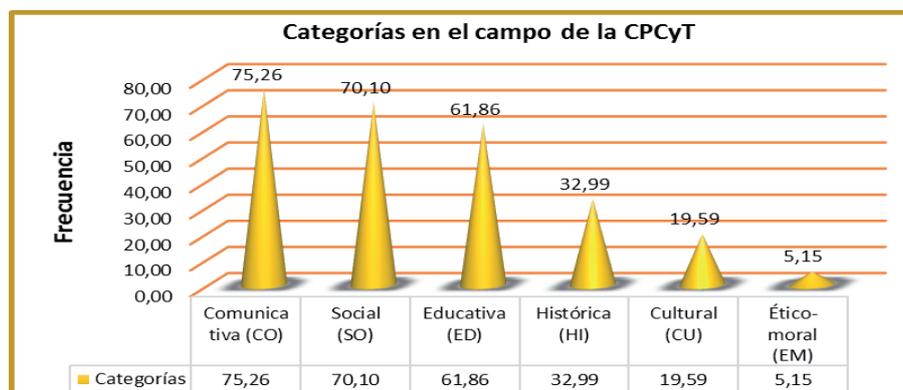


Figura 13. Frecuencia de las Categorías en el campo de la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología.

Los resultados de la tabla 2 evidencian que en el campo de la Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología, los aspectos comunicativos son los más investigados y analizados ya que obtiene un valor del 75,26%, 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.

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.



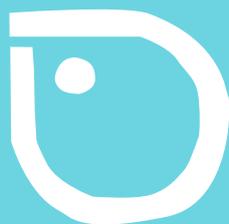
Tabla 3. Categorias y Subcategorias del campo de la Comprensión Pública de la Ciencia.

Categoría: Comunicativa (CO)		
Subcategoría	Fragmentos Analizados	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: Educativa (ED)		
Subcategoría	Fragmentos Analizados	Frecuencia (%)
Alfabetización Científica y Tecnológica.	49	10,04
Comprensión Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCyT).	47	9,63
Educación Científica.	97	19,88
Estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA).	23	4,71
Estudios de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología.	27	5,53
Modelos.	245	50,20
TOTAL	488	100,00

Categoría: Social (SO)		
Subcategoría	Fragmentos Analizados	Frecuencia (%)
Actitudes hacia la Ciencia y la Tecnología.	132	24,09
Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología.	231	42,15
Políticas Públicas.	76	13,87
Relación Ciencia y Público.	139	25,36
TOTAL	578	105,47

Categoría: Cultural (CU)		
---------------------------------	--	--



Subcategoría	Fragmentos Analizados	Frecuencia (%)
Cultura Científica y Tecnológica.	107	100
Categoría: Histórica (HI)		
Subcategoría	Fragmentos Analizados	Frecuencia (%)
Historia de la línea de investigación.	58	23,02
Historia de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología.	60	23,81
Historia de los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología.	85	33,73
Historia de los modelos de comprensión pública de la ciencia.	49	19,44
TOTAL	252	100,00
Categoría: Ético-moral (EM)		
Subcategoría	Fragmentos Analizados	Frecuencia (%)
Responsabilidad de los científicos y la sociedad.	48	100

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de las categorías y subcategorías

A partir de los resultados de la codificación de los 97 artículos y de la sistematización de los fragmentos tomados en cada uno de ellos (tabla 8) se realizó el análisis individual de cada categoría y subcategorías correspondiente. En el presente artículo solo se presenta el análisis de la categoría comunicativa y sus subcategorías.

Categoría Comunicativa (CO)

Esta categoría fue la que mayor cantidad de artículos presentó (73), equivalente al 75,26% (Tabla 2).

- *Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología*

Esta subcategoría ocupa el primer lugar de siete, con un 31,83% de los fragmentos analizados (Tabla 3). Fue denominada de esta manera porque en el presente trabajo se considera que la Comunicación de la Ciencia es el marco global del proceso de comunicación. Para las unidades de registro de esta subcategorías se identificaron nueve temáticas (tabla 4).

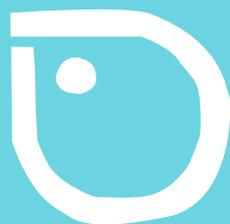


Tabla 4. Temáticas de la subcategoría "Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología".

Subcategoría: Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología	
Unidades de Registro: Temáticas de los Fragmentos	Cantidad de Fragmentos
Definición	32
Importancia	26
Características	54
Contextos	49
Comunicación como una necesidad	25
Comunicación de la Química	22
Actualidad y Desafíos	11
Relación con la acción de las Universidades	7
Relación con la democracia y las políticas públicas	14
Total	240

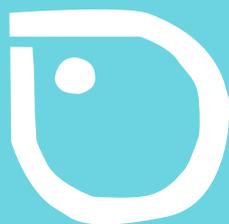
Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de los fragmentos se observa que veinte de los 32 hacen alusión a su *definición*, de estos, 20 fueron tomados de artículos de revistas europeas y 12 de revistas latinoamericanas. En estos fragmentos se presenta a la comunicación pública de la ciencia como una estrategia o actividad global orientada a servir como vehículo de comunicación con los ciudadanos para transmitir aspectos de la ciencia y la tecnología. Su objetivo final es lograr la socialización del desarrollo científico para que el público lo apropie y se constituya en una filosofía de vida.

La *importancia* de la comunicación de la ciencia (26 fragmentos; 15 de contexto europeo, 10 de contexto latinoamericano y 1 anglosajón), expresa que la falta de esta comunicación es la que imposibilita que el público comprenda de manera adecuada el desarrollo e impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Por medio de la comunicación de la ciencia por parte de la comunidad científica, el público conoce las implicaciones del trabajo científico y tecnológico y es capaz de tomar decisiones personales, profesionales y/o políticas al respecto, pero es esencial que la comunidad científica reciba el apoyo del público en este proceso.

En la sección 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, que manifiesten las fuentes de las cuales reciben 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.

Igualmente, en esta subcategoría se encuentra el análisis del desarrollo de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en diferentes *contextos* (44 fragmentos del contexto europeo y 5 latinoamericanos), donde se resalta la presencia del contexto Latinoamericano, de países como



Brasil, México, Argentina y Chile. 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 como la inserción de temas de ciencia y tecnología 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 que se han desarrollado no han tenido el impacto esperado.

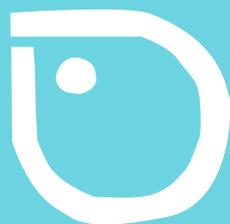
En Colombia los aportes a la comunicación pública de la ciencia están tomando fuerza en la actualidad, buscando que por medio de la comunicación el público se apropie de la ciencia de la ciencia y la tecnología. En Perú se observa que los asuntos de la ciencia y la tecnología no tienen importancia y por lo tanto su comunicación es casi nula. 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.

En relación con la temática *comunicación como una necesidad* se encontraron 25 fragmentos (22 europeos y 3 latinoamericanos). Esta temática 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 un cuerpo conceptual básico de referencia, y en el práctico se ha 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 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 centrados en el proceso de alfabetización científica para todos.

Un aspecto esencial e importante en esta subcategoría es su alusión a la *comunicación de la Química* (22 fragmentos europeos). 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 que asocian la química a una serie de impactos, acciones y productos negativos. La dependencia del público hacia estas imágenes dificulta 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 como un medio para acercar al público al campo de la química.

En relación con la *actualidad y desafíos* de la comunicación pública de la ciencia, se encontraron 11 fragmentos (10 de revistas europeas y 1 latinoamericano), en los que se presenta la actualidad de la comunicación de la ciencia y la tecnología no con el objetivo de informar, sino de implicar 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 la ciencia, la sociedad y la tecnología.

En la temática *relación con la acción de las universidades* se hallaron 7 fragmentos del contexto europeo, que 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, Scopus, Scielo o Latindex, ignorando la importancia que tiene que



el público conozca lo que sus investigadores realizan y la importancia que de la socialización del conocimiento científico en entornos locales y nacionales.

Finalmente, en el análisis de esta subcategoría la temática *relación de la comunicación con la democracia y las políticas públicas*, hubo 14 fragmentos (13 europeos y 1 latinoamericano). Fragmentos que 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 convierten en una de las tareas más importantes y desarrolladas para y por la comunidad científica, el público lograría una comprensión de estas, adecuada.

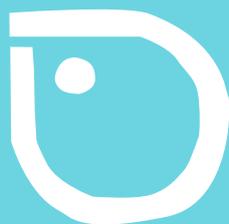
Conclusiones

De los resultados obtenidos hasta el momento, se puede concluir que el campo de la comprensión pública de la ciencia ha sido investigado en tres contextos geográficos: el europeo con Reino Unido como país representante; el latinoamericano, encabezado por Colombia y en el anglosajón con Estados Unidos. Es importante mencionar el impacto que en Colombia tiene este campo, ya que ocupa el primer lugar en cantidad de revistas y artículos publicados al respecto de Latinoamérica, solo es necesario que estas revistas publiquen más investigaciones sobre la PUC.

En relación con las categorías y subcategorías analizadas hasta ahora, se evidencia que la comprensión pública de la ciencia, no ha cumplido su objetivo, porque el público no comprende la naturaleza y la actividad científica, debido a que sus intereses están enfocados en otros campos y por la falta de conocimiento que poseen al respecto del desarrollo científico. De la misma manera, la falta de información y la presencia de concepciones erróneas que se divulgan en diferentes medios de comunicación hacen que se generen estereotipos de la ciencia y de los científicos, que se convierten en obstáculos para establecer un proceso de comunicación de y comprensión adecuada de la actividad científica y tecnológica.

La comprensión pública de la ciencia requiere que se establezca una comunicación entre ciencia y público, para que este último se apropie del desarrollo científico y lo aplique en sus actividades diarias; este conocimiento le permite participar activamente en la toma de decisiones frente a los proyectos y/o estudios presentados por la comunidad científica. Pero solo se puede lograr si los científicos reciben el apoyo del público en este proceso y también si el público recibe la oportunidad de participar en el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología. El conocimiento y su producción deben ser de acceso libre, para evitar tergiversaciones de la ciencia y, quizás disminuir la brecha entre el lego y el científico que ha estado marcada desde el comienzo de los tiempos.

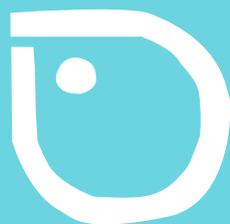
Finalmente y el aporte más importante de esta primera categoría es el que realiza al campo de la formación de profesores, al mostrar que la comprensión pública de la ciencia requiere una formación adecuada en este campo, no se puede comunicar y transmitir cualquier conocimiento y de cualquier forma, es necesario y en la actualidad ya existen programas de formación en periodismo científico y diferentes posgrados que buscan la integración entre la ciencia, la sociedad



y la tecnología, para lograr una mayor comprensión de la ciencia y la tecnología por medio de la correspondiente socialización del conocimiento científico y su adecuada democratización.

Referencias

- Acevedo, J., Vásquez, A., & Manassero, M. (2002). *El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias*. Consultado en 15, jun, 2016, en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>
- Bardin, L. (1986). *Análisis del contenido*. Madrid: Akal.
- Cea D'Ancona, M. d. (2001). *Metodología Cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*. España: Síntesis Sociología.
- 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.
- Daley, S. (2000). Public Science Day and the public understanding of science in America. *Public Understanding of Science*, 9(2), 175.
- Dodds, R. T., Durant, J., Evans, G., Weitkamp, E., & Thomas, G. (2009). *The Public Understanding of Science*. *nature.com*, 17(2), 211-230.
- Durant, J., Evans, T., & Thomas, T. (1989). *The Public Understanding of Science*. *Nature*, 340, 11-14.
- Einsiedel, E. (2000). Understanding 'Publics' in the Public Understanding of Science. En M. Dierkes, & C. Von Grote (Eds.), *Between Understanding and Trust: The Public, Science and Technology* (pp. 205-216). London: Routledge.
- Fensham, P. (1999). School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 755-763.
- Harpp, D., Fenster, A., & Schwarcz, J. (2011). Chemistry for the public: our challenge. *Journal of Chemical Education*, 88(6), 739-743.
- Hartings, M., & Declan, F. (2011). Communicating chemistry for public engagement. *Nature chemistry*, 9(3), 674-677.
- Hyman, P. (2001). Public understanding of science versus public understanding of research. *Public understanding of science*, 10(4), 421-426.
- Locke, S. (2001). Sociology and the public understanding of science: from rationalization to rhetoric. *The British journal of sociology*, 52(1), 1-18.
- Membriela, P. (2007). Sobre la deseable relación entre comprensión pública de la ciencia y alfabetización científica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (22), 107-112.
- Miller, S. (2001). Public Understanding of Science at the Crossroads. *Public Understanding of Science*,



10(1), 115-120.

Mora, W. M. (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*. Tesis Doctoral. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.

Mora, W. M., & Parga, D.L. (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.

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).

Stilgoe, J., Lock, S. y Wilsdon, J. (2014). Why should we promote public engagement with science? *Public understanding of science* , 23(1), 4-15.

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.

Turney, J. (1996). Public understanding of science. *Lancet*, 347(9008), 1087-1090.

Villaruel, 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.