



**RIDAA**  
Repositorio Institucional  
Digital de Acceso Abierto de la  
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad  
Nacional  
de Quilmes

Vargas Ordoñez, Cristian Eduardo

# Exploración de la percepción social de la ciencia y la tecnología de ingenieros químicos colombianos y sus docentes



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.  
Atribución - No Comercial 2.5  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

*Cita recomendada:*

Vargas Ordoñez, C. E. (2018). *Exploración de la percepción social de la ciencia y la tecnología de ingenieros químicos colombianos y sus docentes. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/2128>*

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

## **Exploración de la percepción social de la ciencia y la tecnología de ingenieros químicos colombianos y sus docentes**

*TESIS DE MAESTRÍA*

**Cristian Eduardo Vargas Ordoñez**

[cevo8507@gmail.com](mailto:cevo8507@gmail.com)

### **Resumen**

El presente trabajo está enfocado a explorar la percepción social de la Ciencia y la Tecnología, entendida como la estructura que engloba los conceptos de representación social de la *Ciencia* y la *Tecnología* y participación ciudadana de estudiantes, profesionales, docentes y directivos de la carrera de ingeniería química de universidades colombianas.

**EXPLORACIÓN DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA  
TECNOLOGÍA DE INGENIEROS QUÍMICOS COLOMBIANOS Y SUS DOCENTES**

**CRISTIÁN EDUARDO VARGAS ORDÓÑEZ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES  
MAESTRÍA EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD  
BOGOTÁ D.C.**

**2016**

*A Dios,*

*A Alejandro,*

*A mis papás,*

*A Yessika*

*,  
A Diana,*

*A mis amigos,*

*A Acuarela y Piano,*

Sin ustedes, esta travesía no habría sido posible. Fueron mi fuerza en los momentos de desfallecimiento y duda, mis acompañantes en los pequeños logros que iba superando y mis maestros cada vez que me sentía perdido.

Esta tesis se la merecen más ustedes que yo.

Namaste

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b> .....	<b>6</b>
<b>Capítulo 1. Representaciones sociales</b> .....	<b>9</b>
<b>Teoría de las representaciones sociales</b> .....	<b>9</b>
Teoría de las representaciones sociales según Moscovici. ....	10
Teoría de las representaciones sociales según Abric.....	16
<b>Capítulo 2. Representaciones sociales de la Ciencia y la Tecnología</b> .....	<b>22</b>
<b>Capítulo 3. Percepción social de la Ciencia y la Tecnología</b> .....	<b>27</b>
Participación ciudadana de la Ciencia y la Tecnología.....	30
<b>Capítulo 4. Metodología</b> .....	<b>33</b>
<b>Ficha técnica</b> .....	<b>33</b>
<b>Desarrollo del cuestionario</b> .....	<b>33</b>
Dimensiones de análisis y preguntas realizadas para abordarlas .....	33
Tipo de preguntas y escalas utilizadas .....	36
Algunas consideraciones sobre el lenguaje, el orden de las preguntas y el diseño gráfico del cuestionario.....	38
<b>Aplicación piloto (Validación)</b> .....	<b>39</b>
<b>Criterios generales para la aplicación del trabajo de campo</b> .....	<b>39</b>
<b>Formulación de nuevas variables e índices</b> .....	<b>40</b>
<b>Análisis de datos</b> .....	<b>40</b>
Análisis cuantitativo.....	40
Análisis cualitativo.....	42
<b>Capítulo 5. Resultados</b> .....	<b>45</b>
<b>Información sociodemográfica</b> .....	<b>45</b>
<b>Creencias e ideas</b> .....	<b>49</b>
Ciencia. ....	49
Tecnología. ....	55
Productores de Ciencia y Tecnología. ....	60
Divulgadores de Ciencia y Tecnología.....	63
<b>Acciones</b> .....	<b>66</b>

Medios de comunicación usados para consultar o recibir información de Ciencia y Tecnología.....	66
Medios de comunicación usados para publicar o comunicar información de Ciencia y Tecnología.....	69
Asistencia a actividades de Ciencia y Tecnología. ....	71
<b>Valores .....</b>	<b>76</b>
<b>Participación ciudadana .....</b>	<b>98</b>
<b>Capítulo 6. Discusión .....</b>	<b>112</b>
<b>Creencias e ideas .....</b>	<b>112</b>
Ciencia. ....	112
Tecnología. ....	115
Productores de Ciencia y Tecnología. ....	120
Divulgadores de Ciencia y Tecnología.....	123
<b>Acciones .....</b>	<b>126</b>
Medios de comunicación usados para consultar o recibir información de Ciencia y Tecnología.....	126
Medios de comunicación usados para publicar o comunicar información de Ciencia y Tecnología.....	128
Asistencia a actividades de Ciencia y Tecnología. ....	130
<b>Valores .....</b>	<b>131</b>
<b>Participación ciudadana .....</b>	<b>139</b>
<b>Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>142</b>
<b>Creencias e ideas .....</b>	<b>142</b>
<b>Acciones .....</b>	<b>144</b>
<b>Valores .....</b>	<b>145</b>
<b>Participación ciudadana .....</b>	<b>148</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>153</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>155</b>
<b>Bibliografía citada.....</b>	<b>155</b>
<b>Bibliografía consultada .....</b>	<b>160</b>
<b>Anexo A.....</b>	<b>162</b>

<b>Anexo B</b> .....	<b>173</b>
<b>Anexo C</b> .....	<b>196</b>

## Introducción

Debido a la necesidad de que la ciudadanía sea parte activa dentro de la definición de políticas públicas de Ciencia y Tecnología claras, inclusivas y que respondan a la demanda del país o la región que las elabora, es necesario el involucramiento de diferentes actores que puedan enriquecer el proceso. De hecho, desde lo planteado por el presidente Roosevelt (1944) donde la Ciencia, y más tarde la Tecnología, serían los motores del desarrollo en tiempos de paz y Drucker (1974) desde el planteamiento de la sociedad del conocimiento como causa del desarrollo económico de las naciones, (Hommes Rodríguez & Umaña Aponte, 2005) la mayoría de los países han asumido el reto de utilizar estas dos áreas como elementos claves para sus economías, tal y como lo han establecido diversos estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad en Argentina (Sábato & Botana, 1970) o México (Piñón, 2009). Asimismo, Colombia no ha sido ajena a esta tendencia y ha establecido proyecciones socioeconómicas para el 2024 (Hommes Rodríguez & Umaña Aponte, 2005) en las que especialmente las industrias energética, manufacturera y de servicios, entendidas como consecuencia de la Ciencia y la Tecnología, son los factores claves para que esas proyecciones puedan ser logradas.

Es decir, es recomendable que el Estado colombiano esté acorde con los requerimientos mundiales de obtención de nuevos materiales, disminución de costos de procesos industriales, innovaciones tecnológicas y sociales y nuevas tecnologías que, finalmente, conlleven a una mejor calidad de vida y aporten soluciones novedosas a la industria (Martín/Varenga, 2012). Sin embargo, para que esto pueda darse, algunos estudios demandan impulsar la industria química en general como mecanismo de desarrollo económico del país, siendo ésta aquella con mayor participación en el economía nacional (1997: 14,00%; 2007: 11,96%) sólo por debajo de la industria agroalimentaria y la gradualmente consolidada industria petroquímica, junto con un crecimiento sostenido promedio de 1,25% anual (Martínez Ortiz & Ocampo, 2011). A su vez, en regiones más acotadas como Bogotá Región (Bogotá

– Cundinamarca) se ha visto que las cifras de participación de esta industria alcanzan el 16,5% de las exportaciones totales de esta región para finales del 2014, consolidándose dentro de la industria manufacturera (caucho, plástico, productos químicos orgánicos y farmacéuticos, cosméticos y productos de aseo) y con sólo 4,3% de importaciones de productos químicos (Cámara de Comercio de Bogotá, 2014).

De esta manera, industrias como la energética, de alimentos, biotecnológicas, de agroquímicos, farmacéuticas e incluso educación (Armstrong, et al., 2008) requieren de ingenieros químicos que tengan claros los procesos internos de la Ciencia y la Tecnología, que se apropien de ellos y que los utilicen no sólo para cumplir con las metas que el gobierno tiene proyectadas sino también las que la población y la industria esperan, según lo proyectado desde diversas estancias nacionales e internacionales (Bokova, 2010). Con lo cual es importante identificar la percepción que tiene el ingeniero químico formado en las distintas instituciones colombianas con relación a la *Ciencia* y la *Tecnología*, siendo éste considerado como actor principal dentro de los discursos de progreso económico que se plantean desde los sectores gubernamental, académico y privado (Riveros Cendales, 2013). De tal forma, el presente trabajo está enfocado a explorar la percepción social de la Ciencia y la Tecnología, entendida como la estructura que engloba los conceptos de representación social de la *Ciencia* y la *Tecnología* y participación ciudadana de estudiantes, profesionales, docentes y directivos de la carrera de ingeniería química de universidades colombianas.

Para tal fin, se caracterizó de manera sociodemográfica el grupo poblacional de estudio, se confrontará analíticamente la información suministrada por estudiantes de ingeniería química, ingenieros químicos graduados, directivos de carrera y docentes a través de un instrumento que permita la comparación y creación de nodos/núcleos de representación social y se identificó cuál es el rol del ingeniero químico dentro de la Ciencia, Tecnología y sociedad colombianas desde la perspectiva social de este grupo poblacional. A su vez, para efectos prácticos, se

supuso que los ingenieros químicos colombianos tienen una percepción social de la *Ciencia* y la *Tecnología* similar a las concepciones de la población que no es profesional en ingeniería química – desde la concepción del ingeniero químico como un individuo más cercano a la sociedad no profesional, que como un individuo alejado y aislado de las interacciones sociales, políticas, económicas, etc. No obstante, para esto los resultados obtenidos se pusieron a prueba al comparar pertinentemente con estudios similares. Finalmente, se analizaron las percepciones dentro de la misma ingeniería química asociadas a los distintos grupos poblacionales de la muestra.

## **Capítulo 1. Representaciones sociales**

Conceptualmente, los estudios de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología (PSCyT) son materia prima de controversias constantes debido a los diversos enfoques desde los que han sido utilizados a lo largo de la historia. Por tal razón, considerar una línea recta teórica con la cual se pueda contar como base, sería un despropósito dentro de los estudios de Ciencia, Tecnología y sociedad y dentro de las mismas ciencias sociales. No obstante, el presente trabajo se basó en los soportes teóricos que han sido utilizados dentro de dichos estudios sin desconocer la polémica teórica, e ideológica, alrededor de este tema.

Inicialmente, se considera la Teoría de las Representaciones Sociales (TRS) como base fundamental de los estudios de PSCyT según lo enunciado por Serge Moscovici y posteriormente profundizado por Jean-Claude Abric. Luego, se fusionará la TRS junto con los estudios de PSCyT por medio del concepto de Cultura Científica (CC). Seguido se desarrollará el concepto de Participación Ciudadana (PC) como noción del acercamiento que promueven los diferentes autores críticos al modelo deficitario y, finalmente, se mostrarán los antecedentes más relevantes y recientes al tema.

### **Teoría de las representaciones sociales**

La primera aproximación teórica que se da a los estudios de PSCyT, está dada desde la Teoría de las Representaciones Sociales (TRS) postulada por el psicólogo social Serge Moscovici, en su trabajo *El psicoanálisis, su imagen y su público* (Moscovici, 1979), el cual desembocó en estudios más profundos e introdujo a las RS como recurso teórico y metodológico dentro de varias ramas de las ciencias sociales (antropología o sociología, por ejemplo). Entre dichos estudios se destaca sobremanera, el estudio realizado por Jean- Claude Abric (Abric, 2001), quien retomó el trabajo de Moscovici en su propia TRS.

### **Teoría de las representaciones sociales según Moscovici.**

Como comenta Moscovici (1979), el conocimiento científico tiene la suficiente capacidad de trascender dentro del conocimiento y las relaciones de la sociedad con su realidad, debido a los diversos hechos científicos y tecnológicos que han repercutido en la historia de la humanidad. En ese orden de ideas, el psicoanálisis no fue la excepción y su penetración dentro de la población “lego” fue objeto de estudio del psicólogo social. Para él, la Ciencia penetra dentro de la sociedad a través del estudio de la realidad dentro de la realidad, convirtiéndose así en Ciencia dentro de la realidad o Ciencia aplicada. Sin embargo, para que el conocimiento trascienda a las esferas sociales, es necesario un mecanismo que permita la variación de la percepción del grupo con relación a la realidad y a la Ciencia; dicho mecanismo se centra en la comunicación y los elementos que componen la comunicación, en su penetración en la sociedad, en los cambios que produce dentro del pensamiento colectivo y en la continua retroalimentación que permite cambiar al concepto nuevamente – reiniciando todo el proceso. A todo lo anterior, Moscovici lo denominó como la Teoría de las Representaciones Sociales (TRS), siendo éste un concepto análogo al desarrollado por el sociólogo Emile Durkheim (Representaciones Colectivas) (Vera, 2002).

Inicialmente, Moscovici define a la representación social como *“una forma de organización de las imágenes y del lenguaje por medio de la simbolización de actos y situaciones que son o se convierten en comunes”* (Moscovici, 1979). A su vez, la Representación Social, según él, es el reflejo, en la conciencia, ya sea individual o colectiva, de un objeto o un haz de ideas exteriores a ella misma que permiten observarla como una modalidad de conocimiento cuya función es la elaboración de los comportamientos y la comunicación entre los individuos. En otras palabras, la representación social es un *“corpus organizado de conocimientos y una de la actividades psíquicas gracias a la cual los hombres hacen inteligible la realidad física y social, se integran en un grupo o en una relación cotidiana de intercambios y liberan los poderes de su imaginación”* (Moscovici, 1979). En la Figura 1, se puede observar la dinámica del proceso sugerido por Moscovici.

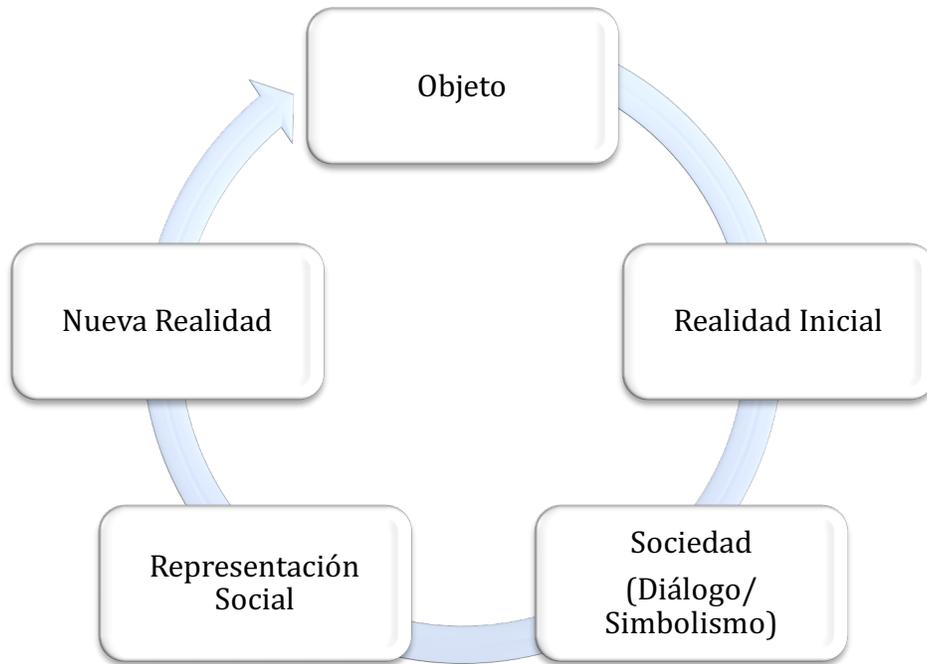


Figura 1. Proceso de las Representaciones Sociales según Serge Moscovici.  
Fuente: Elaboración propia.

De tal forma, el proceso de construcción de la realidad de un objeto por parte de la sociedad, es un proceso de ida y vuelta que se modifica y cambia constantemente a medida que se introducen más elementos individuales y sociales. Además, como se puede observar, la comunicación, vista como **divulgación**, es indispensable en este proceso, puesto que la forma como se transmita o quien la transmita, modifica la realidad que se esté construyendo. Lo anterior es debido a que la información se traduce, interpreta, cambia, inventa, diferencia, transforma o se acomoda y por ende impacta en la psicología individual autónoma, que a su vez es propia de la sociedad y la cultura. No obstante, las RS difieren de la opinión pública puesto que la segunda es más de carácter individual/particular, inestable y propensa al cambio, debido a la variabilidad del juicio individual y a la posibilidad de predecir el comportamiento que vendrá a partir de ella. A su vez, las RS se diferencian de las imágenes (simbolismos) puesto que las imágenes son el reflejo interno de una realidad externa que se traducen en sensaciones mentales de nuestras experiencias e historias, las cuales cambian y están sujetas a otras imágenes que también pueden cambiar. Dicho de

otra manera, constituyen un filtro selectivo y dirigen la percepción y la interpretación entre los mensajes que no son ignorados, rechazados o reprimidos.

De esta manera, las representaciones sociales dependen en parte de la **actitud** hacia el objeto y de la experiencia inherente al objeto además de, parafraseando a Moscovici (1979), preparar la respuesta al estímulo y remodelar la significancia adquirida alrededor de un objeto y proporcionar las nociones, teorías y el fondo de las observaciones que hacen estables y eficaces a estas relaciones. A su vez, ellas producen modificaciones en los comportamientos y las relaciones en el medio, y no son una simple reproducción de estos comportamientos o de estas relaciones ni una reacción a un estímulo exterior dado. Así, constituyen una representación de lo real de acuerdo con valores e ideas que regulan las conductas deseables o admitidas. Por tanto, a medida que la comunicación de los grupos avanza, la regularización del objeto se lleva a cabo y cada individuo obtiene lo que quiere y considera de la comunicación, y lo modifica y absorbe con el fin de comunicarlo de la forma que más se entiende dentro de un grupo determinado, teniendo como base principal el **interés colectivo** que haya en el tema. Precisamente en la práctica, los medios de comunicación han sido los bastiones que han tenido la valiosa oportunidad de modificar las representaciones sociales y, así, afectar el interés colectivo hacia sus intereses particulares como instituciones públicas o privadas.

Procesalmente, el ejercicio de toma de conciencia del objeto, por el grupo de sujetos, está dado como sistema reversible en el que existen tres etapas: un primer estado sensorial (percepción), un último estado intelectual (concepto) y un tercer estado intermedio de características mixtas relativas a los dos anteriores (representaciones sociales) (Figura 2).



Figura 2. Papel de las RS dentro de los procesos comunicativos.  
Fuente: Elaboración propia.

Así, el objeto puede alejarse y acercarse del individuo para que éste pueda utilizar la percepción o el concepto según lo que requiera el contexto donde se encuentra. Por tanto, la novedad – como objeto de estudio –, cambia los conceptos y las representaciones por el simple hecho de no ser habituales y romper con lo establecido anteriormente (Figura 3).



Figura 3. Papel de las RS como punto de inflexión entre los conocimientos adquiridos y aquellos que son novedosos.  
Fuente: Elaboración Propia

De tal manera, los elementos de la percepción y de los conceptos se trasponen unos a otros y crean nuevas interpretaciones de la nueva realidad que se encuentra o manifiesta (**apropiación del objeto**) (Figura 4).

No obstante, para que el anterior proceso se pueda generar, es necesario la existencia de tres dimensiones dentro de las representaciones sociales: **actitud, información y campo de representación o imagen**, las cuales dan sentido a los procesos anteriormente identificados. Por ejemplo, la **actitud**, identifica la orientación global con relación al objeto de la representación social; es decir, está relacionada con el interés y las acciones que un grupo específico entreteje alrededor de un tema común, la **información**, está dada desde el grado de conocimientos que tiene un grupo con relación a un objeto social (alfabetización) y, el **campo de representación o imagen** se relaciona con el modelo construido socialmente sobre un aspecto preciso del objeto social. Sin embargo, para poder llegar a la dimensión de la información y, finalmente, a una representación social, se debe haber tomado una posición previa y que se hubiera desarrollado el proceso en función de la posición tomada. Así, las representaciones sociales tienden a categorizar a los grupos dependiendo de las variables sociodemográficas, tendencia política, nivel socioeconómico y nivel educativo, debido a las teorías que se construyen socialmente y generan dicha división.

A su vez, éstas adquieren la característica de permitir la traducción de conflictos normativos, materiales y sociales, y arraiga los materiales científicos en el mundo circundante a cada uno. También, motiva y facilita la trasposición de conceptos y “teorías populares” al plano del saber inmediato e intercambiable, y estos conceptos se convierten en instrumentos de comunicación. Por tanto, cada vez que se entrevista o encuesta a un individuo por un tema en particular, éste se convierte en un representante del grupo, y no una persona particular, debido a las representaciones sociales dadas como conocimientos autónomos existentes que obedecen al espíritu humano frente a los acontecimientos de su universo cercano. También, el individuo refleja la consolidación de la estructura interna de un grupo o de él mismo, actualizándola y comunicándola, y estableciendo vínculos con otros. Además, el individuo pone atención sobre las conductas imaginarias y simbólicas en la existencia corriente de las colectividades (Moscovici, 1979).

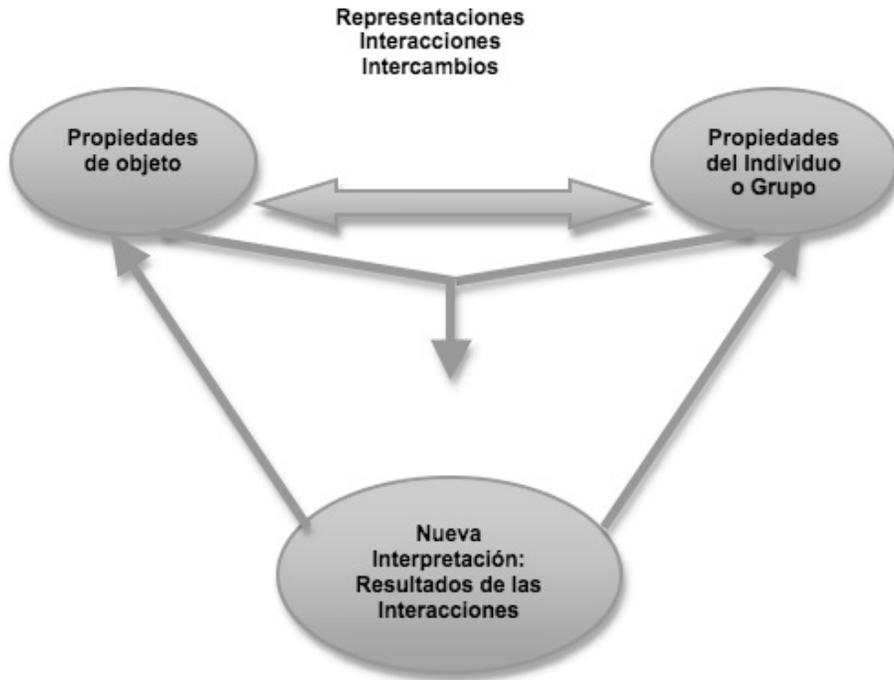


Figura 4. Papel de las RS dentro de la construcción de realidad.  
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se podría definir un proceso general a través de los dos grandes procesos de elaboración de las representaciones sociales: la objetivación y el anclaje (Tabla 1). Asimismo, la objetivación se divide en dos procesos internos que caracterizar y dan forma a lo mencionado en la tabla anterior (Tabla 2).

En conclusión, las representaciones sociales según lo postulado por Moscovici (1979), podrían definirse como acuerdos tácitos que se dan entre grupos de la sociedad a través de la comunicación dada entre sus individuos. A su vez, estos acuerdos se encuentran en constante cambio debido a factores internos (tales como las experiencias propias de los individuos y su comprensión del mundo) y factores externos (información novedosa). También, dependen en sobre manera de la actitud, el campo de representación, o imagen, y la información, y son parte esencial de la construcción de la realidad dentro de un grupo específico. Finalmente, la susceptibilidad al cambio de las representaciones sociales es enorme debido al cambio de la realidad, lo cual permite que, cada vez, se modifiquen para encajar en la nueva realidad – la cual a su vez es modificada cuando las representaciones

sociales se modifican. Es decir, las representaciones podrían observarse como un proceso helicoidal infinito en la medida que la misma realidad cambia.

**Tabla 1**

Proceso de elaboración de las RS

Objetivación	Anclaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>Llevar a hacer real un esquema conceptual a través de la duplicación de la imagen con la contrapartida material.</li> <li>Aprovisionar índices y significantes al individuo receptor por medio de la emisión y trama en el ciclo de las infra comunicaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la separación entre las palabras y la cosa (el objeto).</li> <li>Enganchar los signos lingüísticos al objeto.</li> </ul>

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2**

Subprocesos de la objetivación

Naturalización	Clasificación
<p>Consiste en pasar de las ideas a lo real junto con todos los elementos objetivos, preparando el cambio de situación y función al medio cognoscitivo (mente).</p> <p>En otras palabras la naturalización se encarga de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Convertir en real al símbolo</li> <li>Atribuir a los seres más información.</li> </ol>	<p>Reside en clasificar al mundo circundante e introducirle un nuevo orden, que se adapta al pre-existente, disminuyendo los choques de toda concepción nueva.</p> <p>Dicho de otra forma, la clasificación se encarga de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Darle a la realidad un aspecto simbólico</li> <li>Separar los atributos de los seres para tenerlos como un acuerdo general de la sociedad.</li> </ol>

Nota. Fuente: Elaboración propia

### **Teoría de las representaciones sociales según Abric.**

Por otro lado, Jean-Claude Abric (2001), centra su trabajo en la teorización de la noción de las RS desde una concepción fuera de un laboratorio, y llevándolo a la “vida real”, bajo el argumento de que éstas son organizadas y se rigen por reglas de funcionamiento. Abric se basa en la tesis de Moscovici, y sugiere la existencia de un lazo intrínseco entre el objeto y el vínculo social que debe ser interpretado cada vez

que se habla de RS. A su vez, este autor define a las RS como una *“visión funcional del mundo, que permite al individuo o al grupo conferir sentido a sus conductas, y entender la realidad mediante su propio sistema de referencias y adaptar y definir de este modo un lugar para sí. (...) Organización significativa dependiente de las circunstancias y factores generales. (...) Sistema de interpretación de la realidad que rige las relaciones de los individuos con su entorno físico y social. Determina sus comportamientos o prácticas.”* (Abric, 2001).

De tal forma, podría considerarse a las RS como una guía para la acción, o como un sistema de precodificación de la realidad a partir de las anticipaciones o expectativas frente a un objeto de estudio común, por medio de un mecanismo sociocognitivo – determinado por la textura psicológica (cognitiva) y las condiciones sociales que afectan la lógica cognitiva (social). También sostiene que las RS son dependientes de dos tipos de contextos, y de sus componentes: el contexto discursivo y el contexto social. En el caso del primero, las RS son dependientes de las condiciones en las que éstas se producen (auditorio) y de las relaciones que se verifican en el tiempo de una interacción. Desde el contexto social, las RS son dependientes de las posturas ideológicas y de la postura del individuo dentro del grupo.

Por otro lado, desde un estadio diferente del argumento, Abric enfatiza sobre las funciones de las RS dentro de los grupos de la siguiente manera:

1. Las RS explican la realidad – entendida como desde el saber común – dentro de un marco asimilable y comprensible que se suponga como una referencia común que permite el intercambio social y la transmisión y difusión del saber “ingenuo”,
2. Definen la identidad y salvaguardan la especificidad de los grupos (identitarias), situando al individuo y a los grupos en el campo social compatible con las normas y valores social e históricamente determinados (comparación social / control social),
3. Conducen comportamientos y prácticas (orientadoras) como guías para la acción a través de:

- a. La definición de la finalidad de la situación determinada como el relacionamiento pertinente dado por la gestión cognitiva, la cual se adoptará independientemente de la realidad objetiva de la tarea.
  - b. Un sistema de anticipaciones y expectativas dado desde la selección y filtrado de las informaciones, el cual es independiente de la evolución de una interacción, puesto que la precede y determina, y que puede establecer, incluso, las conclusiones de la interacción.
  - c. La prescripción. Es decir, determina comportamientos o prácticas obligadas mostrando todo aquello que es lícito, tolerable e inaceptable,
4. Justifican las posturas y los comportamientos (justificadoras). Posturas de un grupo frente a otro o de un grupo frente a un objeto y que evolucionan con el tiempo, determinadas por la práctica de las relaciones, y que perpetúan y justifican la diferenciación social.

Asimismo, el autor asegura que la organización interna de las RS está planteada como un grupo de núcleos que dan sentido a la relación social del individuo, los cuales son constitutivos del pensamiento social, que ponen en orden la realidad vivida por los individuos o grupos. Todo lo anterior entendido análogamente como **Percepción Social** u organización centralizada (Figura 5). De tal forma, dentro del sistema de las RS, el núcleo es el punto común dentro de un grupo particular. A su vez, dicho núcleo es análogo a una estructura central que, en palabras de Abric, son parte de la Percepción Social (PS). En pocas palabras, las RS y la PS constituyen el mismo concepto solo que la PS es vista como una organización centralizada, definición a la que Moscovici no llegó desde las RS pero que Abric sí logró desde la Teoría del Núcleo Central (TNC).

En ese sentido, Abric organiza teóricamente a las RS confiriéndole una estructura imaginaria en la cual existen un núcleo, “duro y consistente” – teóricamente hablando –, y una periferia, variable, y desde las cuales las define. Es así, como en la Teoría del Núcleo Central (TNC) establece que toda las RS están organizadas alrededor de un núcleo central el cual cumple con dos funciones. La primera es la de función

generadora, es decir que la significación de los otros elementos de la RS es generada o se transforma en este espacio teórico y, la segunda es la de función organizadora, es decir que determina la naturaleza de los lazos con los que unifica y estabiliza a las RS. Por tal razón, se podría decir que es el elemento más estable alrededor del cual se construyen, evolucionan y cambian las RS, hasta que haya un cambio mayor que lo obligase a cambiar, y con ello a toda la representación en sí misma. En cuanto a sus contenidos, la organización de éstos determina el tipo de RS y no al contrario. También, entre más sea tocado un contenido en especial será considerado como “más central”. Igualmente, dependiendo de la naturaleza del objeto y la finalidad de la situación el núcleo central puede tener dos dimensiones diferentes: como dimensión funcional y como función normativa. Finalmente, la TNC establece que no todos los objetos se pueden representar. Por tanto, gracias a las definiciones del NC, las RS adquieren una nueva clasificación según el lugar donde se halle el núcleo: RS autónomas, en las cuales el núcleo está al mismo nivel del objeto y, RS no autónomas, en las cuales el núcleo central se encuentra por fuera del objeto.

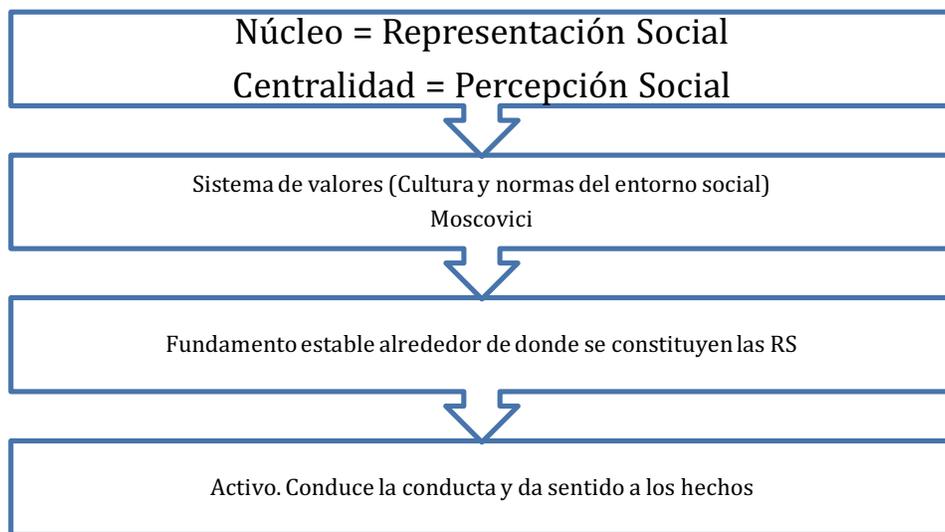


Figura 5. Representaciones sociales según Abric.  
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, según Abric, la periferia debe su presencia y ponderación al núcleo. Sin embargo, aquella constituye el lado más accesible, vivo y concreto de las RS, se considera como informaciones retenidas, juicios formados del objeto y su entorno,

estereotipos y creencias – las cuales pueden estar más o menos cercanas al núcleo – y es la interfase directa entre el núcleo y la situación. Dentro de las funciones de la periferia se destacan las siguientes:

1. Concreción: Depende del contexto y es resultado del anclaje de la RS en la realidad, está presente y es vivida por el sujeto y crea un ambiente contextual particular, especificando al núcleo y señalando detalles.
2. Regulación: Adapta a las RS al contexto, es el aspecto móvil y evolutivo de la RS y regula la entrada de información al núcleo central.
3. Defensa: Es un sistema de defensa del núcleo y regula el cambio de las RS a través del cambio de ponderación, las interpretaciones nuevas, las deformaciones funcionales defensivas o la integración condicional de elementos contradictorios.

Finalmente, los elementos periféricos son esquemas organizados que prescriben el comportamiento y la toma de posición del sujeto, modulan personalmente a las RS y las conductas asociadas, y protegen al núcleo central en caso de necesidad. En conclusión, podría definirse a las representaciones sociales como conjuntos organizados de valores dados por la cultura, los cuales se encuentran estructuradas por un núcleo, complejo, general e invariable, y por una periferia, sencilla, más detallada y flexible, la cual da sentido a la realidad construida alrededor de un grupo de individuos mediado por la comunicación y las relaciones (Figura 6).

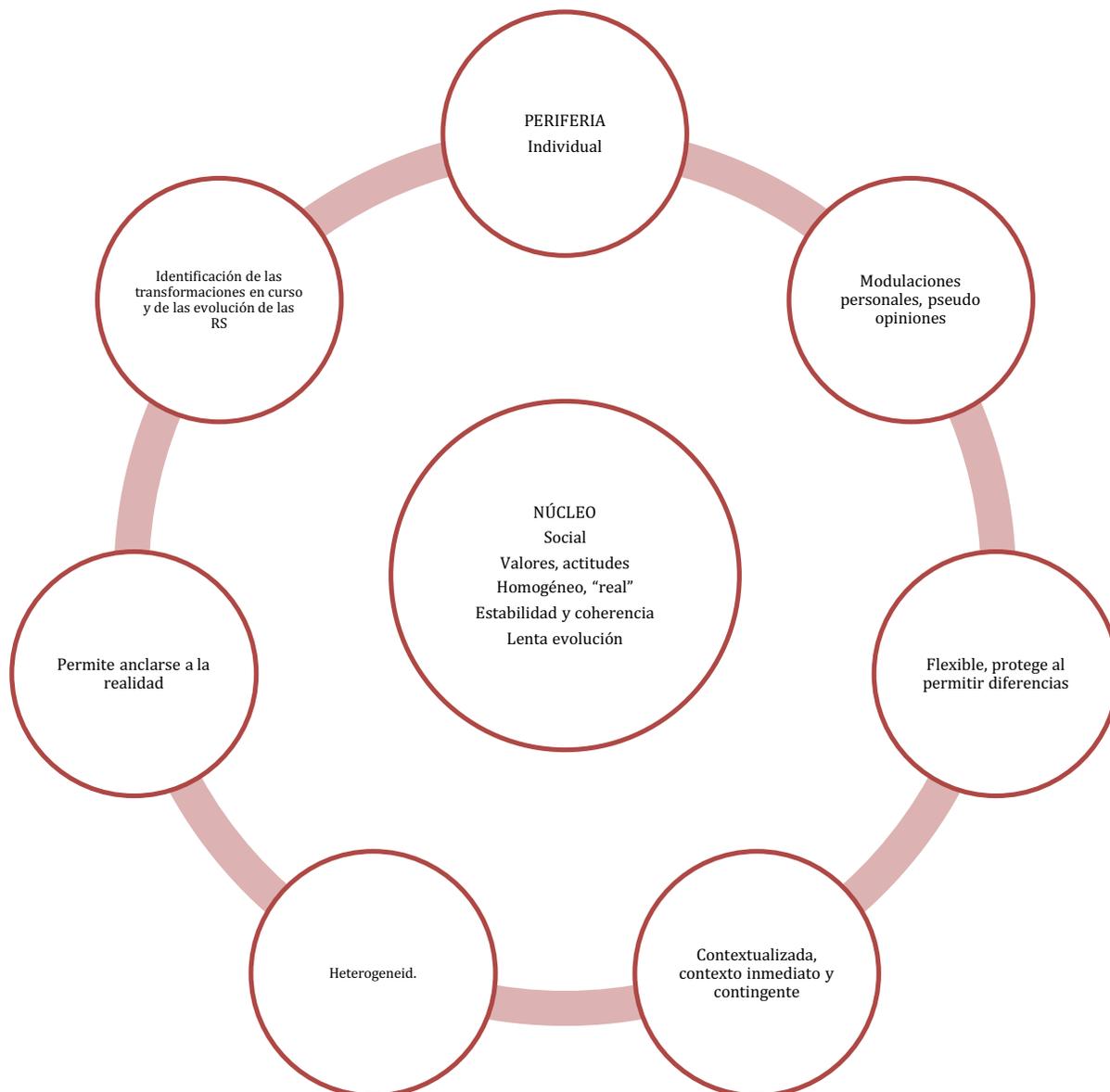


Figura 6. Estructura de las RS.  
Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo 2. Representaciones sociales de la Ciencia y la Tecnología

Para poder comprender cómo la TRS ha influenciado en los estudios de PSCyT es necesario hacer un repaso histórico de ellos. Posterior a la Segunda Guerra Mundial, y especialmente luego del Proyecto Manhattan y sus consecuencias en Japón con la Bomba Atómica, surge una preocupación dentro de la población mundial sobre cómo se organiza, financia, selecciona o se hace control de calidad a la Ciencia y sobre cuál es su influencia en la sociedad, política y economía – plasmando para la posteridad esta inquietud a través de una carta que el Presidente Roosevelt (1944) entrega al director de la Oficina para la Investigación y el Desarrollo Científico, doctor Vannevar Bush. Así, a finales de los años 50, surgen encuestas de opinión pública que responden a la necesidad de saber cuánto conocimiento tiene el público sobre la Ciencia, partiendo de la hipótesis de que hay una evaluación positiva en la medida que existe mayor conocimiento científico – siendo los científicos los estándares máximos de esta hipótesis –. Dicha hipótesis es denominada como Modelo Deficitario Cognitivo, en la cual se ve a la Ciencia y a los científicos como representantes, como aquel punto que debe ser alcanzado – sobre un público lego de menor cantidad de conocimientos (Durant, 1994).

Sin embargo, no fue hasta los años 70 cuando dichas encuestas empezaron a ser vistas desde dos perspectivas conceptuales diferentes, a pesar de que estas dos perspectivas fueron en un principio vistas teóricamente de manera igual. La primera, desarrollada en Estados Unidos por la National Science Foundation (NSF) se basaba en la perspectiva de Alfabetización Científica (*Scientific Literacy*) en la cual, parafraseando a Durant (1994), se estimaban cuestiones vinculadas al nivel de conocimiento de los contenidos sustantivos de la Ciencia y de la lógica de su proceder, dentro de la población. Es decir, se cuantificaban los conocimientos científicos que tenía la población y se analizaban de dónde eran obtenidos esos conocimientos. Con lo cual, los sistemas de alfabetización y de educación en Estados Unidos se fortalecieron durante esta etapa. Por otro lado, en el Reino Unido, se

desarrollaron el mismo tipo de encuestas, pero en esta ocasión basadas en la Comprensión Pública de la Ciencia (*Public Understanding of Science*), “como opción hacia un enfoque más diversificado y menos centrado en la cuestión de la mayor o menor alfabetización y popularización de la Ciencia” (Torres Albero, 2005, p.11). Es decir que, además de centrarse en la cantidad de información y de los medios para obtenerla, este tipo de encuestas también apuntaron a investigar las actitudes, intereses y el campo de representación dentro del cual se desarrollaba la *Ciencia* – en pocas palabras se desarrollaron las RS de la Ciencia – para generar mecanismos que mejoraran la actitud del público por medio de la alfabetización. Pero, los resultados de los estudios de PSCyT, recopilados en diferentes estudios, no mostraban ninguna mejoría con relación a la actitud a pesar de los esfuerzos de los gobiernos por alfabetizar a la población.

De tal forma, diferentes autores optaron por analizar la utilidad y el papel que las RS han tenido dentro de los estudios de PSCyT. Por ejemplo, Cortassa (2010), enfatiza que es necesario hacer un cambio en el concepto de interés en la Ciencia conformado por las variables actitudes, conocimientos e intereses por el modelo de las Tres D (Diálogo-Discusión-Debate) en el cual se incluyen los factores culturales y contextuales del grupo analizado, debido a la naturaleza social del pensamiento creado en las instituciones comunes como la familia, educación, grupos de pertenencia o religión. También, afirma que entre los usos de las RS se encuentra el de ser un medio para diferenciar cómo se conforman las imágenes dentro del proceso de circulación y apropiación social de la CyT. A su vez, la autora determina que dentro del proceso de apropiación, existe la variable de presión social, la cual obliga a tomar posición a un individuo frente a un tema particular, por lo cual no se deberían hacer tantos esfuerzos en alfabetizar, puesto que de esta manera se demuestra que la información no está relacionada con la actitud del individuo hacia la CyT sino de factores externos a él. Además, sitúa la problemática en la calidad del diálogo entre expertos y el público frente a la baja apropiación social de la Ciencia y a las actitudes negativas.

Para tal efecto, la autora propone un enfoque comparativo del contenido y estructura de las RS de diferentes grupos de individuos acerca de la CyT para interpretar cuál es el grado de cercanía o distancia entre ellas y, así, determinar cuáles son los márgenes divergentes que dificultan las interacciones que se entablan acerca de este objeto en particular. Asimismo, sugiere la identificación de las jerarquías de conceptos en el campo de representación y los puntos en común, y diferentes, entre las RS de diferentes grupos. A su vez, hace una invitación a la alfabetización científica para averiguar modos de inserción del saber científico entre las formas propias de sentido común articulándose en la realidad contextual y no destruyendo.

En cuanto a los métodos de recolección de la información, comenta que las encuestas están diseñadas para buscar carencias cognitivas pero no buscan vislumbrar cómo la PSCyT fue construida dentro del grupo, olvidando que cada grupo particular interactúa de forma diferente frente a la Ciencia. Por otro lado, con relación a la significación que un grupo le da a otro (expertos/público) hace que se reconozca la identidad del otro y que, a su vez, se reconozcan a interlocutores válidos y confiables en el diálogo epistémico. Finalmente, enfatiza que más que las actitudes o la apropiación del conocimiento novedoso, los factores de adoptar posición por presión grupal, las metáforas disponibles y el repositorio de significados son más importantes al momento de diseñar las encuestas y de generar metodologías, y mecanismos de diálogo entre los científicos y el público.

Por otro lado, en su trabajo, Torres Alberó (2005) critica las actitudes extremas “positivas” o “negativas” que arrojan los resultados de los estudios de PSCyT debido a que no se observan los puntos medios y no existe una clara diferenciación entre la Ciencia y la CyT a la hora de preguntar, lo cual genera una ambivalencia en los resultados. También, resalta que el interés por la CyT no es dependiente de la alfabetización, sino que depende fuertemente de variables macro como el grado de industrialización del país o la experiencia histórica de la ciudadanía en el tema, y de un contexto complejo, así como resalta la existencia de un sesgo hacia la

independencia cognitiva y variabilidad de los datos en los casos de países con mayor alfabetización científica – mostrando que a mayor grado de alfabetización hay más cuestionamientos alrededor de temas sociales y medioambientales y que a menor grado más esperanza que la CyT funcionen como formas de cambio. Por tanto, se deduce que la familiaridad y conocimiento generan una imagen más sólida de la CyT sin importar que sea o no positiva.

De esa manera, el autor propone un modelo de RS que contribuyan a la disminución de los errores cometidos en estudios anteriores. En primer lugar, propone a la alfabetización como un sinónimo de representaciones ambivalentes, no como mejoradora de las actitudes. Segundo, ve a las RS como un sistema estructurante de distintos tipos de sociedades, historias y culturas, y estructuras sociales, diferenciando entre las sociedades industriales – aquellas donde el conocimiento es cercano únicamente a las élites, la CyT son idealizadas y los niveles sociales, educativos y económicos son altos dentro de una sociedad en particular – y las postindustriales – aquellas donde el conocimiento es popularizado (sociedades del conocimiento o de la información), la CyT son criticadas, existen diversos puntos de vista que conllevan a actitudes dispares frente a la CyT y donde la sociedad es más observadora y controladora de los resultados de la CyT –. Tercero, define a las RS como un medio contingente de la observación de las relaciones entre los actores (científicos y tecnólogos, políticos y gestores de la tecnociencia, prescriptores de la opinión pública a través de los medios de comunicación de masas y audiencia en general) y, finalmente, especifica que éstas dependen del grado de la participación pública, de la relación de los ciudadanos con las instituciones y de la institucionalización del riesgo en los medios de comunicación.

No obstante, gracias a las propuestas metodológicas y conceptuales anteriores con relación a las RS de la CyT, en los últimos años los estudios de PSCyT han optado por 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 tecno-científica, lo que se expresa en que comienza a preferirse el término,

proveniente del ámbito de influencia francesa, de cultura científica y tecnológica para la denominación del campo (Godin & Gingras, 2000), con lo cual, en la práctica, se ha apuntado al análisis y fortalecimiento de apropiación social de la Ciencia y la Tecnología en grupos más pequeños y a la participación ciudadana.

### **Capítulo 3. Percepción social de la Ciencia y la Tecnología**

Como tal, el concepto de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología (PSCyT) remite al proceso y mecanismos de comunicación social y al impacto de éstos sobre la formación de contenidos, actitudes y expectativas de los miembros de la sociedad sobre la Ciencia y la Tecnología, (OEI & RICyT, 2003) los cuales han sido evaluados a través de encuestas a la ciudadanía y en grupos más acotados, como por ejemplo en países – Colombia en el 2012 – ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014), ciudades – Bogotá en el 2012 – (Lozano Borda & Daza-Caicedo, 2014), regiones – Córdoba, Argentina en el año 2010 – (Ademar Ferreyra, Vidales, & Bono, 2012), adolescentes – estudiantes iberoamericanos entre el 2008 y 2009 – (Polino, 2011), estudiantes de bachillerato – República Dominicana en el 2012 – (Poyó & Álvarez, 2011), estudiantes universitarios o docentes – Universidad de Caldas en el 2010 – (Gartner Izasa, 2010), que comparados con los resultados globales del país o de la región han brindado modelos de cuál es la percepción social que tienen ciertos sectores de población más específicos respecto a la Ciencia y la Tecnología

A su vez, este tipo de estudios han medido la cultura científica – entendida como un atributo social, no individual, en el cual se encuentra la información, valores, conocimientos y actitudes con la que los individuos ven a la Ciencia y la Tecnología de maneras particulares, según el grupo al que pertenezcan. Por tal razón, se dice que una sociedad está más o menos cientizada en la medida que ésta cuestione hacia dónde se dirigen la Ciencia y la Tecnología y en la cual la participación ciudadana en CyT esté más ligada a los medios, mecanismos o instituciones de poder que se relacionen con la CyT (OEI & RICyT, 2003). No obstante, dicha tendencia de orientación científica está determinada por un momento histórico determinado que permite su movilidad hacia alguno de los extremos.

De tal forma, más que la apropiación en sí misma, se argumenta el fomento de la cultura científica (entendida como proceso y como unidad) dentro de la ciudadanía

con las siguientes razones: 1. Es pragmática, 2. Es democrática (cívico), 3. Es un proceso que se enmarca en la cultura y 4. Es un proceso que analiza la situación económica y profesional de la CyT. Por tanto, surge la necesidad de diseñar instrumentos que demuestren cómo todo lo anterior se da, con el fin de identificar los elementos del conocimiento social desde los cuales se fortalezca la divulgación científica y tecnológica o de orientar una política científica y tecnológica más acorde al contexto social, por ejemplo. Así surgen las encuestas, los grupos focales, los análisis de contenidos y los estudios de panel (estos últimos no tienen aún un desarrollo teórico frente al tema). Sin embargo, más específicamente, la metodología de tipo cuantitativo ha sido aquella que más se ha utilizado junto con la encuesta como instrumento de medición de más amplio espectro y alcance en términos geográficos y de datos recolectados (OEI & RICyT, 2003).

Precisamente, se puede rastrear el uso de esta metodología desde el inicio de los estudios de PSCyT por la NSF, seguido por países o regiones como el Reino Unido, la Comisión Europea (Eurobarómetro), Japón, India, Corea del Sur, China, Malasia, Nueva Zelanda y Rusia entre los finales de los años 1970 y los 1980. De igual manera, a partir de los años 90, en Iberoamérica se comenzaron a desarrollar este tipo de actividades en cada uno de los países por separado, dando en el año 2001 un giro importante dado que se creó el Proyecto Estándar de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana, liderado por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT), con el fin de estandarizar los indicadores para las encuestas de PSCyT en Iberoamérica y, así, poder hacer comparaciones entre los países que las aplicaran. Como resultado, la OEI, la RICYT y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) (FECYT, OEI, RICYT, 2009), en el marco del Proyecto, desarrollaron un estudio de PSCyT simultáneamente en varios países iberoamericanos: España, Argentina, Chile, Uruguay, Brasil, Portugal, México, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador y Trinidad y Tobago (Gartner Izasa, 2010).

Consecuentemente, dichos indicadores se convertirían en el marco de referencia para orientar no sólo la realización de los estudios sino, también, las políticas de difusión, apropiación, etc., a través del análisis del interés, entendido como la importancia que se le da a la CyT, del conocimiento o nivel de comprensión de conceptos científicos básicos, del conocimiento de la naturaleza de la investigación científica, de las actitudes con respecto al financiamiento público de la investigación, de la confianza en la comunidad científica y de los beneficios y riesgos de la Ciencia. Con lo cual se desliga de un enfoque que observa a la cultura científica desde la ignorancia, es decir desde el argumento pedagógico de la educación popular y el modelo del déficit, a un enfoque que visualiza una cultura científica estructural, en la cual se puede medir cuán impregnada está la sociedad por contenidos de CyT y se analiza como una condición de la sociedad y no como un atributo que se expresa en stocks de conocimientos. Es decir, se redefine a la cultura científica como aquellas *“conductas individuales de cuya sumatoria se abstraen afirmaciones sobre los contenidos de representación, prácticas sociales, pautas y normas sociales, evaluaciones, etc., del papel de la Ciencia y la Tecnología en la sociedad.”* (OEI & RICyT, 2003).

Así, metodológicamente los estudios de PSCyT han centrado su estudio desde la predominancia del método cuantitativo de la encuesta, puesto que a través de ella se han logrado identificar aspectos cognitivos y la opinión, positiva y negativa, de carácter colectivo, con los cuales se han sustraído criterios comunes para poder comparar con otros grupos (Atar, 2010). No obstante, según la institución o grupo de investigación que la realice, o los objetivos que se busquen dentro del grupo de estudio, las categorías de análisis de las encuestas han sido variables (Tabla 3).

De esta forma, cabe resaltar que la existencia de una homogeneidad conceptual que permite el desarrollo de este tipo de estudios, y su comparación, sólo fue posible a partir del 2003 gracias a los esfuerzos que la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) pusieron en el Proyecto Iberoamericano de Indicadores de Percepción Pública,

Cultura Científica y Participación Ciudadana con el fin de estandarizar la forma de evaluar la PSCyT (OEI & RICyT, 2003). No obstante, a pesar de haber sido un esfuerzo en conjunto con expertos y organizaciones e instituciones gubernamentales iberoamericanas de Ciencia y Tecnología, esta estandarización ha sido objeto de cuestionamientos relacionados con el uso exclusivo del concepto de *Percepción social* para denominar a estos estudios, y en los cuales se propone incluso el uso de conceptos como el de *Imaginario social* o *Representación social*, o con el uso único de la encuesta como método de recolección de la información, obviando los métodos cualitativos ya sean como primera opción como método de profundización y triangulación de la información (Polino, Fazio, & Vaccarezza, 2003).

De tal manera, para efectos prácticos, el presente trabajo se guía según los lineamientos propuestos por el Proyecto Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, creados en co-colaboración entre la OEI y el RICyT, con el fin de poder comparar la información obtenida con estudios que los hayan utilizado como base conceptual y metodológica. Así, se seguirán identificando los grandes pilares de las RS (interés, actitudes y campo de representación) pero desde un enfoque sociológico más marcado, además de observarse que el componente de Participación Ciudadana cobrará relevancia en algunos apartados dentro del estudio, tal y como se observa en la Tabla 3.

### **Participación ciudadana de la Ciencia y la Tecnología.**

Como consecuencia de la vinculación de la TRS dentro de los estudios de PSCyT, de los resultados que han arrojado estos históricamente, de los acontecimientos científicos notorios y de la visibilización de los problemas medioambientales que han marcado más a la ciudadanía; la participación ciudadana se ha convertido paulatinamente en objeto de investigación dentro de los estudios de Ciencia, Tecnología y sociedad. Por ejemplo, históricamente se visualiza la participación ciudadana en CyT con el activismo social generado en los años 1960 debido a los posibles riesgos e impactos negativos para el medioambiente y la salud (sociedad del riesgo). Así, con esto se pudo observar que existe un tipo de participación ciudadana formativa, en la cual el público al ser opositor de los proyectos, situaciones

u objetos en general, hace que la persona o grupo de personas busquen más información al respecto para poder respaldar su posición. Es decir, con el conocimiento disponible y su apropiación social, se genera implicación cívica y participación (López Cerezo, 2005).

En ese mismo sentido, la cultura científica rica y valiosa es aquella que se genera con frecuencia a través de la implicación individual dentro de los procesos de participación. Tal es el caso de las protestas sociales a nivel individual o comunitario, consumo diferencial informado y consciente, colaboración con otros usuarios de Internet en la generación de conocimiento, altruismo, debates sociales alrededor de temas particulares previos a las tomas de decisiones y por el activismo social, science shops o conferencias de consumo. Sin embargo, la cultura científica no es la única promotora de la participación ciudadana, puesto que la ciudadanía también es parte de la construcción de la cultura científica, con lo cual el proceso es de ida y vuelta. A su vez, la participación ciudadana tampoco surge únicamente de manera unilateral desde la ciudadanía hacia la CyT.

De esta manera, como conclusión del marco teórico anterior, y apoyado en el argumento de Polino, Fazio y Vacarezza (2003), la cultura tecnocientífica “exige una mirada sistémica sobre instituciones, grupos de interés y procesos colectivos estructurados en torno a sistemas de comunicación y difusión social de la Ciencia, participación ciudadana o mecanismos de evaluación social de la Ciencia”, cobra importancia el análisis de “micro-sociedades” como la de los ingenieros químicos, el cual permitiría afianzar o contradecir los estudios más generales y, así, poder articular los resultados con el diseño y puesta en marcha de modelos o mecanismos de apropiación de la CyT para este grupo en particular.

**Tabla 3**  
Estudios más influyentes y representativos de la PSCyT en Iberoamérica

Ítem	Autor (OEI & RICyT, 2003)	(Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)	(Polino, 2011)
• <b>Nombre del documento</b>	• Proyecto Iberoamericano de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana	• III Encuesta de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, Colombia 2012	• Los Estudiantes y la Ciencia. Encuesta a Jóvenes Iberoamericanos
• <b>Enfoque</b>	• Percepción pública de la Ciencia y la Tecnología	• Percepción pública de la Ciencia y la Tecnología	• Percepción social de la Ciencia y la Tecnología
• <b>Categorías de análisis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imaginario social de la Ciencia y la Tecnología               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Representación social de la Ciencia</li> <li>○ Utilidad de la Ciencia</li> <li>○ La imagen de la Ciencia como conocimiento legítimo</li> <li>○ La Ciencia en la vida cotidiana</li> <li>○ La Ciencia y la Tecnología como fuentes de riesgo</li> <li>○ La imagen de los científicos y de la actividad científico -tecnológica</li> <li>○ Percepción de la Ciencia y la Tecnología local</li> </ul> </li> <li>• Procesos de comunicación social de la Ciencia               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Información científica incorporada.</li> <li>○ Consumo de información científica.</li> <li>○ Valoraciones acerca de científicos y periodistas.</li> </ul> </li> <li>• Participación ciudadana en temas de Ciencia y Tecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés e información sobre CyT</li> <li>• Actitudes y valoración</li> <li>• Apropiación de la CyT</li> <li>• Políticas y participación ciudadana</li> <li>• Imagen de la CyT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representación acerca de los científicos y las características de la profesión</li> <li>• Valoración del aporte de las materias científicas en distintos aspectos de la vida</li> <li>• Hábitos informativos sobre CyT</li> <li>• Percepción sobre la formación profesional y las carreras científicas</li> </ul>
• <b>Metodología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis cuantitativo, utilizando como instrumento una encuesta</li> <li>• Se realizó en varios países simultáneamente (España, México, Argentina, entre otros)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis cuantitativo, utilizando como instrumento una encuesta</li> <li>• Se realizó simultáneamente en varias regiones de Colombia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis cuantitativo, utilizando como instrumento una encuesta</li> <li>• Se realizó en varios países simultáneamente (España, Colombia, Argentina, entre otros)</li> </ul>

Nota. Fuente: Elaboración propia

## Capítulo 4. Metodología

### Ficha técnica

---

<b>Nombre del proyecto</b>	Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología: El Caso de Estudiantes, Profesionales Graduados, Directivos y Docentes de Ingeniería Química en Universidades Colombianas
<b>Objetivo general</b>	Explorar la percepción social de la Ciencia y la Tecnología, entendida como la estructura que engloba los conceptos de representación social de la <i>Ciencia</i> y la <i>Tecnología</i> y participación ciudadana de estudiantes, profesionales, docentes y directivos de la carrera de ingeniería química de universidades colombianas.
<b>Tipo de investigación</b>	Encuesta por muestreo no probabilístico
<b>Diseño muestral</b>	Muestreo no probabilístico bola de nieve o “referencia en cadena”
<b>Población objetivo</b>	Estudiantes, profesionales graduados, docentes y directivos de la carrera de ingeniería química de universidades colombianas
<b>Tamaño de la muestra</b>	318 personas
<b>Técnica de recolección</b>	Muestreo bola de nieve
<b>Fecha de recolección</b>	11 de abril de 2015 – 01 de junio de 2015

---

Nota. Fuente: Elaboración propia

### Desarrollo del cuestionario

#### Dimensiones de análisis y preguntas realizadas para abordarlas

Los ejes temáticos – dimensiones de análisis – abordados en el estudio, con correlación a los objetivos planteados, son los siguientes:

1. Información sociodemográfica
2. Creencias e ideas
3. Acciones
4. Valores
5. Participación ciudadana

A su vez, cada una de estas dimensiones identifica a una serie de preguntas que se encuentran subordinadas a ellas mismas. En la Tabla 4, se observan las

preguntas, variables, caracterizadas por su número en la encuesta, la dimensión de análisis a la cual es subordinada y la procedencia de la misma.

**Tabla 4**  
Matriz de variables y dimensiones de la encuesta

Número de pregunta	Variable(s)	Dimensión de análisis	Procedencia
101	Sexo	1	-
102	Fecha de nacimiento	1	-
103	¿A qué actividad se dedica actualmente?	1	-
a.1.	De las siguientes universidades, ¿de cuál de ellas es actualmente estudiante de Ingeniería Química?	1	-
a.2.	Seleccione el semestre en el que se encuentra estudiando	1	-
b.1.	De las siguientes universidades, ¿de cuál de ellas se graduó de Ingeniería Química?	1	-
b.2.	Seleccione su actividad actual	1	-
b.3.	Seleccione el año de graduación de la universidad	1	-
c.1.	De las siguientes universidades, ¿de cuál de ellas es actualmente docente o directivo de Ingeniería Química?	1	-
201	Por favor escriba 5 palabras que relacione con CIENCIA	2	Adaptada de (Páez, 2009)
202	Por favor escriba 5 palabras que relacione con TECNOLOGÍA	2	Adaptada de (Páez, 2009)
203	Mencione las instituciones/personas/lugares/redes que usted reconoce como PRODUCTORES(AS) de Ciencia y Tecnología en el país	2	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
204	Mencione las instituciones/personas/lugares/redes que usted reconoce como DIVULGADORES(AS) de Ciencia y Tecnología en el país	2	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
301	De los siguientes medios de comunicación, ¿de cuál de ellos usted más frecuentemente CONSULTA/RECIBE información de Ciencia y Tecnología?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
a.1.	¿Qué canal(es) de televisión?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)

---

a.2.	¿Qué programa(s) de televisión?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
b.1.	¿Qué página(s) de internet?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
c.1.	¿Qué revista(s)?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
d.1.	¿Qué emisora(s) y/o programa(s) de radio?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
e.1.	¿Qué periódico(s)?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
302	De los siguientes medios de comunicación, ¿en cuál de ellos usted más frecuentemente PUBLICA/COMUNICA información de Ciencia y Tecnología?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
i.1	¿Qué programa(s) de televisión?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
ii.1	¿Qué página(s) de internet?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
iii.1	¿Qué revista(s)?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
iv.1	¿Qué emisora(s) y/o programa(s) de radio?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
v.1	¿Qué periódico(s)?	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
303	En el último año usted ha: (Opciones)	3	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
401	¿Cuáles son sus intereses en CIENCIA y TECNOLOGÍA?	4	Elaboración propia
402.a	En una escala de mucho, bastante, poco o nada, usted considera que la Ciencia y la Tecnología son importantes para:	4	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
402.b	¿Otro?	4	-
403.a	En una escala de mucho, bastante, poco o nada, según usted, la CIENCIA y la TECNOLOGÍA permiten: (Opciones)	4	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)
403.b	¿Otro?	4	-
404	Según usted, ¿cuáles son las principales dificultades para el desarrollo de la CIENCIA y TECNOLOGÍA en Colombia?	4	Adaptada de ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014)

---

405	En una escala de mucho, bastante, poco o nada, el(la) profesional en ingeniería química aporta a la Ciencia y la Tecnología: (Opciones)	5	Elaboración propia
406	En una escala de mucho, bastante, poco o nada, ¿qué tanto cree usted que la ingeniería química puede contribuir a solucionar las siguientes problemáticas?	5	Elaboración propia

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

### Tipo de preguntas y escalas utilizadas

Para el desarrollo del instrumento las escalas utilizadas estuvieron en función del tipo de pregunta y las posibles respuestas a encontrar. En la siguiente tabla (Tabla 5), se encuentran cada una de las preguntas de la encuesta caracterizadas por tipo de pregunta y la escala utilizada. Cabe anotar que en sólo algunas preguntas se utilizaron la escala bipolar y Likert, mientras que en el resto de ellas no fue necesario debido al tipo de pregunta. Con relación al tipo de preguntas abiertas, éstas se propusieron bajo la técnica de listas libres, con el fin de entender mejor las creencias e ideas de los encuestados (Cunningham, Hertel, Lachapelle, & Jocz, 2013), para un máximo de 5 palabras en unas y sin límite de respuestas en otro.

Sólo en dos preguntas (Otro) se permitió texto libre. Con ello, para analizar los resultados obtenidos, se supone que el orden de las palabras dentro de las listas libres está dado desde el nivel de importancia que dichas palabras tienen para los encuestados, siendo a su vez, posibles núcleos conceptuales aquellas encontradas en los primeros lugares (Fernández Núñez, 2006).

**Tabla 5**  
Matriz de variables, tipo de pregunta y escala utilizada

Número de pregunta	Variable(s)	Tipo de pregunta	Escala
101	Sexo	Opción múltiple, única respuesta	Bipolar
102	Fecha de nacimiento	Abierta	-
103	¿A qué actividad se dedica actualmente?	Opción múltiple, única respuesta	-
a.1.	De las siguientes universidades, ¿de cuál de ellas es actualmente estudiante de Ingeniería Química?	Opción múltiple, única respuesta	-

a.2.	Seleccione el semestre en el que se encuentra estudiando	Opción múltiple, única respuesta	-
b.1.	De las siguientes universidades, ¿de cuál de ellas se graduó de Ingeniería Química?	Opción múltiple, única respuesta-	-
b.2.	Seleccione su actividad actual	Opción múltiple, única respuesta	-
b.3.	Seleccione el año de graduación de la universidad	Abierta	-
c.1.	De las siguientes universidades, ¿de cuál de ellas es actualmente docente o directivo de Ingeniería Química?	Opción múltiple, única respuesta	-
201	Por favor escriba 5 palabras que relacione con CIENCIA	Abierta	-
202	Por favor escriba 5 palabras que relacione con TECNOLOGÍA	Abierta	-
203	Mencione las instituciones/personas/lugares/redes que usted reconoce como PRODUCTORES(AS) de Ciencia y Tecnología en el país	Abierta	-
204	Mencione las instituciones/personas/lugares/redes que usted reconoce como DIVULGADORES(AS) de Ciencia y Tecnología en el país	Abierta	-
301	De los siguientes medios de comunicación, ¿de cuál de ellos usted más frecuentemente CONSULTA/RECIBE información de Ciencia y Tecnología?	Opción múltiple, única respuesta	-
a.1.	¿Qué canal(es) de televisión?	Abierta	-
a.2.	¿Qué programa(s) de televisión?	Abierta	-
b.1.	¿Qué página(s) de internet?	Abierta	-
c.1.	¿Qué revista(s)?	Abierta	-
d.1.	¿Qué emisora(s) y/o programa(s) de radio?	Abierta	-
e.1.	¿Qué periódico(s)?	Abierta	-
302	De los siguientes medios de comunicación, ¿en cuál de ellos usted más frecuentemente PUBLICA/COMUNICA información de Ciencia y Tecnología?	Opción múltiple, única respuesta	-
i.1	¿Qué programa(s) de televisión?	Abierta	-
ii.1	¿Qué página(s) de internet?	Abierta	-
iii.1	¿Qué revista(s)?	Abierta	-

iv.1	¿Qué emisora(s) y/o programa(s) de radio?	Abierta	-
v.1	¿Qué periódico(s)?	Abierta	-
303	En el último año usted ha: (Opciones)	Opción múltiple, múltiple respuesta	-
401	¿Cuáles son sus intereses en CIENCIA y TECNOLOGÍA?	Opción múltiple, múltiple respuesta	-
402.a	En una escala de mucho, bastante, poco o nada, usted considera que la Ciencia y la Tecnología son importantes para:	Respuestas escalares	Likert de 3 niveles
402.b	¿Otro?	Abierta	-
403.a	En una escala de mucho, bastante, poco o nada, según usted, la CIENCIA y la TECNOLOGÍA permiten: (Opciones)	Respuestas escalares	Likert de 3 niveles
403.b	¿Otro?	Abierta	-
404	Según usted, ¿cuáles son las principales dificultades para el desarrollo de la CIENCIA y TECNOLOGÍA en Colombia?	Opción múltiple, múltiple respuesta	-
405	En una escala de mucho, bastante, poco o nada, el(la) profesional en ingeniería química aporta a la Ciencia y la Tecnología: (Opciones)	Respuestas escalares	Likert de 3 niveles
406	En una escala de mucho, bastante, poco o nada, ¿qué tanto cree usted que la ingeniería química puede contribuir a solucionar las siguientes problemáticas?	Respuestas escalares	Likert de 3 niveles

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

### **Algunas consideraciones sobre el lenguaje, el orden de las preguntas y el diseño gráfico del cuestionario**

El lenguaje y el orden de las preguntas estuvieron acordes a los documentos y antecedentes de este tipo de estudios y, por tanto, se tomó como referencia principal la *III Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología. Colombia* (Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014). A su vez, se realizaron los ajustes correspondientes luego de la aplicación de la prueba piloto y de la evaluación del instrumento por expertos. Con relación al diseño gráfico del cuestionario, éste se desarrolló en un formato sencillo según lo sugerido por la plataforma Formularios de Google (Google, 2015).

## **Aplicación piloto (Validación)**

Este paso constó de dos momentos principales:

1. Validación por expertos:
  - a. Contenido: Realizada por 3 expertos, ingenieros químicos y docentes con 10 y 15 años de experiencia en docencia e investigación.
  - b. Constructo y criterio: Realizada por una experta, psicóloga con experiencia en encuestas de percepción y representaciones sociales.
2. Prueba piloto: Aplicada online entre el 2 y el 11 de abril de 2015, con un total de 23 participantes correspondientes a profesionales y docentes en ingeniería química.

De lo anterior, se obtuvieron las siguientes sugerencias:

- Evitar el uso excesivo del lenguaje incluyente con el fin de que sean más comprensibles las preguntas y que se pueda diligenciar más rápido el instrumento.
- Cambiar la redacción de cuatro (4) preguntas.
- Aumentar el número de posibles respuestas para las preguntas 405 y 406.
- Especificar más las variables sociodemográficas de los grupos de estudio para poder hacer una comparación mejor de los resultados.

## **Criterios generales para la aplicación del trabajo de campo**

Debido a que el presente estudio es de tipo no probabilístico realizado con un muestreo tipo bola de nieve, fue necesario escoger quiénes eran los primeros sujetos a contactar. La primera parte de la muestra fueron profesionales en ingeniería química de diferentes universidades; posteriormente, este primer grupo referenció un segundo grupo de profesionales y, por último, se realizaron encuestas a través de las escuelas de ingeniería química de las universidades en Colombia que tuvieran el programa aprobado por el Consejo Profesional de Ingeniería Química. El número total de personas encuestadas fue 318, superando el número planeado inicialmente de 250.

## **Formulación de nuevas variables e índices**

Posterior a la validación por expertos y a la prueba piloto, los cambios que se realizaron en el instrumento fueron:

1. Se aumentaron el número de respuestas para la pregunta 406: especialmente con relación a temas globales como cuidado del agua o aporte en temas medioambientales.
2. Se segmentó la encuesta para que se pudieran obtener más datos sociodemográficos de los grupos de estudio. Así, se adicionaron variables como año de grado, universidad donde estudia/se graduó o el semestre en el que se encuentra estudiando (Anexo A).

Finalmente, los datos obtenidos una vez cerrada la encuesta se recopilaron en formato de hoja de cálculo para su tratamiento y análisis.

## **Análisis de datos**

### **Análisis cuantitativo.**

El análisis cuantitativo de los datos se realizó en dos fases:

1. Análisis general de los datos por medio de tablas dinámicas y gráficos con Microsoft Excel 2016 ®, con el cual se realizó recuento de frecuencias y se discriminó según grupo de estudio o sexo.
2. A través del *Programa Estadístico para Ciencias Sociales (Statistical Program for Social Sciences, SPSS)* versión 22:
  - a. Variables categóricas (sexo, actividad, universidad estudiantes, semestre, universidad graduados, actividad principal, universidad docente): basado en la hipótesis nula ( $h_0$ ) de que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los datos, y por medio del uso de estadísticos tales como Chi-cuadrado, coeficiente de contingencia y significancia asintótica ( $p$ ) se analizaron las preguntas *medios consulta*, *medios publica*, 303 y 401-406, correlacionándolas con las variables categóricas mencionadas. A su vez, se dividieron los resultados obtenidos entre aquellos estadísticamente significativos y estadísticamente no significativos. Más específicamente, el

criterio de clasificación fue el valor de  $p$ , valores del mismo mayores a 0,05 se consideraron estadísticamente no significativos –  $p > 0,05 \rightarrow h_o = no\ rechazada$  – y valores menores a 0,05 se consideraron estadísticamente significativos –  $p < 0,05 \rightarrow h_o = rechazada$ .

De igual forma, se enfatizó en el análisis de los datos, que además de ser estadísticamente significativos, fueran relacionados con los subgrupos poblacionales objeto de estudio (Estudiantes, Profesionales Graduados, Docentes y Directivos). Así, aquellos datos que fueran estadísticamente significativos y que no fueran relacionados con los subgrupos poblacionales no fueron analizados en el cuerpo del documento, sino que se encuentran como valores de soporte en los anexos correspondientes.

- b. Variables continuas (edad, año graduación): haciendo uso de la  $h_o$  anterior, de un Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor y utilizando como contraste de medias la Prueba Scheffe (comparaciones múltiples post hoc), se analizaron las preguntas *medios consulta* y *medios publica* – debido a que éstas tienen más de 2 opciones de respuesta – utilizando como criterio de discriminación inicial la significancia estadística de los datos ( $p_i$  mayor o menor a 0,05). Así, en caso de ser estadísticamente significativos en el inicio de la prueba ( $p_i < 0,05$ ) se identificaba a través de los resultados de la Prueba Scheffe y de sus respectivas significancias ( $p_b$ ) si los grupos eran estadísticamente significativos en segunda instancia ( $p_b < 0,05$ ), rechazando así la  $h_o$  y, de esta forma, ser objeto de análisis dentro del documento.

Por otro lado, las preguntas 303 y 401-406 – 2 o menos opciones de respuestas – fueron analizadas por diferencia de medias de muestras independientes, las cuales utilizaron la media, desviación estándar, número de casos y significancia como variables a considerar. De igual forma que con ANOVA, se obtuvieron dos significancias:  $p_i$ , determinada a partir de la Prueba de Levene de Calidad de Varianzas, específica si se asumen o no

varianzas iguales – donde  $p_i < 0,05 \rightarrow$  *no se asumen varianzas iguales* – y  $p_b$  (significancia bilateral) la cual mostraba si existía o no una diferencia estadísticamente significativa entre los datos de los grupos.

Es de anotar que en ambos casos, los valores de menos de 2 frecuencias se eliminaron como si hubieran sido valores perdidos discretos y, por tanto, no se tuvieron en cuenta dentro del análisis estadístico para no sesgar los resultados de diferencias o varianzas. De igual forma que con las variables categóricas, los resultados de los análisis para los tres subgrupos poblacionales de estudio fueron incluidos dentro del cuerpo del documento, mientras que el resto fueron agrupados en los anexos.

### **Análisis cualitativo.**

Este tipo de análisis se realizó en tres etapas:

1. Análisis de frecuencias: Por medio de Microsoft Excel 2016 ® se determinó la frecuencia general de la palabras, lo mismo que el orden general con el que fueron mencionadas por los encuestados. También, se discriminó esta información por subgrupo poblacional de estudio y el orden con el que éstos las mencionaron. Finalmente, se utilizó la página <http://www.wordle.net> para graficar las nubes de palabras resultantes de este análisis.
2. Análisis de nodos y grafos de asociación o de redes: por medio del programa libre Gephi 0.8.2 beta se realizó el análisis gráfico y cuantitativo de los datos cualitativos a través de algoritmos y distribuciones propios del programa y sugeridos por los programadores. Así, se identificaron los nodos y límites de asociación junto con sus respectivos parámetros de asociación (betweenness, closeness, eccentricity y modularity) :
  - a. Nodos de asociación: Objetos visuales que representan las palabras que definen *Ciencia y Tecnología*. Dentro de los grafos de asociación resultantes estos tienen un tamaño proporcional a su frecuencia. Para todos los casos del presente estudio, sólo aquellas palabras que tuvieran una frecuencia

- mayor o igual al 5% del valor más alto fueron consideradas dentro del análisis.
- b. Líneas de asociación: Conexiones entre nodos (vecinos). Un solo nodo puede tener varias líneas de asociación con otros nodos, lo cual significa que hay un mayor nivel de asociación entre ambos nodos por frecuencia de mención (Cherven, 2013).
  - c. Betweenness (intermediación): Cantidad de veces que un nodo es puente de comunicación entre dos nodos (Ravinderkhatri, 2014). En las gráficas resultantes,  $x$  corresponde a la intermediación y  $y$  la cantidad de nodos que cumplen como puentes.
  - d. Closeness (cercanía): Proximidad que hay entre un nodo de inicio y el resto de los nodos de la red (Ravinderkhatri, 2014). En las gráficas resultantes,  $x$  es que tan lejano se encuentra el nodo del nodo central y  $y$  el número de nodos que tienen ese valor de cercanía. Entre más grande el valor de cercanía, más lejano es éste del nodo principal.
  - e. Eccentricity (Excentricidad): Muestra la distancia entre el nodo principal y los nodos más lejanos de él (Ravinderkhatri, 2014). En la gráfica,  $x$  es el valor de la excentricidad y  $y$  la cantidad de nodos con ese valor.
  - f. Modularity (Modularidad): Algoritmo que detecta comunidades por medio de parámetros tales como: Randomize , Use weights and Resolution (Ravinderkhatri, 2014).
    - i. Randomize (Aleatorizar): Organiza el grafo aleatoriamente para que reduzca los tiempos visuales entre dos nodos.
    - ii. Use weights (Valor de uso): Peso ponderado de las comunidades creadas.
    - iii. Resolution (Resolución): Organizar y clasifica el número de comunidades
3. Análisis de asociación: Empleando el programa para minería de datos Weka 3, se utilizó el algoritmo a priori para asociación, para las definiciones generales de *Ciencia y Tecnología*, encontrando las parejas de respuestas e identificando

aquellas más frecuentes a través de los parámetros de soporte<sup>1</sup> y confianza<sup>2</sup>. De esta manera, se decidió que solamente se tendrían en cuenta los resultados con confianzas y soportes mayores a 0,1 y 0,02, respectivamente. Los resultados de este proceso, también apoyaron lo suministrado por los grafos de asociación en cuanto al grosor de las líneas de asociación con relación a su grado de confianza. Es decir, entre más gruesas las líneas de asociación mayor grado de confianza fue observada en el análisis de asociación y viceversa.

---

<sup>1</sup> Total de veces que aparece una pareja en un conjunto de datos (XUY).

<sup>2</sup> Cantidad de veces (por fracción) que al aparecer una palabra X, aparece también la otra (Y).

## Capítulo 5. Resultados

### Información sociodemográfica

Participaron 318 personas entre estudiantes de ingeniería química (66,0%), ingenieros químicos graduados (25,5%) y docentes o directivos de ingeniería química (8,5%). Para el total de la población, el 47,8% corresponde a mujeres y el 52,2% a hombres (Tabla 6) siendo notable la similitud entre los dos sexos para estudiantes y profesionales graduados, no siendo así en directivos o docentes.

**Tabla 6**  
Porcentaje de la variable sexo según la actividad

Actividad	Hombre	Mujer	Total
Estudiante	35,8%	30,2%	66,0%
Profesional graduado	10,7%	14,8%	25,5%
Directivo o docente	5,7%	2,8%	8,5%
<b>Totales</b>	<b>52,2%</b>	<b>47,8%</b>	<b>100,0%</b>

Nota. Fuente: Elaboración propia

El estudio contó con participantes entre los 15 y 65 años de edad; la edad promedio total de 23 años (SD = 7 años) (Tabla 7). La edad promedio para estudiantes es 20, Profesionales graduados 28 y Directivos o docentes 36 años. No hay diferencias significativas en la edad por sexo, entre grupos por actividad o en la muestra total (hombres = 24 años y mujeres = 23 años).

Se observó que las tres universidades con mayor participación de estudiantes fueron: Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá (36,7%), Universidad de la Sabana (33,3%) y Universidad de Pamplona (9,5%) (Figura 7), que representan el 78,5% del total de los estudiantes participantes del estudio. A su vez, los tres semestres de los que hubo mayor participación fueron: primero (17,1%), quinto (13,3%) y séptimo (12,9%). No obstante, al agrupar por componentes curriculares: fundamentación básica (primero a cuatro semestre), fundamentación específica (quinto a octavo semestre) y ciclo final (noveno y décimo semestre), se encuentra

que la cantidad de participantes proviene en su mayoría de la fundamentación específica (41,0%), seguido por fundamentación básica (39,0%) y el ciclo final (20,0%) (Figura 8).

**Tabla 7**

Comparación edad promedio de hombres y mujeres según su actividad

Actividad	Hombre (años)		Mujer (años)		Total (años)	
	Edad M	SD <sup>a</sup>	Edad M	SD <sup>b</sup>	Edad M	SD <sup>c</sup>
Estudiante	20	2	20	3	20	2
Profesional graduado	29	9	27	3	28	6
Directivo o docente	36	9	38	6	36	8
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>23</b>	<b>7</b>

Nota. a,b,c = Desviación estándar (años) para cada uno de los grupos.

Fuente: Elaboración propia

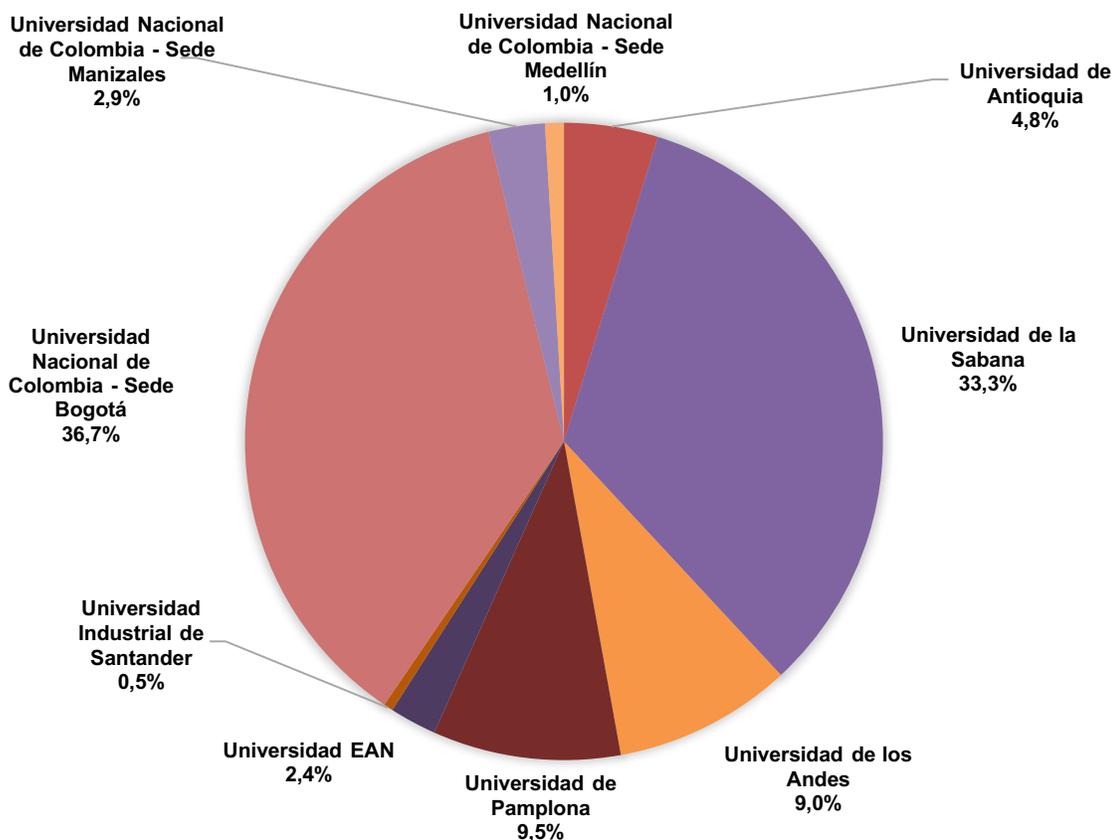


Figura 7. Porcentaje de estudiantes encuestados por universidad de origen.

Fuente: Elaboración propia.

Con relación a los ingenieros químicos graduados, se observó que las tres universidades con mayor participación fueron: Fundación Universidad de América (42,0%), Universidad de los Andes (38,3%) y Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá (7,4%) (Figura 9), que representan el 87,7% de los ingenieros químicos graduados que participaron en el estudio. Asimismo, este grupo se caracteriza por su actividad principal siendo el 63% de ellos empleados, 27% desempleados, 7% independientes y 3% empleados. Finalmente, el 59% tiene 3 o menos años de graduados, el 38% entre 3 y 10 años de graduados y 3% más de 10 años de graduados.

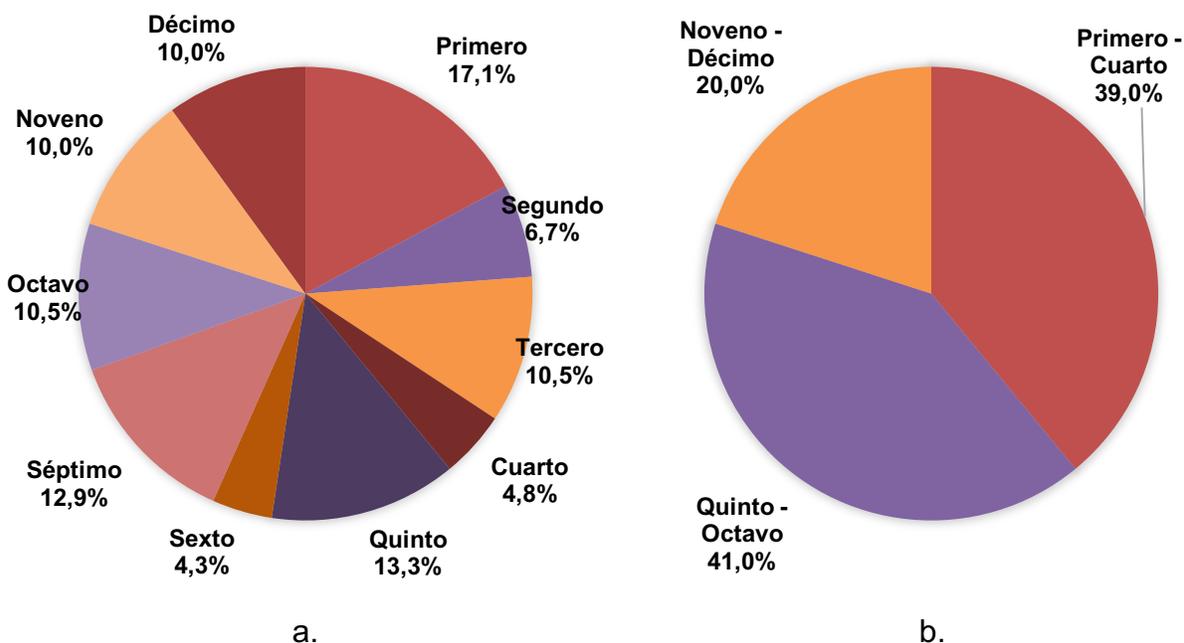


Figura 8. a. Porcentaje de estudiantes según el semestre al que pertenecen, b. Porcentaje de estudiantes según el componente curricular.

Fuente: *Elaboración propia.*

En cuanto a los directivos y docentes, los datos recolectados son en su gran mayoría de la Universidad de la Sabana (44,4%) y de la Fundación Universidad de América (11,1,%): ambas suman el 55,5% de los 27 participantes que respondieron esta encuesta correspondientes al grupo poblacional (Figura 10).

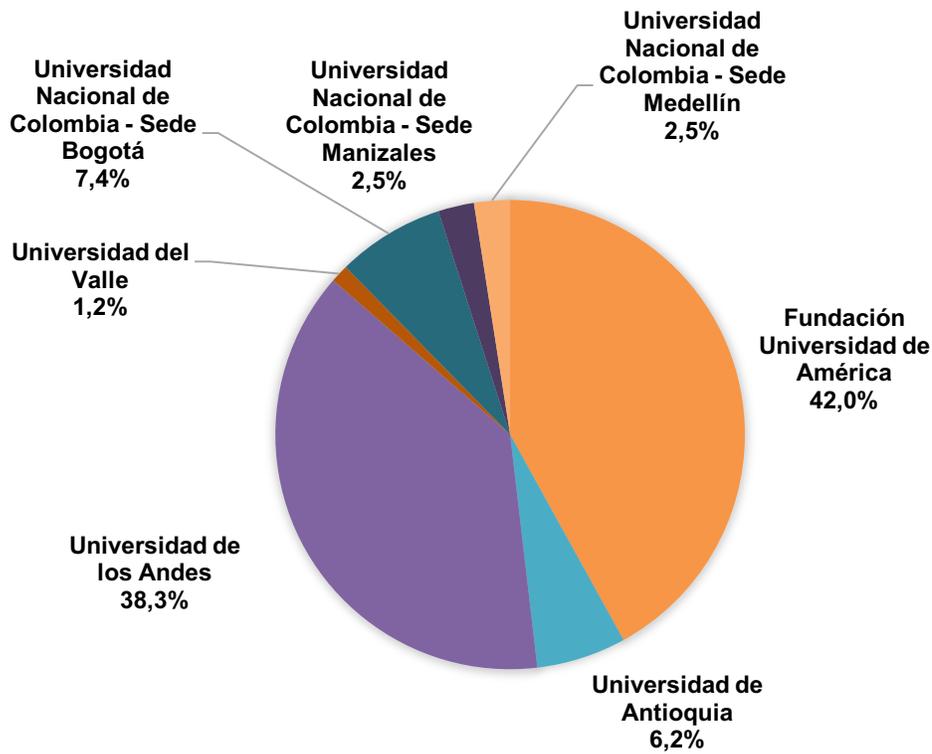


Figura 9. Porcentaje de profesionales graduados según universidad de origen.  
Fuente: Elaboración propia.

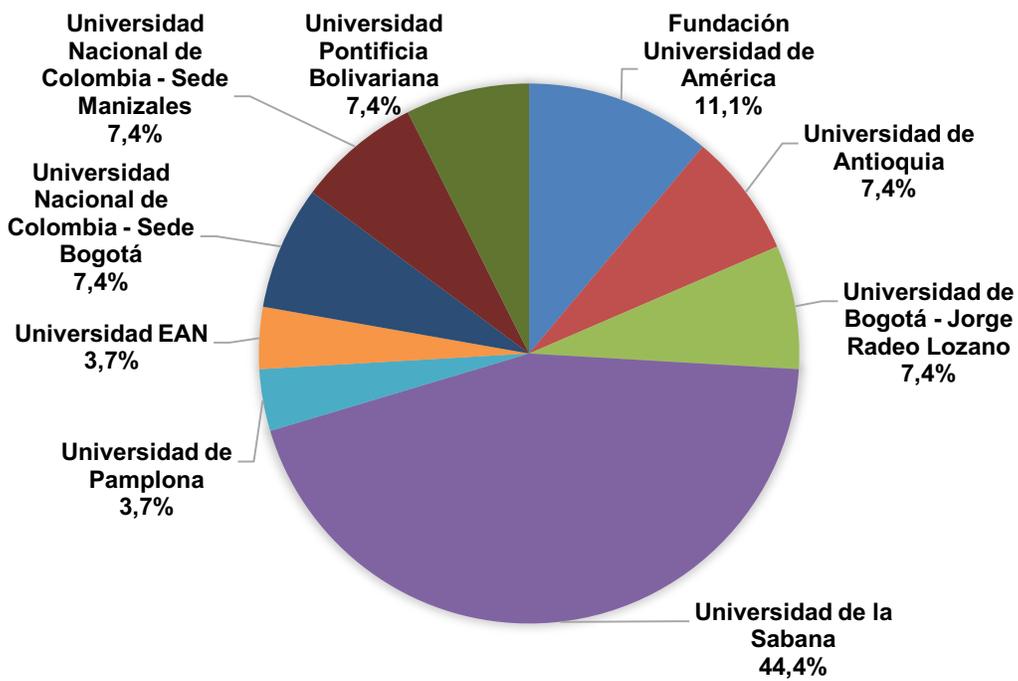


Figura 10. Porcentaje directivos y docentes según universidad de origen.  
Fuente: Elaboración propia.

## Creencias e ideas

Los conceptos de Ciencia y Tecnología no solamente provienen de las interacciones que los sujetos tienen con ellas, si no de las construcciones desde sus experiencias, diálogos con otros, culturas e ideas personales del mundo. De tal manera, identificar la definición de Ciencia y Tecnología de los encuestados y las instituciones, personas u organismos considerados como productores o divulgadores de Ciencia y Tecnología, son una herramienta fundamental para el desarrollo de políticas educativas y de apropiación más acertadas para los ingenieros químicos.

### Ciencia.

#### *Frecuencias.*

Al solicitar definir *Ciencia* en 5 palabras, los encuestados produjeron un total de 242 palabras las cuales variaron en la frecuencia y el orden con las que fueron mencionadas. Como resultado, *Investigación, Conocimiento, Desarrollo, Innovación, Descubrimiento, Tecnología, Avance, Estudio, Experimentación, Química, Teoría, Laboratorio, Progreso, Sabiduría y Método* fueron las quince (15) con mayor frecuencia, sin ser necesariamente la primera opción de respuesta. De esta manera, según la frecuencia de las palabras, en la Figura 11 se muestran por medio de una nube de palabras, las señaladas por los encuestados. El tamaño de la palabra en la figura corresponde con la frecuencia en que es mencionada, es decir, a mayor tamaño mayor frecuencia.

No obstante, la frecuencia de mención no presente diferencias estadísticas ( $p > 0,005$ ) entre los tres grupos de estudio, excepto por la palabra *Experimentación*. Por su parte, *Descubrimiento* fue enunciada por el 16% de los estudiantes y por el 17% de los profesionales, pero solamente por el 7% de los docentes y directivos, lo cual muestra una mayor relación entre *Ciencia* y *Descubrimiento* por parte de los estudiantes y profesionales respecto a lo que opinan los docentes (Figura 12).



Figura 11. Nube de palabras definición de Ciencia.  
 Fuente: Elaboración propia a través de la página <http://www.wordle.net>

Finalmente, en la Tabla 8 se muestran las 15 palabras más utilizadas para definir *Ciencia* según el orden de mención. Asimismo, en este caso es notorio que las primeras tres palabras de cada columna la mayoría de las veces son las más usadas para definir *Ciencia* según los encuestados (*Investigación*, *Conocimiento*, *Desarrollo*). En el Anexo B se encuentran relacionadas las frecuencias por orden y subgrupo poblacional de estudio, los cuales corresponden a los datos utilizados para construir la tabla anteriormente mencionada.

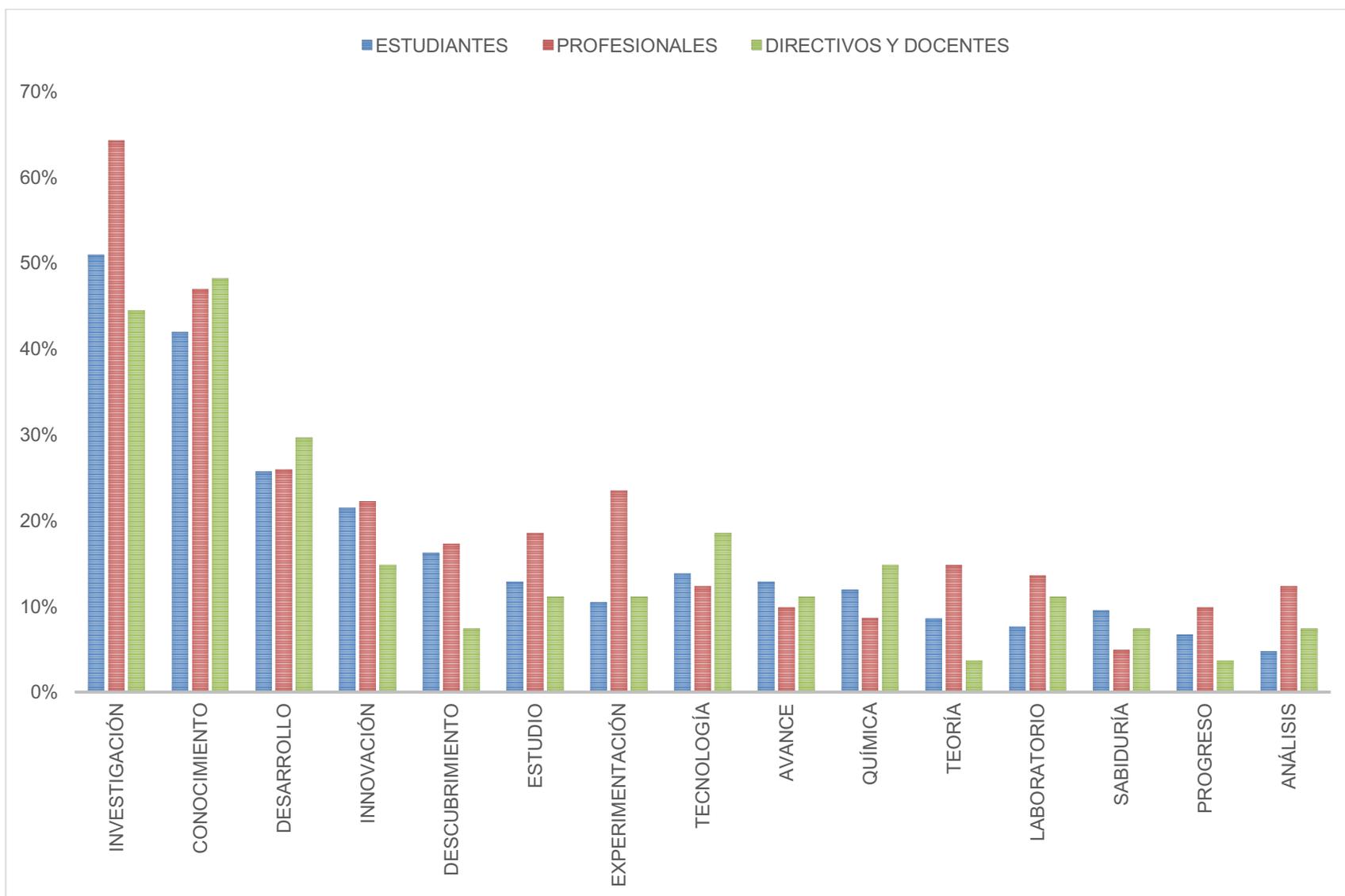


Figura 12. Contribución porcentual de encuestados de cada grupo poblacional para las primeras 15 palabras más frecuentes para definir Ciencia.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8**

Frecuencia de uso de palabras para definir Ciencia según el orden con el que fueron utilizadas.

1 <sup>er</sup> orden		2 <sup>o</sup> orden		3 <sup>er</sup> orden		4 <sup>o</sup> orden		5 <sup>o</sup> orden		Total	
Palabra	f	Palabra	f	Palabra	f	Palabra	f	Palabra	f	Palabra	F
Investigación	77	Conocimiento	37	Investigación	29	Investigación	23	Conocimiento	14	Investigación	171
Conocimiento	48	Investigación	35	Conocimiento	26	Conocimiento	14	Análisis	10	Conocimiento	139
Desarrollo	22	Desarrollo	24	Desarrollo	20	Descubrimiento	13	NS/NR	10	Desarrollo	83
Innovación	20	Descubrimiento	16	Innovación	16	Estudio	12	Innovación	9	Innovación	67
Química	17	Innovación	15	Laboratorio	10	Experimentación	11	Estudio	8	Descubrimiento	50
Tecnología	11	Tecnología	14	Experimentación	9	Sabiduría	10	Experimentación	8	Estudio	45
Avance	11	Avance	13	Teoría	9	Desarrollo	9	Desarrollo	8	Experimentación	44
Estudio	11	Experimentación	11	Estudio	9	Innovación	7	Química	8	Tecnología	44
Descubrimiento	9	Física	9	Tecnología	8	Método	7	Investigación	7	Avance	38
Progreso	6	Progreso	6	Naturaleza	7	Disciplina	7	Descubrimiento	7	Química	36
Experimentación	5	Teoría	6	Evolución	7	Análisis	7	Laboratorio	7	Teoría	31
Sabiduría	5	Hipótesis	6	Progreso	6	Hipótesis	7	Tecnología	7	Laboratorio	30
Teoría	4	Estudio	5	Descubrimiento	5	Teoría	6	Hipótesis	6	Sabiduría	26
Laboratorio	3	Sabiduría	5	Avance	5	Matemáticas	6	Teoría	6	Progreso	23
Matemáticas	3	Laboratorio	5	Método	5	Laboratorio	5	Razonamiento	6	Análisis	22

**Nota.** f = Frecuencia de uso de la palabra en el orden correspondiente. Los valores en rojo son los tres más frecuentes de cada orden.

Fuente: Elaboración propia.

### ***Asociación de palabras.***

En la Figura 13, se muestra el resultado gráfico del análisis de redes, hecho a través del software Gephi, para el total de la población de estudio. En él, se pueden identificar tres nodos importantes de asociación (identificados por el tamaño de las letras) siendo el nodo principal la palabra *Investigación*, seguida de *Conocimiento* y *Química*. De igual manera, se observan 4 colores diferentes de las líneas (azul, rojo, verde y amarillo) que unen los nodos lo cual permite reconocer 4 tipos de comunidades de palabras diferentes. Asimismo, el grosor de las líneas dentro del gráfico es proporcional a la cantidad de asociaciones entre una palabra y otra. En el Anexo B se puede confirmar el resultado anteriormente descrito por medio de los parámetros de asociación (intermediación, excentricidad, cercanía y modularidad), al igual que los grafos resultantes para cada uno de los grupos poblacionales – los cuales tienen nodos principales, distribución y distancia entre nodos similares a los que se encuentran en el grafo total – junto con sus respectivos parámetros de asociación.

Del mismo modo, el grosor de las líneas también se encuentra relacionado con la probabilidad de encontrar asociación entre palabras. Por ejemplo, se encontró que al utilizar palabras como *Física* y *Matemáticas* los encuestados utilizaban también la palabra *Química* en el 100% de los casos (Confianza=1). Esto mismo se vio al asociar *Investigación* y *Física* (Conf.=1) con *Química* como palabra complementaria asociada, o la pareja *Química* y *Biología* relacionando a *Física* (Conf.=1). No obstante, estos resultados solamente muestran una pequeña fracción de las asociaciones obtenidas. Por tal razón, en el Anexo B se muestran todas las asociaciones halladas para definir *Ciencia* para niveles de confianza entre 0,1 y 1.

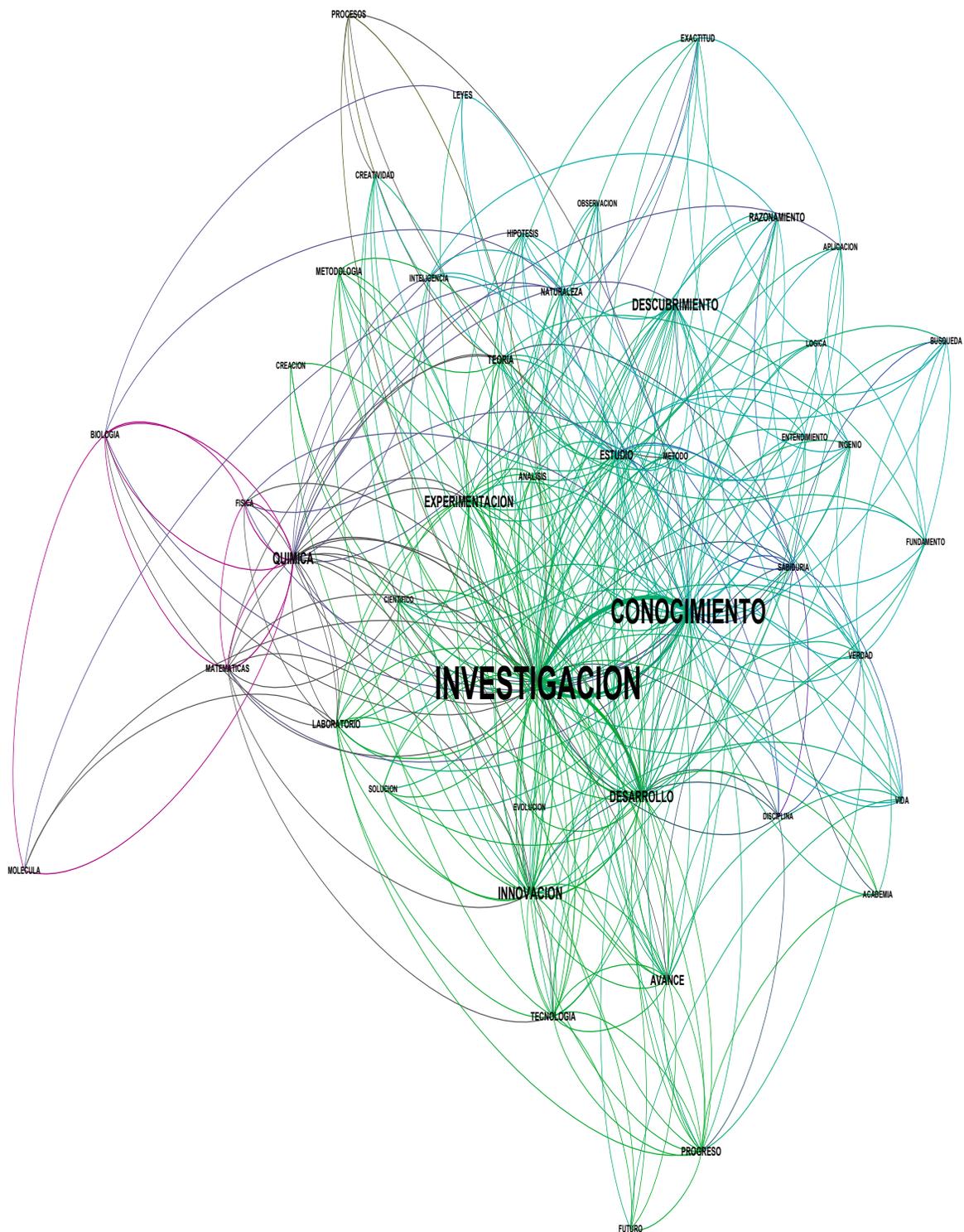


Figura 13. Análisis social de redes para la palabra Ciencia según el grupo poblacional encuestado.  
Fuente: Elaboración propia



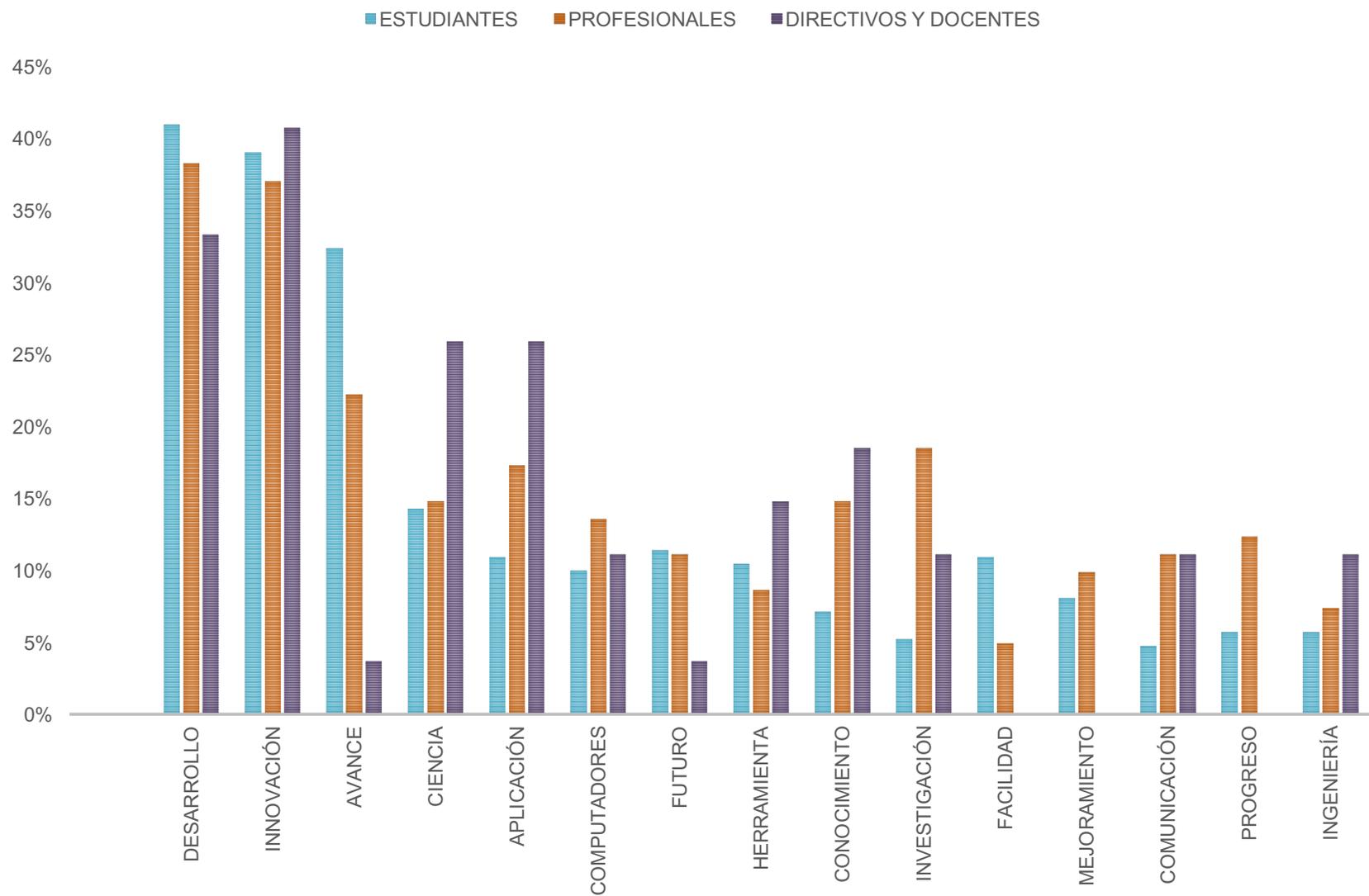


Figura 15. Contribución porcentual de encuestados de cada grupo poblacional para las primeras 15 palabras más frecuentes para definir Tecnología.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9 se muestran las 15 palabras más utilizadas para definir *Tecnología* con relación al orden con el que fueron mencionadas. Es importante enfatizar que las dos palabras más frecuentes (*Desarrollo* e *Innovación*) tienen frecuencias muy similares, 126 y 123 respectivamente. En el Anexo C se encuentran las frecuencias por orden y subgrupo poblacional de estudio, datos utilizados para construir la tabla general de resultados (Tabla 9).

### ***Asociación de palabras.***

En la Figura 16 se identifican cuatro nodos de asociación (*Innovación*, *Avance*, *Computadores* y *Aplicación*) desde los que se desprenden 4 colores diferentes de líneas (verde, rojo, morado y azul claro) correspondientes a 4 comunidades distintas. De igual manera que con *Ciencia*, el grosor de las líneas dentro del gráfico corresponde proporcionalmente a la cantidad de asociaciones entre una palabra y otra. En el Anexo C se encuentran los resultados de los parámetros de asociación para los anteriormente descrito junto con los grafos resultantes para estudiantes, ingenieros químicos profesionales y directivos y docentes (con nodos principales, distribución y distancias entre nodos de tendencia similar con relación al total) y sus respectivos parámetros de asociación.

A su vez, se halló que proporcionalmente al grosor de las líneas, al utilizar *Avance* junto con *Evolución* se mencionó en el 100% de los casos *Desarrollo* (Conf.=1), al igual que al asociar *Ingeniería* e *Investigación* (Conf.=1) con *Innovación*. En el Anexo C se encuentran las demás asociaciones halladas para definir *Tecnología* para niveles de confianza entre 0,1 y 1.

**Tabla 9**

Frecuencia de uso de palabras para definir Tecnología según el orden con el que fueron utilizadas.

1 <sup>er</sup> orden		2 <sup>o</sup> orden		3 <sup>er</sup> orden		4 <sup>o</sup> orden		5 <sup>o</sup> orden		Total	
Palabra	f	Palabra	f	Palabra	f	Palabra	f	Palabra	f	Palabra	f
Innovación	58	Desarrollo	39	Desarrollo	21	Desarrollo	20	Innovación	15	<b>Desarrollo</b>	<b>126</b>
Desarrollo	32	Avance	22	Avance	19	Innovación	16	Desarrollo	14	<b>Innovación</b>	<b>123</b>
Avance	26	Innovación	21	Aplicación	13	Ciencia	12	Avance	10	<b>Avance</b>	<b>87</b>
Computadores	18	Conocimiento	9	Ciencia	13	Avance	10	Ciencia	9	<b>Ciencia</b>	<b>49</b>
Aplicación	12	Investigación	9	Innovación	13	Herramienta	9	Aplicación	7	<b>Aplicación</b>	<b>44</b>
Ciencia	11	Herramienta	8	Futuro	8	Progreso	9	Comunicación	7	<b>Computadores</b>	<b>35</b>
Herramienta	9	Futuro	7	Facilidad	6	Facilidad	8	Ingeniería	7	<b>Futuro</b>	<b>34</b>
Conocimiento	8	Aplicación	6	Conocimiento	5	Futuro	8	Mejoramiento	7	<b>Herramienta</b>	<b>33</b>
Investigación	7	Computadores	6	Investigación	5	Investigación	7	Computadores	5	<b>Conocimiento</b>	<b>32</b>
Futuro	6	Facilidad	5	Comunicación	4	Mejoramiento	7	Futuro	5	<b>Investigación</b>	<b>29</b>
Ingeniería	5	Mejoramiento	5	Ingeniería	4	Aplicación	6	Conocimiento	4	<b>Facilidad</b>	<b>27</b>
Progreso	5	Ciencia	4	Mejoramiento	4	Conocimiento	6	Facilidad	4	<b>Mejoramiento</b>	<b>25</b>
Facilidad	4	Comunicación	4	Herramienta	3	Computadores	5	Herramienta	4	<b>Comunicación</b>	<b>22</b>
Conocimiento	3	Ingeniería	2	Progreso	3	Comunicación	4	Progreso	3	<b>Progreso</b>	<b>22</b>
Mejoramiento	2	Progreso	2	Computadores	1	Ingeniería	3	Investigación	1	<b>Ingeniería</b>	<b>21</b>

**Nota.** f = Frecuencia de uso de la palabra en el orden correspondiente. Los valores en rojo son los tres más frecuentes de cada orden.

Fuente: Elaboración propia



### Productores de Ciencia y Tecnología.

Del total de encuestados, el 43,8% considera que las *Universidades* son las principales productoras de Ciencia y Tecnología en el país, siendo seguidas por el *Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología (COLCIENCIAS)* con el 24,4% y por el médico colombiano *Manuel Elkin Patarroyo* con un 4,6%. En el Figura 17, se observa en la Nube de palabras aquellas instituciones, personas u organizaciones que son consideradas como productoras de Ciencia y Tecnología en el país. Al igual que en los casos anteriores, el tamaño de la fuente es proporcional a la cantidad de veces que este productor haya sido mencionado.



Figura 17. Nube de palabras productores de Ciencia y Tecnología en Colombia.  
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en la Figura 18 se observan las 5 palabras más frecuentemente mencionadas por subgrupo de estudio y según el orden con que fueron mencionadas. De esta forma, se encuentra una tendencia similar entre lo observado en los datos generales y la nube de palabras con relación a las organizaciones, personas o instituciones productoras de CyT en el país para cada uno de los órdenes.

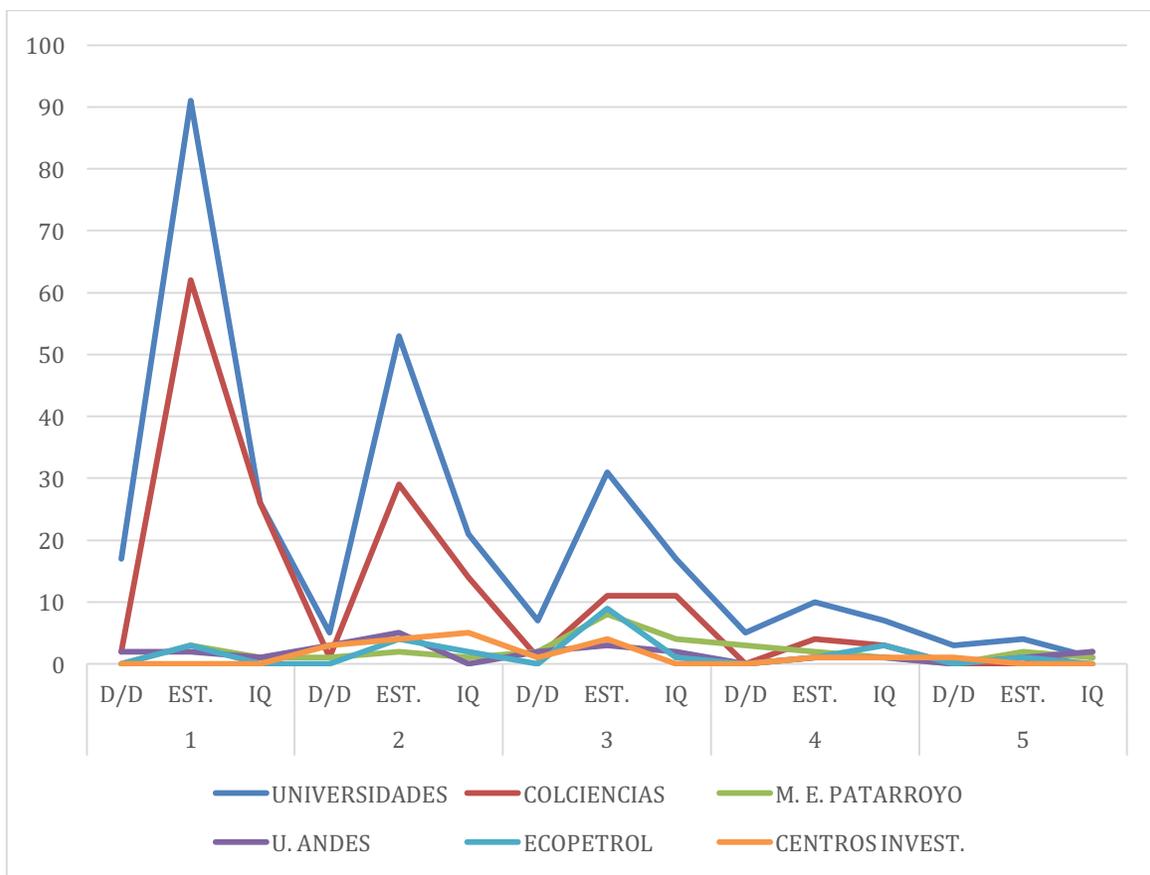


Figura 18. 5 palabras más frecuentes mencionadas por los encuestados para identificar a las instituciones, organizaciones o personas productoras de Ciencia y Tecnología según los subgrupos de estudio y el orden con el son citadas. Nota: D/D: Docentes o directivos; EST.: Estudiantes; IQ: Ingenieros Químicos profesionales  
Fuente: Elaboración propia

De igual manera, al hacer un análisis de asociación se encontraron 3 nodos principales (Universidades, Universidad de los Andes e Instituto Colombiano del Petróleo). En la Figura 19 se encuentra el gráfico de redes resultado del análisis y en el cual se pueden apreciar los nodos por color.

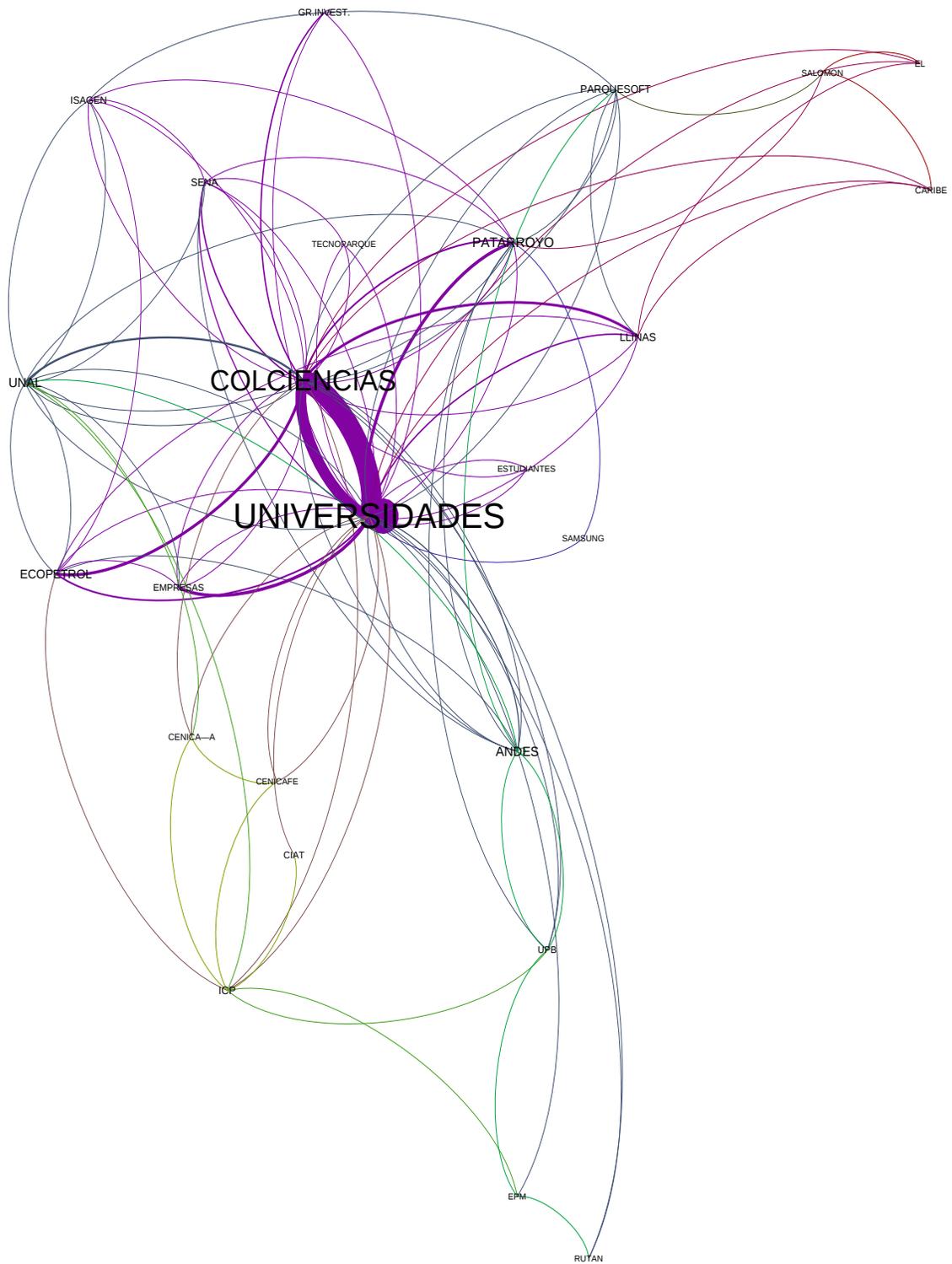


Figura 19. Análisis social de redes para identificar organizaciones, instituciones o personas productoras de Ciencia y Tecnología en Colombia.  
 Fuente: Elaboración propia

### **Divulgadores de Ciencia y Tecnología.**

El 29,0% de los encuestados considera al Departamento Nacional de Ciencia y Tecnología (COLCIENCIAS) como el principal divulgador de Ciencia y Tecnología seguido por el 20,1% que identifica a las universidades como divulgadoras, siendo la Universidad Nacional de Colombia la más mencionada (13,%). En la Figura 20 se observan las organizaciones, instituciones o personas que son consideradas como divulgadoras de CyT.

En cuanto al orden con que fueron mencionadas, en la Figura 21 se observan las 5 palabras más frecuentes con relación al subgrupo poblacional y al orden de aparición. Es de notar que la tendencia de la frecuencia es similar en cada uno de los órdenes con excepción de los dos últimos (4º y 5º). Es decir, las palabras más frecuentes dichas como primera, segunda o tercera opción no fueron mencionadas frecuentemente a la cuarta o quinta, de tal forma que dieron cabida a nuevas palabras que permitieron definir a los considerados divulgadores de CyT en Colombia.



Figura 20. Análisis social de redes para identificar organizaciones, instituciones o personas divulgadoras de Ciencia y Tecnología en Colombia.  
Fuente: Elaboración propia

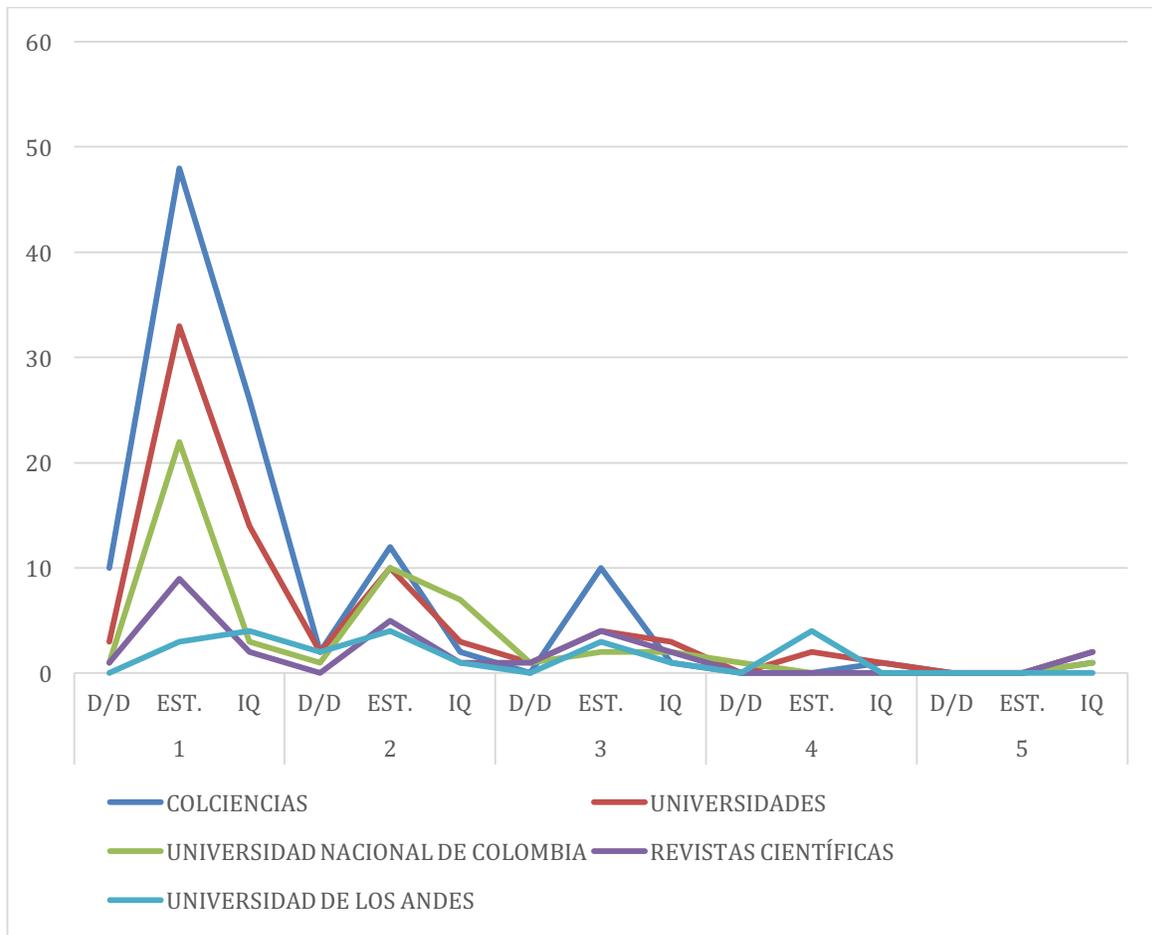


Figura 21. 5 palabras más frecuentes mencionadas por los encuestados para identificar a las instituciones, organizaciones o personas productoras de Ciencia y Tecnología según los subgrupos de estudio y el orden con el son citadas. Nota: D/D: Docentes o directivos; EST.: Estudiantes; IQ: Ingenieros Químicos profesionales

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, al hacer el respectivo análisis de asociación se identificaron 4 nodos principales (COLCIENCIAS, Universidades, Universidad Nacional de Colombia y Revistas Científicas), que se diferencian por tamaño, cantidad de enlaces y colores asociados a ellos según lo observado en la Figura 22. Es de anotar que la tendencia de cada uno de ellos con relación al total es similar frente a los dos nodos primarios principales (COLCIENCIAS y Universidades).

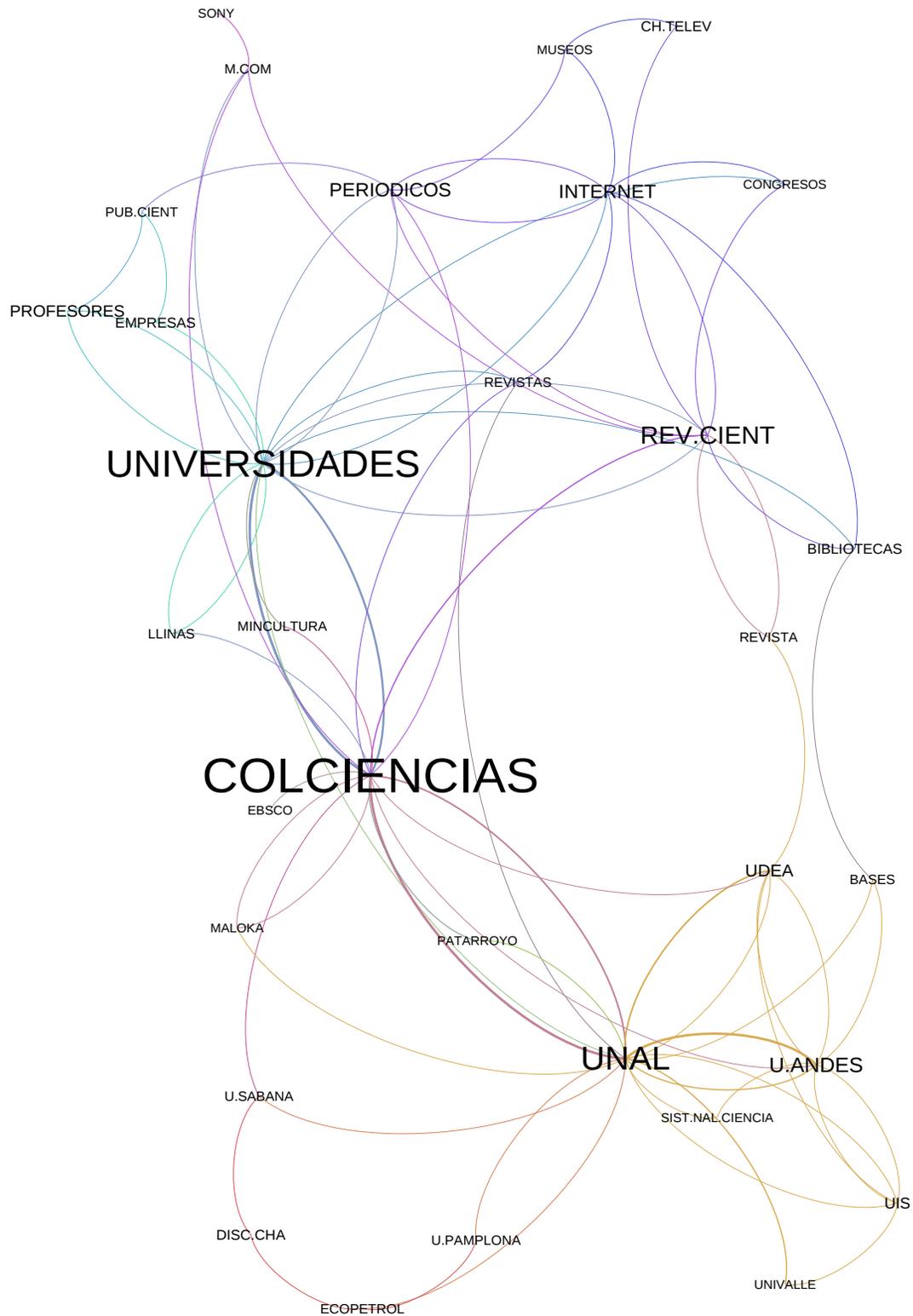


Figura 22. Análisis social de redes para identificar organizaciones, instituciones o personas divulgadoras de Ciencia y Tecnología en Colombia.  
Fuente: Elaboración propia

## Acciones

### **Medios de comunicación usados para consultar o recibir información de Ciencia y Tecnología.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, internet es el medio de comunicación que más se utiliza para consultar o recibir información de CyT (68,9%), seguido de las revistas especializadas (18,2%,  $p < 0,005$ ). Esta tendencia se repite en cada grupo poblacional: Estudiantes = 71,4%, Profesionales graduados = 66,7%, Directivos o docentes = 55,6%) (Tabla 10). Del mismo modo, a pesar de que los ingenieros químicos graduados usan más internet (66,7%), su reporte de uso de revistas especializadas, es mayor que en la muestra general (23,5%). Esto último puede observarse principalmente en el caso de los ingenieros químicos empresarios donde el uso de internet no se considera pero el de las revistas especializadas constituye el 50%. Es notorio que en ambos análisis solamente el 2,2% y 2,5% de los resultados reportaron ningún uso de medios de comunicación para informarse sobre temas de Ciencia y Tecnología.

Con relación a páginas web, periódicos, emisoras de radio, revistas especializadas y programas o canales de televisión utilizados, en la Tabla 11 se muestran los 3 medios más nombrados por los encuestados y el total de resultados obtenidos, en cada una de las categorías.

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los medios de comunicación consultados y la edad de los participantes de la encuesta ( $F=2,241$ ;  $GL=5$ ;  $p=0,05$ ), siendo menores quienes consultan el periódico (19,42 años) con relación a quienes consultan televisión (21,94 años), internet (23,14 años), revistas especializadas (25,35 años), o no consultan (25,86 años).

**Tabla 10**

Uso de medios de comunicación para consultar o recibir información de Ciencia y Tecnología según actividad

		Internet	Periódico	Radio	Revistas especializadas	Televisión	Ninguno	Otros*	Total	
Actividad	<b>Estudiante</b>	<b>Recuento</b>	150	11	2	27	12	5	3	<b>210</b>
		<b>% dentro de Actividad</b>	71,4%	5,2%	1,0%	12,9%	5,7%	2,4%	1,4%	<b>100,0%</b>
		<b>% dentro de Medios de consulta</b>	68,5%	91,7%	100,0%	46,6%	75,0%	71,4%	75,0%	<b>66,0%</b>
	<b>Profesional graduado</b>	<b>Recuento</b>	54	1	0	19	4	2	1	<b>81</b>
		<b>% dentro de Actividad</b>	66,7%	1,2%	0,0%	23,5%	4,9%	2,5%	1,2%	<b>100,0%</b>
		<b>% dentro de Medios de consulta</b>	24,7%	8,3%	0,0%	32,8%	25,0%	28,6%	25,0%	<b>25,5%</b>
	<b>Directivo o docente</b>	<b>Recuento</b>	15	0	0	12	0	0	0	<b>27</b>
		<b>% dentro de Actividad</b>	55,6%	0,0%	0,0%	44,4%	0,0%	0,0%	0,0%	<b>100,0%</b>
		<b>% dentro de Medios de consulta</b>	6,8%	0,0%	0,0%	20,7%	0,0%	0,0%	0,0%	<b>8,5%</b>
<b>Total Medios de consulta vs Actividad</b>	<b>Recuento</b>	<b>219</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>58</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>318</b>	
	<b>% dentro de Actividad</b>	<b>68,9%</b>	<b>3,8%</b>	<b>0,6%</b>	<b>18,2%</b>	<b>5,0%</b>	<b>2,2%</b>	<b>1,3%</b>	<b>100,0%</b>	
	<b>% dentro de Medios de consulta</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	

\* De acuerdo con el reporte de las personas los seminarios, los libros y las bases de datos corresponden a esta categoría

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11**

Páginas web, revistas especializadas, canales de televisión, programas de televisión, periódicos y emisoras de radio utilizados para consultar o recibir información de Ciencia y Tecnología

<b>Medio de consulta</b>	<b>Recuento</b>	<b>Total</b>
<b>Páginas web</b>		
Science Direct	38 (8,2%)	
El Tiempo	28 (6,1%)	462
Universidad Nacional de Colombia	23 (5,0%)	
<b>Revistas especializadas</b>		
Science Direct	12 (10,6%)	
Virtual Pro	7 (6,2%)	113
Nature	6 (5,3%)	
<b>Canales de televisión</b>		
Discovery Channel	13 (30,2%)	
National Geographic	9 (20,9%)	43
History Channel	5 (11,6%)	
<b>Programas de televisión</b>		
Megaconstrucciones	3 (7,0%)	
Así se hacen las cosas	2 (4,7%)	43
Cazadores de mitos	2 (4,7%)	
<b>Periódicos</b>		
El Tiempo	7	
UN Periódico	5	23
El Espectador	2	
<b>Emisoras de radio</b>		
W Radio	2	
Cadena Radial Vida	1	6
Caracol Radio	1	

Nota: En cada categoría sólo se muestran los 3 valores más frecuentes

Fuente: Elaboración propia

### **Medios de comunicación usados para publicar o comunicar información de Ciencia y Tecnología.**

Según los resultados obtenidos, es notorio observar que, según la actividad de los encuestados, el 45,6% de ellos no publica o comunica información de Ciencia y Tecnología, seguido por un 38,1% en el uso de la internet. No obstante, esta relación no es la misma en todos los grupos poblacionales ya que los directivos o docentes, utilizan en mayor medida las revistas especializadas (77,8%). Finalmente, la radio es el medio que no es utilizado por ningún grupo poblacional y el periódico y la televisión son los medios que menos se utilizan para comunicar (0,6%, cada uno) (Tabla 12).

Igualmente, con relación a la universidad a la que los estudiantes pertenecen, se observa una tendencia similar a la anterior en la que los encuestados no publican o comunican (51,9%), seguido de la internet (39,5%) y de las revistas especializadas (6,2%). Esta tendencia también se observa en el caso de la actividad principal de los profesionales graduados, en la cual se encontró que el 42,0% no publica o comunica, 43,2% hacen uso de la internet y 13,6% de revistas especializadas. De esta forma, se ve que existe una mayor distribución del uso de estos medios de comunicación, siendo más pequeña la diferencia entre ellos.

Finalmente, se encontró que hay diferencia significativa entre los medios de comunicación utilizados para publicar y la edad de los participantes de la encuesta ( $F=17,666$ ;  $GL=3$ ;  $p=0$ ), siendo menores quienes utilizan internet (22,74 años) o no utilizan ningún medio (22,06 años) con relación a quienes utilizan revistas especializadas (30,00 años).

**Tabla 12**

Uso de medios de comunicación para publicar información de Ciencia y Tecnología según actividad

			Internet	Periódico	Radio	Revistas especializadas	Televisión	Ninguno	Otros*	Total
Actividad	Estudiante	Recuento	83	1	0	13	2	109	2	210
		% dentro de Actividad	39,5%	0,5%	0,0%	6,2%	1,0%	51,9%	1,0%	100,0%
		% dentro de Medios publica	68,6%	50,0%	0,0%	28,9%	100,0%	75,2%	66,7%	66,0%
	Profesional graduado	Recuento	35	1	0	11	0	34	0	81
		% dentro de Actividad	43,2%	1,2%	0,0%	13,6%	0,0%	42,0%	0,0%	100,0%
		% dentro de Medios publica	28,9%	50,0%	0,0%	24,4%	0,0%	23,4%	0,0%	25,5%
	Directivo o docente	Recuento	3	0	0	21	0	2	1	27
		% dentro de Actividad	11,1%	0,0%	0,0%	77,8%	0,0%	7,4%	3,7%	100,0%
		% dentro de Medios publica	2,5%	0,0%	0,0%	46,7%	0,0%	1,4%	33,3%	8,5%
Total Medios publica vs Actividad	Recuento	121	2	0	45	2	145	3	318	
	% dentro de Actividad	38,1%	0,6%	0,0%	14,2%	0,6%	45,6%	0,9%	100,0%	
	% dentro de Medios publica	100,0%	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

\* De acuerdo con el reporte de las personas se consideran otros medios de comunicación el voz a voz y por celular

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13**

Páginas web, revistas especializadas, canales de televisión, programas de televisión, periódicos y emisoras de radio utilizados para publicar o comunicar información de Ciencia y Tecnología

<b>Medio de comunicación</b>	<b>Recuento</b>	<b>Total</b>
<b>Páginas web</b>		
Facebook	58 (30,5%)	
Twitter	23 (12,1%)	190
Science Direct	11 (5,79%)	
<b>Revistas especializadas</b>		
ElSevier	4 (6,5%)	
Chemical Engineering Journal	3 (1,6%)	62
International Journal of Engineering	3 (1,6%)	
<b>Periódico</b>		
El Espectador	2	
El Tiempo	2	7
Campus	1	
<b>Canales de televisión</b>		
National Geographic	1	
Todos	1	2

Nota: En cada categoría sólo se muestran los 3 valores más frecuentes

Fuente: Elaboración propia

### **Asistencia a actividades de Ciencia y Tecnología.**

Del total de encuestados, en el último año, 35,8% ha visitado museos de Ciencia y Tecnología, 24,2% visitado zoológicos o acuarios, 79,2% acudido a bibliotecas, 19,5% brindado una charla o conferencia relacionada con Ciencia y Tecnología/ingeniería química, 20,4% asistido a semanas de la Ciencia y 63,5% asistido a una charla o conferencia académica (Ciencia, literatura, arte, filosofía, etc.). En la Figura 23 se encuentran los totales hallados así como los resultados por cada subgrupo poblacional de estudio.

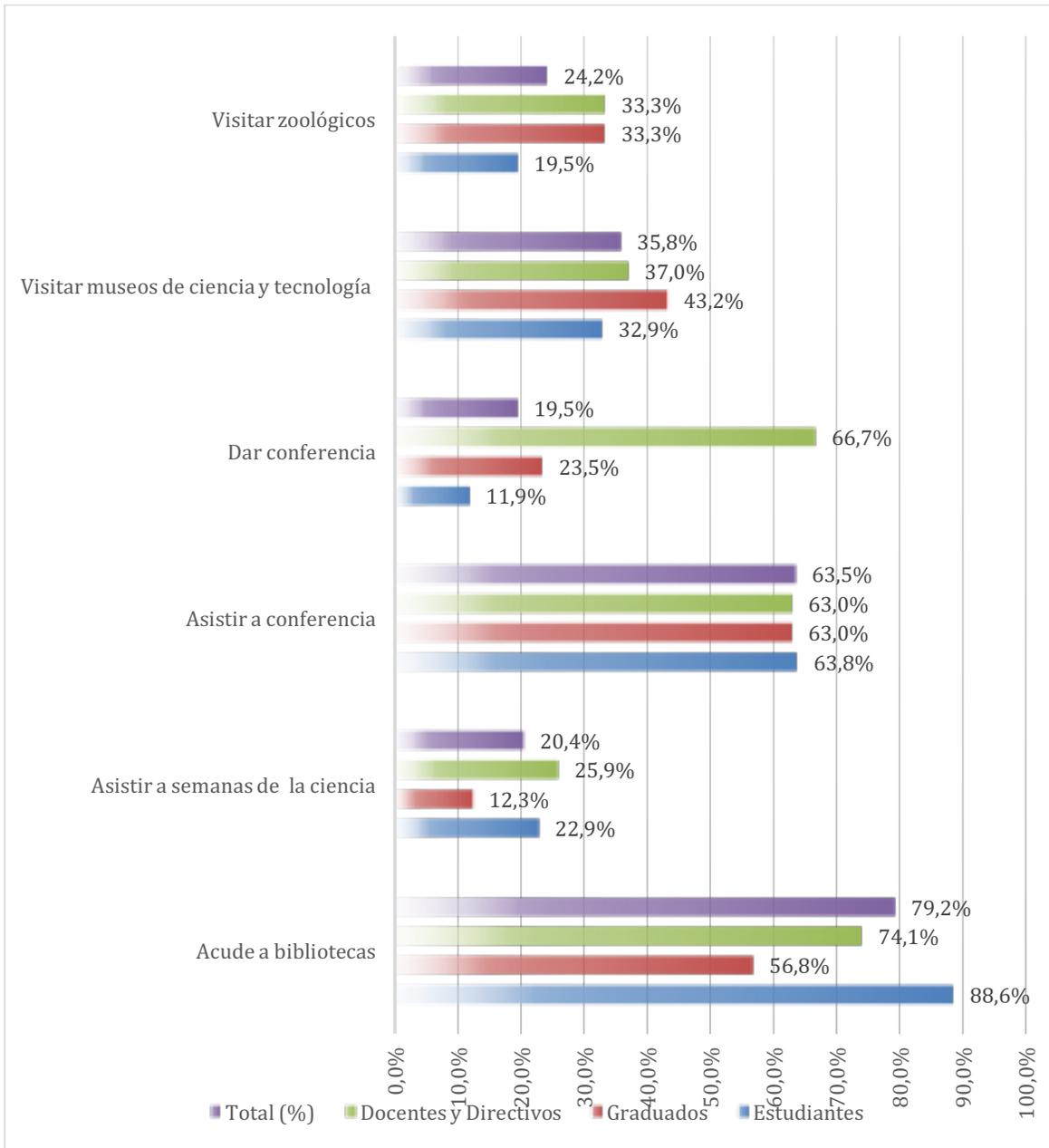


Figura 23 Porcentaje de encuestados con relación a la asistencia a actividades de CyT.  
Fuente: Elaboración propia

### **Zoológicos o acuarios.**

De acuerdo a los resultados obtenidos, según la actividad de los encuestados, el 24,2% de ellos dice haber visitado un zoológico o un acuario durante el último año siendo porcentualmente los profesionales graduados y los directivos y docentes quienes más asisten (33,3% y 33,3%, respectivamente) (Figura 24).

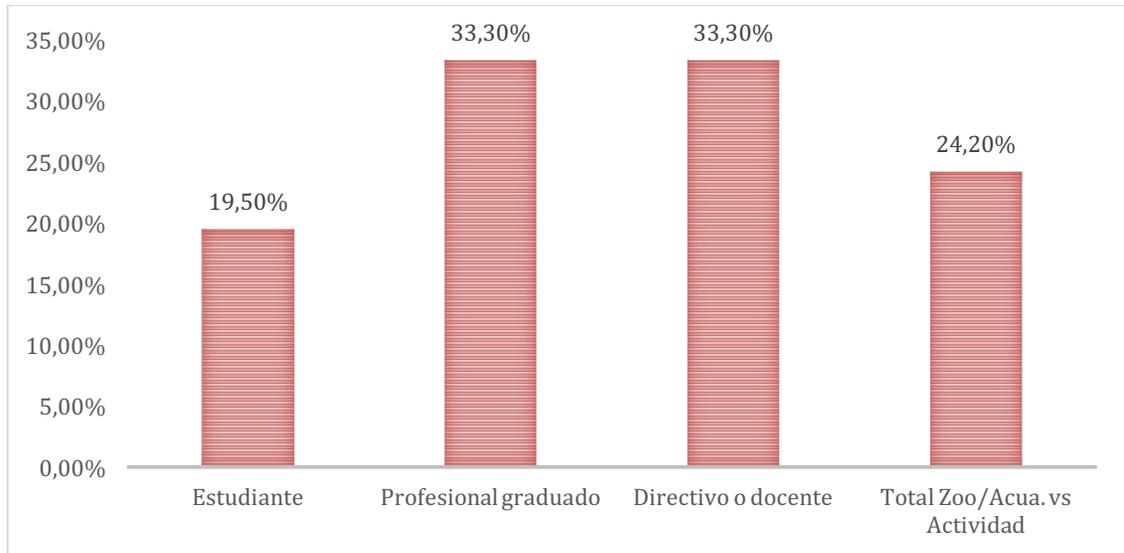


Figura 24 Porcentaje de asistencia a zoológicos o acuarios en el último año según la actividad de los encuestados

Fuente : Elaboración propia

### ***Bibliotecas.***

Según la información obtenida, y con relación a la actividad del grupo poblacional, el 79,2% afirman haber asistido a una biblioteca durante el último año. De igual manera, los estudiantes son quienes reportan mayor asistencia (88,6% de ellos), seguidos de los directivos o docentes (74,1%), mientras que el 56,8% de los profesionales graduados dice haberlo hecho (Figura 25).

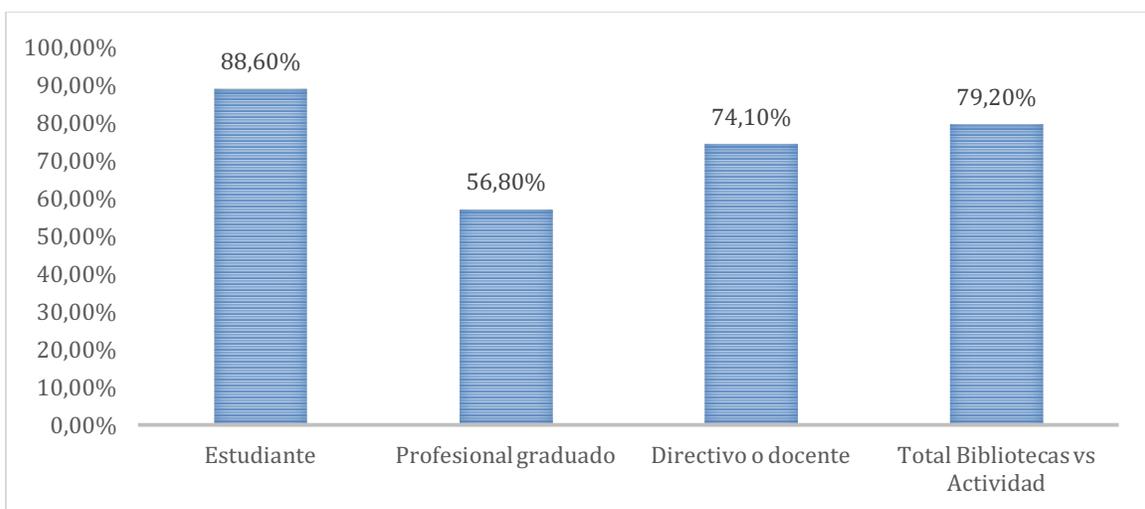


Figura 25 Porcentaje de asistencia a bibliotecas en el último año según la actividad de los encuestados

Fuente : Elaboración propia

Asimismo, según la universidad a la que pertenecen los estudiantes, el 88,6% de ellos afirman haber asistido a la biblioteca durante el último año, siendo la Universidad de Antioquia (100,0%), la Universidad Industrial de Santander (100,0%) y la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá (97,4%) las 3 universidades con más estudiantes que afirman asistir a la biblioteca. Igualmente, se hallaron diferencias significativas entre quienes asisten o no a bibliotecas con relación a la edad de los encuestados ( $t=3,451$ ;  $GL=74,520$ ;  $p=0,01$ ) siendo menores quienes asisten (edad media de 22,55 años) con relación a quienes no lo hacen (26,57 años).

### ***Semanas de la Ciencia.***

Del total de encuestados, el 20,4% afirma haber asistido a semanas de la Ciencia en el último año. Del mismo modo, con relación al sexo de los encuestados, el 24,7% de los hombres afirma haberlos hecho mientras que el 15,8% de las mujeres lo manifiesta. Por otro lado, con relación al semestre al que pertenecen los estudiantes, 77,1% de ellos afirman haber asistido a semanas de la Ciencia, siendo los estudiantes de semestres más altos (octavo: 81,8%, noveno: 61,9% y décimo: 81,0%) quienes aseveran haberlo hecho en el último año.

### ***Charlas de Ciencia, Tecnología e ingeniería química.***

Al momento de brindar una charla de Ciencia, Tecnología o ingeniería química, la actividad de los encuestados, la universidad de la que se hayan graduado los ingenieros químicos y la actividad a la que se dedican estos, son estadísticamente significativas. De esta forma, según la actividad de los encuestados, los directivos y docentes son quienes más brindan charlas (66,7% del total de directivos y docentes encuestados) (Figura 26).

Con relación a la universidad a la que pertenecen los ingenieros químicos, aquellos graduados de la Universidad del Valle (100,0%), Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín (50,0%) y Universidad de Antioquia (40,0%) son quienes más afirman haber brindado una charla en el último año. Asimismo según la actividad principal, el 23,5% de los profesionales graduados manifiestan haber brindado

charlas de Ciencia, Tecnología o ingeniería química en el último año. A su vez, del total de este grupo poblacional, los profesionales graduados independientes son aquellos que más afirman haberlo hecho en comparación con los demás grupos (83,3%), siendo seguidos por los empresarios (50,0%) y aquellos que están empleados (23,5%).

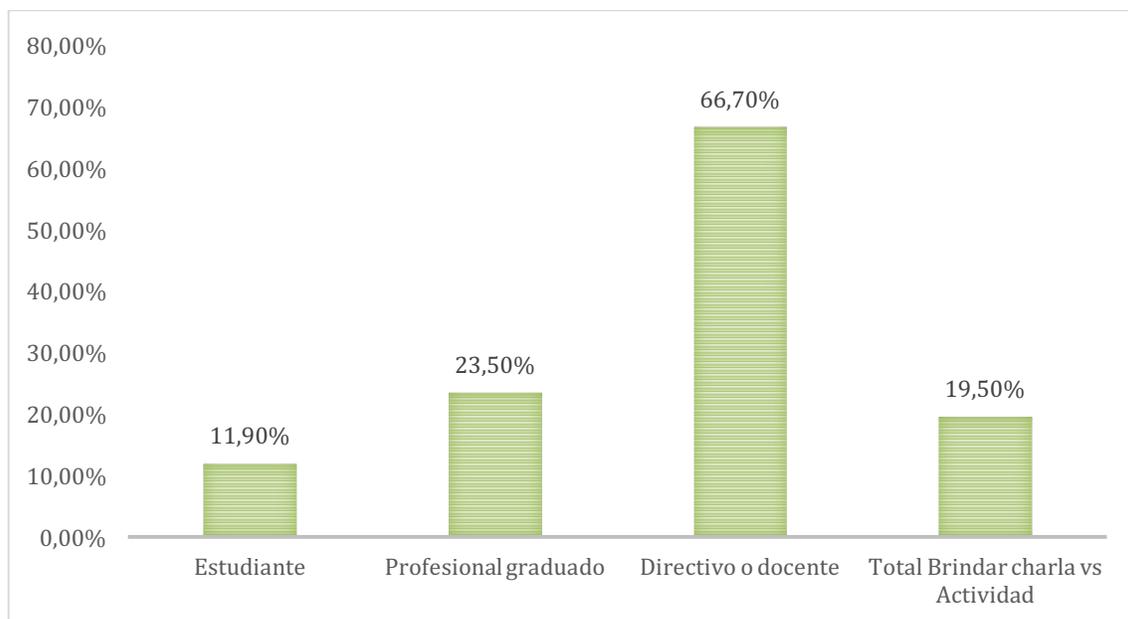


Figura 26 Porcentaje de encuestados que brindaron una charla en el último año según su actividad principal  
Fuente : Elaboración propia

De igual forma, se encontró que según la edad de los encuestados hay diferencias estadísticamente significativas ( $t=-4,823$ ;  $GL=62,858$ ;  $p=0$ ), lo cual indica que quienes brindan una charla son mayores, con un media 28,28 años, frente a quienes no lo hacen (22,29 años). Por otro lado, al asociarla con la cantidad de años de graduados, no se encontraron diferencias significativas ( $t=-1,637$ ;  $GL=79$ ;  $p=0,106$ ). En cuanto a la asistencia a charlas de Ciencia no se hallaron valores estadísticamente significativos tal y como lo muestra la Tabla 14.

En la Tabla 14 se encuentran los valores de Chi cuadrado de Pearson, los grados de libertad y las significancias resultantes del cruce de resultados de las variables sociodemográficas con las respuestas a las preguntas relativas a la dimensión de

análisis *Acciones*. Cabe resaltar que los resultados con  $p > 0,05$  no fueron tenidos en cuenta dentro del análisis anterior (p.e., *Museos de Ciencia y Tecnología y Asistir a charlas de Ciencia y Tecnología*).

## **Valores**

Los datos mostrados a continuación corresponden a las respuestas considerablemente significativas para cada pregunta, resultantes del análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

### ***Interés en Ciencia y Tecnología.***

#### *Diseño de productos y procesos.*

De acuerdo a la actividad de los encuestados, el 77,1% de los estudiantes afirman que dentro de los intereses en Ciencia y Tecnología se encuentran el diseño de productos, seguidos por los profesionales graduados (74,1%) y por los directivos y docentes (51,9%). De igual manera, según la universidad de los estudiantes, aquellos que asisten a la Universidad Industrial de Santander, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín y Universidad de los Andes tienen los tres mayores porcentajes (100,0%; 100,0%; 94,7% respectivamente) para esta afirmación. De igual manera, de acuerdo al semestre en que se encuentran, se observa que aquellos ubicados dentro del segundo ciclo de profesionalización (5° a 8° semestre) son quienes más relacionan su interés en Ciencia y Tecnología con el desarrollo de procesos y productos – 86.8% en promedio.

#### *Invención, diseño y probar cosas.*

De acuerdo con la información obtenida, el porcentaje de encuestados según su actividad, que afirman que su interés en Ciencia y Tecnología está relacionado con inventar, diseñar y probar cosas es de 62,9%: estudiantes, 55,6%: ingenieros químicos graduados y 22,2%: directivos o docentes. Asimismo, se encontró asociación estadística ( $t=3,2$ ;  $GL=238,59$ ;  $p=0,002$ ) entre la edad de aquellos encuestados que se interesan más por esta actividad (media de 22,28 años) y

aquellos que no lo hacen (24,81 años). No obstante, esta asociación no es significativa al relacionarse con la cantidad de años de haberse graduado ( $t=-0,561$ ;  $GL=79$ ;  $p=0,576$ ).

#### *Aplicación de la Ciencia.*

De igual manera, según el sexo de los encuestados, el 72,3% de los hombres consideran que su interés en Ciencia y Tecnología está relacionado con la aplicación de la Ciencia, frente al 61,2% de las mujeres (Tabla 33). De acuerdo con la actividad de los encuestados los estudiantes son quienes hacen más esta asociación (73,8%) siendo seguidos por los directivos y docentes (55,6%) y los profesionales graduados (53,1%). Con relación a los ingenieros químicos graduados, los independientes son quienes más observan esta relación (100,0%), seguidos de los desempleados (59,1%) y de los empleados (47,1%). Los empresarios no manifiestan relacionar la aplicación de la Ciencia dentro de su interés en Ciencia y Tecnología. Igualmente, hay asociación estadística ( $t=2,764$ ;  $GL=176,942$ ;  $p=0,006$ ) entre la edad de aquellos encuestados que valoran esta actividad (media de 22,59 años) y entre quienes no lo consideran (24,92 años). No obstante, esta asociación no es significativa al relacionarse con la cantidad de años de haberse graduado ( $t=-0,009$ ;  $GL=79$ ;  $p=0,993$ ).

#### *Nuevos procesos, instrumentos, maquinarias, herramientas, aplicaciones, computadores y aparatos electrónicos para el uso diario.*

El 69,3% de los hombres encuestados frente al 57,2% de las mujeres manifiesta que su interés en Ciencia y Tecnología incluye a los nuevos procesos, instrumentos, maquinarias, herramientas, aplicaciones, computadores y aparatos electrónicos para el uso diario. Según la actividad de los encuestados, los estudiantes son quienes más consideran los equipos y maquinarias de uso diario son parte de su interés en Ciencia y Tecnología (68,1%), siendo menor éste en profesionales graduados (56,8%) y directivos o docentes (48,1%).

**Tabla 14**

Tabla de contingencias de la dimensión Acciones

Chi-cuadrado de Pearson	Sexo			Actividad			Uestudiante			Semestre			Ugraduado			Act principal			Udocente		
	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p
Medios consulta	5,982	6	0,425	<b>22,881</b>	<b>12</b>	<b>0,029</b>	64,328	48	0,058	59,314	54	0,288	13,01	30	0,997	<b>27,346</b>	<b>15</b>	<b>0,026</b>	9,113	8	0,333
Medios publica	3,613	5	0,606	<b>107897</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>67113</b>	<b>40</b>	<b>0,005</b>	51,268	45	0,241	25,236	18	0,119	<b>43,073</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	29,839	24	0,19
303Biblioteca	1,519	1	0,218	<b>36,377</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>27,084</b>	<b>8</b>	<b>0,001</b>	9,425	9	0,399	4,608	6	0,595	5,079	3	0,166	4,002	8	0,857
303Semana	<b>3,873</b>	<b>1</b>	<b>0,049</b>	4,518	2	0,104	10,191	8	0,252	<b>21,187</b>	<b>9</b>	<b>0,012</b>	2,241	6	0,896	4,051	3	0,256	9,209	8	0,325
303Asistircharla	1,128	1	0,288	0,022	2	0,989	4,052	8	0,852	9,222	9	0,417	9,871	6	0,13	1,354	3	0,716	9,49	8	0,303
303Darcharla	0,215	1	0,643	<b>47,796</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	6,294	8	0,614	10,402	9	0,319	<b>14,095</b>	<b>6</b>	<b>0,029</b>	<b>17,148</b>	<b>3</b>	<b>0,001</b>	12,375	8	0,135
303MuseoCYT	0,668	1	0,414	2,742	2	0,254	12,357	8	0,136	5,968	9	0,743	5,567	6	0,473	1,88	3	0,598	8,06	8	0,428
303zoologicos	0,54	1	0,462	7,412	2	0,025	8,697	8	0,368	14,323	9	0,111	4,739	6	0,578	1,929	3	0,587	4,125	8	0,846

**Uestudiantes:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los estudiantes, **Ugraduados:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los ingenieros químicos graduados, **Udocente:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los docentes y directivos  
 Nota: Los valores en rojo son aquellos considerados como estadísticamente significativos, los cuales fueron analizados en los apartados anteriores.

Fuente: Elaboración propia

*Robots, electrónica, ordenadores, sistemas de comunicación y máquinas.*

Dentro del campo de las robótica y la electrónica, los hombres son quienes más las consideran interesantes (18,1%) por encima de las mujeres (7,9%). Asimismo, los estudiantes reportan más interés en éstas (17,6%) que los profesionales graduados (6,2%) y que los docentes o directivos (0,0%). De esta manera, los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín (100,0%), Universidad de la Sabana (24,3%) y Universidad de los Andes (21,1,%) fueron quienes más relacionaron su interés con esta área.

De igual manera, se encontró relación estadística ( $t=5,226$ ;  $GL=125,463$ ;  $p=0$ ) entre la edad de aquellos encuestados que se interesan por estas herramientas (media de 20,55 años) y entre quienes no lo hacen (23,78 años). Igualmente, esta asociación no es significativa al relacionarse con la cantidad de años de haberse graduado ( $t=-0,633$ ;  $GL=79$ ;  $p=0,529$ ).

*Tecnologías de la información y la comunicación (TIC).*

Para las TIC, la diferencia más significativa se encontró en el sexo de los participantes, siendo los hombres quienes más afirmaron interesarse ellas (23,5%) con relación a las mujeres (13,2%).

En la Figura 27 se encuentran los resultados generales para cada uno de los intereses en Ciencia y Tecnología anteriormente descritos, según subgrupo poblacional, al igual que aquellos que no fueron mencionados por tener significancia menor a 0,05 ( $p<0,05$ ). De igual manera, en la Tabla 15 se encuentran los valores de Chi cuadrado de Pearson, los grados de libertad y las significancias resultantes del cruce de resultados de las variables sociodemográficas con las respuestas a las preguntas relativas a la dimensión de análisis *Interés (Pregunta 401)*.

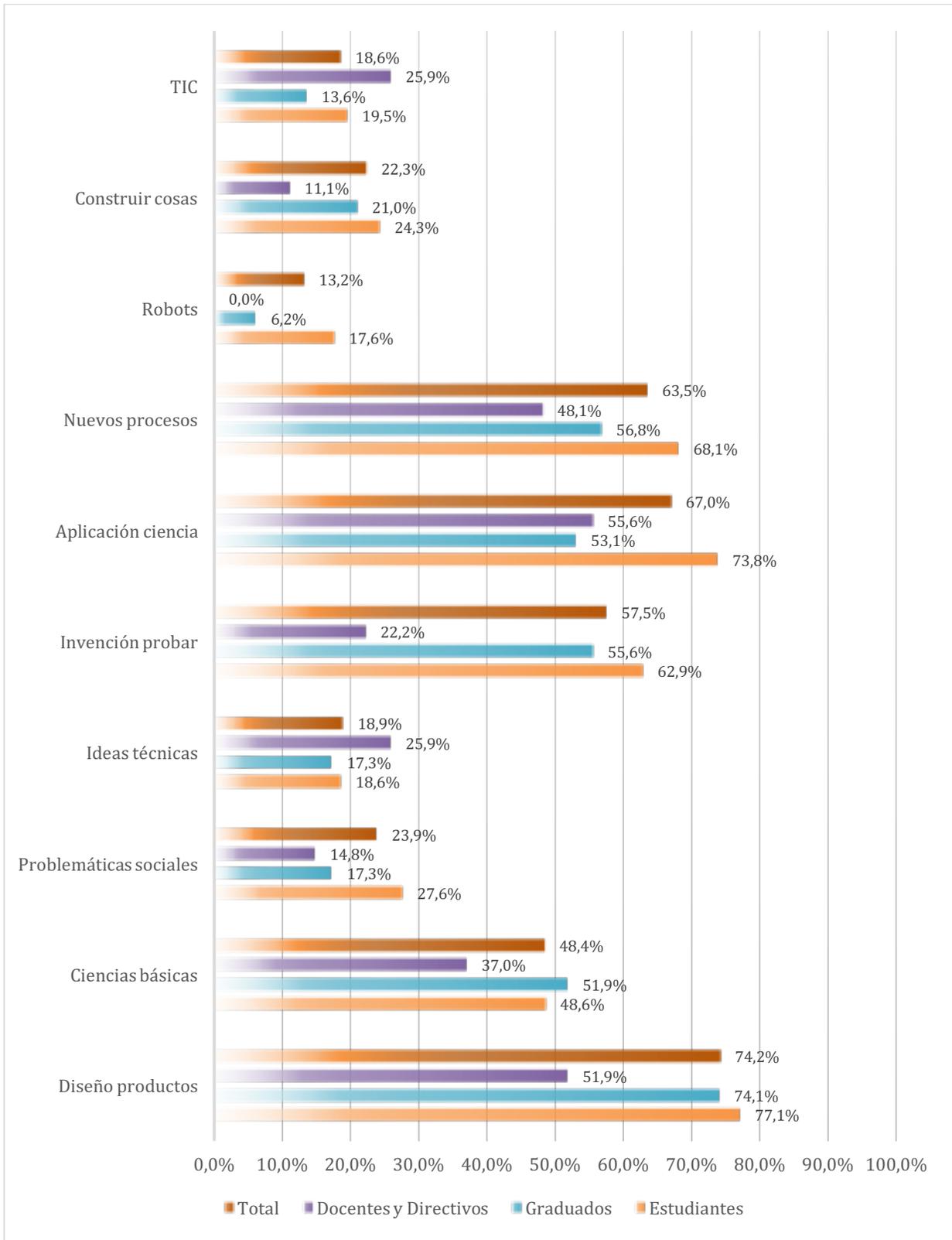


Figura 27 Porcentaje de encuestados, según subgrupo poblacional, con relación a sus intereses en CyT

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15**

Tabla de contingencias de la dimensión Valores – Interés en Ciencia y Tecnología

Chi-cuadrado de Pearson	Sexo			Actividad			Uestudiante			Semestre			Ugraduado			Actprincipal			Udocente		
	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p
401Diseño productos	3,409	1	0,065	<b>7,998</b>	<b>2</b>	<b>0,018</b>	<b>24,286</b>	<b>8</b>	<b>0,002</b>	<b>17,77</b>	<b>9</b>	<b>0,038</b>	6,06	6	0,417	4,944	3	0,176	8,308	8	0,404
401Ciencias básicas	1,466	1	0,226	1,785	2	0,41	5,994	8	0,648	13,336	9	0,148	5,914	6	0,433	1,704	3	0,636	11,276	8	0,187
401Problemática sociales	0,031	1	0,859	4,772	2	0,092	9,822	8	0,278	16,013	9	0,067	3,824	6	0,7	2,407	3	0,492	8,511	8	0,385
401Ideas técnicas	2,655	1	0,103	1,023	2	0,599	9,28	8	0,319	13,366	9	0,147	2,703	6	0,846	3,616	3	0,306	7,039	8	0,532
401Invención probar	1,577	1	0,209	<b>16,346</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	4,122	8	0,846	6,309	9	0,709	5,863	6	0,439	3,364	3	0,339	8,679	8	0,37
401aplicación ciencia	<b>4,424</b>	<b>1</b>	<b>0,035</b>	<b>13,092</b>	<b>2</b>	<b>0,001</b>	5,429	8	0,711	7,251	9	0,611	10,947	6	0,9	<b>8,628</b>	<b>3</b>	<b>0,035</b>	13,163	8	0,106
401nuevos procesos	<b>4,964</b>	<b>1</b>	<b>0,026</b>	<b>6,234</b>	<b>2</b>	<b>0,044</b>	13,409	8	0,099	4,958	9	0,838	8,145	6	0,228	0,321	3	0,956	12,647	8	0,125
401robots	<b>7,17</b>	<b>1</b>	<b>0,007</b>	<b>11,171</b>	<b>2</b>	<b>0,004</b>	<b>18,03</b>	<b>8</b>	<b>0,021</b>	10,795	9	0,29	1,715	6	0,944	3,135	3	0,371	*	*	*
401construir cosas	1,126	1	0,289	2,507	2	0,286	6,023	8	0,645	3,692	9	0,931	5,955	6	0,428	1,198	3	0,754	10,125	8	0,256
401TIC	<b>5,61</b>	<b>1</b>	<b>0,018</b>	2,428	2	0,297	3,865	8	0,869	6,331	9	0,706	5,57	6	0,473	5,308	3	0,151	9,209	8	0,325

\* Valores que no fueron calculados por ser considerados como constantes por el software estadístico.

**Uestudiantes:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los estudiantes, **Ugraduados:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los ingenieros químicos graduados, **Udocente:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los docentes y directivos

Nota: Los valores en rojo son aquellos considerados como estadísticamente significativos, los cuales fueron analizados en los apartados anteriores.

Fuente: Elaboración propia

### ***Importancia de la Ciencia y la Tecnología.***

Según los resultados de la encuesta, se observa una tendencia en los tres subgrupos de estudio a considerar muy importantes a la Ciencia y la Tecnología frente a situaciones cotidianas tales como la comprensión del mundo, temas de salud, entorno y medio ambiente, desarrollo económico, generación de empleo, gestión de recursos naturales, innovación empresarial y predicción de control de procesos. Asimismo, esta tendencia se observa frente a situaciones sociales (relación con los otros) o políticas (formación de opiniones políticas) en las que los tres subgrupos consideran como poco importantes a la Ciencia y la Tecnología. En las Figuras 28, 29 y 30 se observan los valores asociados a cada respuesta según los estudiantes, profesionales graduados y docentes y directivos, respectivamente.

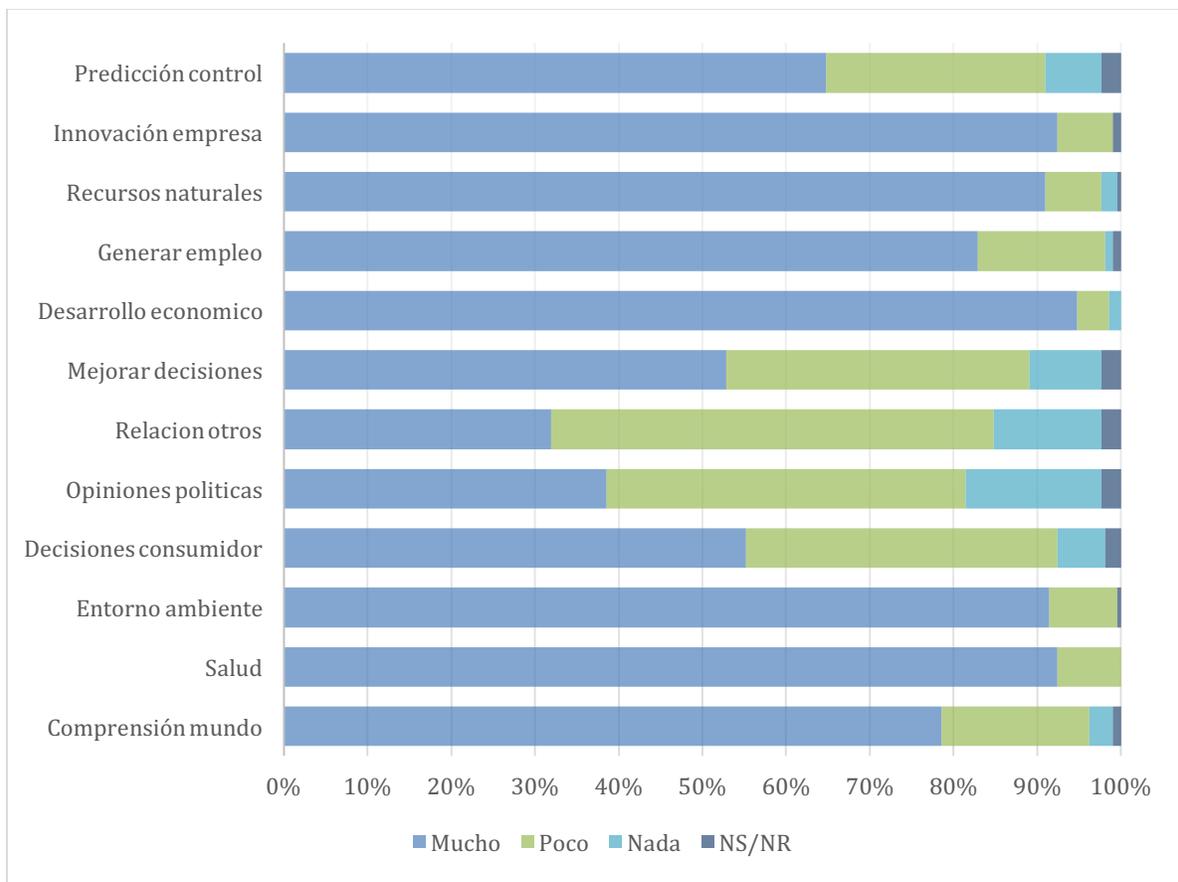


Figura 28 Porcentaje de estudiantes que consideran Mucho, Poco o Nada importantes a la CyT en situaciones cotidianas.

Fuente: Elaboración propia

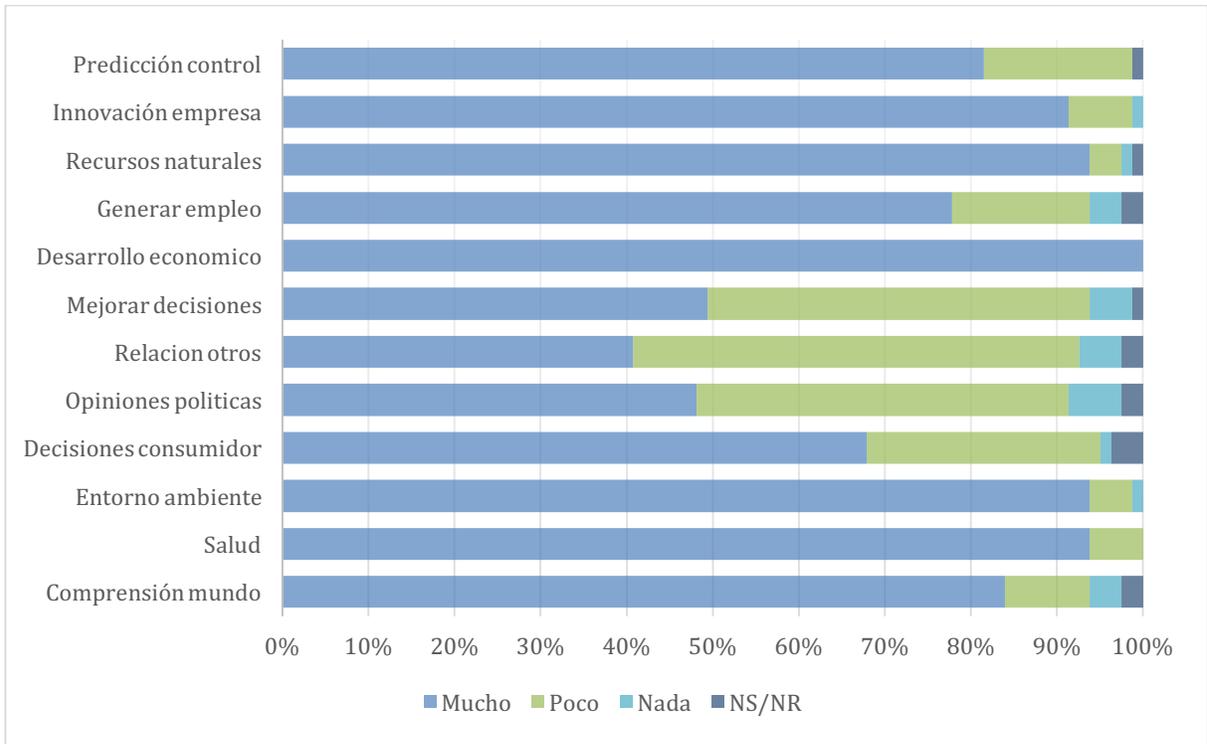


Figura 29 Porcentaje de ingenieros químicos graduados que consideran Muy, Poco o Nada importantes a la CyT en situaciones cotidianas.  
Fuente: Elaboración propia

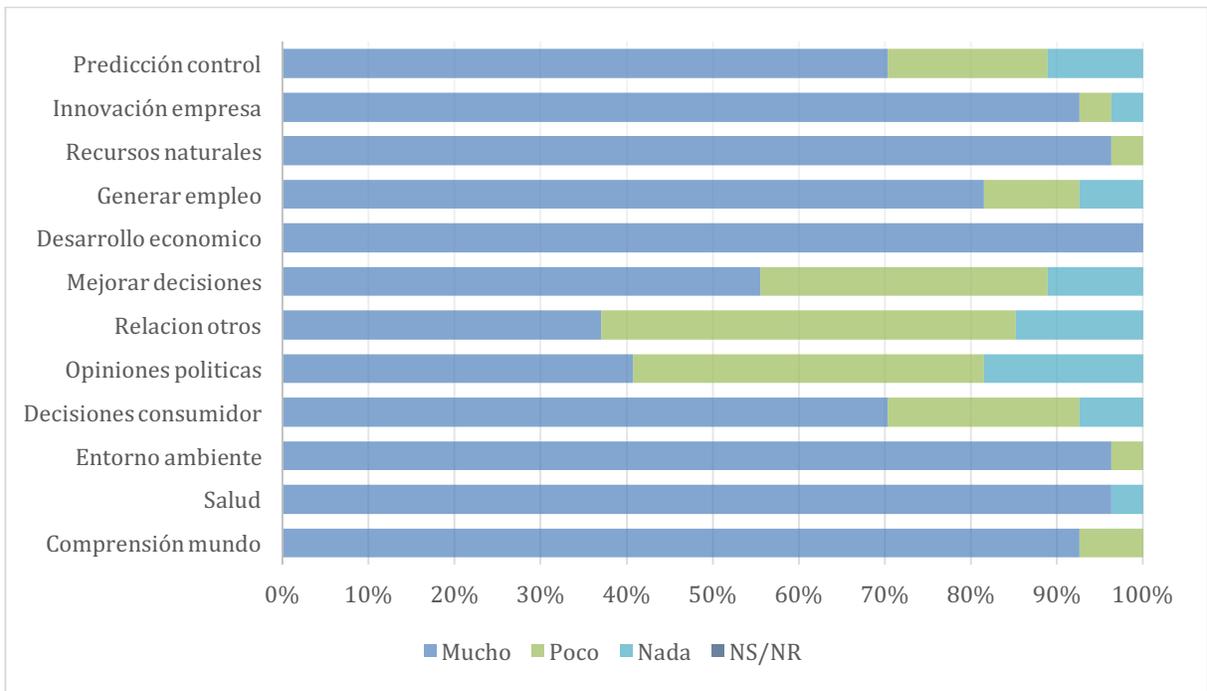


Figura 30 Porcentaje docentes y directivos que consideran Muy, Poco o Nada importantes a la CyT en situaciones cotidianas.  
Fuente: Elaboración propia

### *Comprensión del mundo.*

Según los encuestados, la Ciencia y la Tecnología son muy importantes para la comprensión del mundo (81,1%). Más específicamente, los hombres consideran en mayor medida esta afirmación (85,5%) que las mujeres (76,3%) (Figura 31).

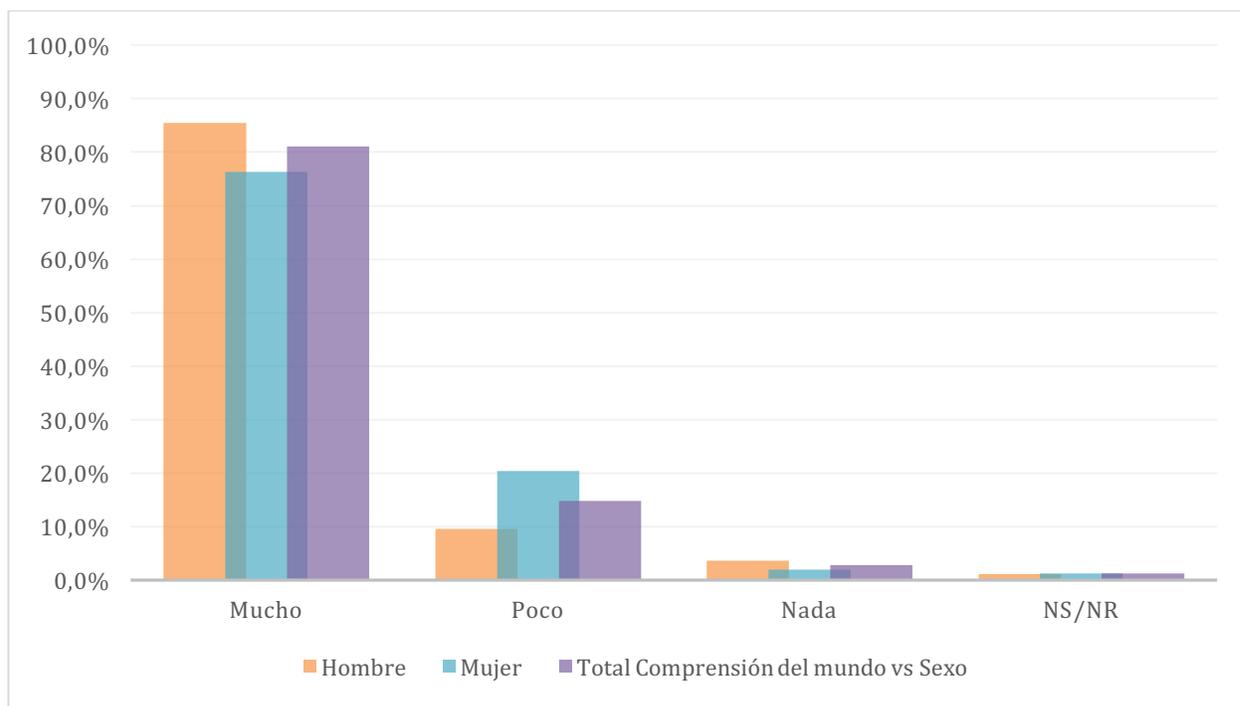


Figura 31 Importancia de la CyT para comprender el mundo según el sexo de los encuestados  
Fuente: Elaboración propia

De igual forma, de acuerdo al semestre en el que se encuentran los estudiantes, la Ciencia y la Tecnología se consideran muy importantes para la comprensión del mundo (78,6%). Sin embargo, es de notar que entre más avanzado en la etapa de profesionalización se encuentra el estudiante es más alta la importancia que le da a ellas, a excepción de décimo semestre en la que decae nuevamente este interés.

### *Cuidado de la salud y prevención de enfermedades.*

A su vez, la Ciencia y la Tecnología se consideran importantes para el cuidado de la salud y la prevención de enfermedades visibilizándose como muy importantes para el total de los encuestados (93,1%), siendo muy similar el porcentaje entre los

diferentes grupos poblacionales (estudiantes, profesionales graduados y directivos o docentes) (Figura 32).

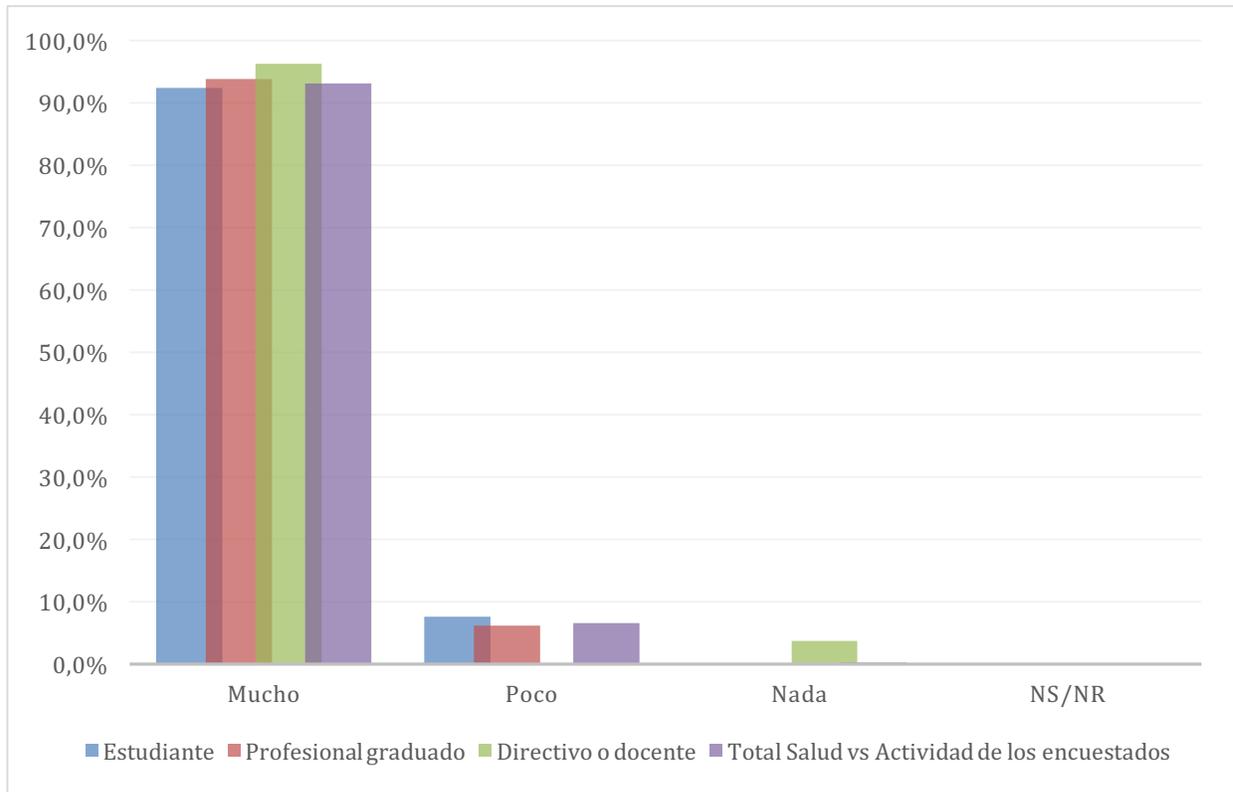


Figura 32 Importancia de la CyT en el cuidado de la salud y prevención de enfermedades.  
Fuente: Elaboración propia

#### *Decisiones como consumidor.*

También, se observa que se consideran a la Ciencia y la Tecnología como muy importantes (67,9%) en la toma de decisiones como consumidor, ya como profesionales graduados. No obstante, este valor varía según la actividad principal de estos. Así, quienes más consideran su importancia en este campo son los ingenieros químicos empleados (72,5%), seguidos por aquellos desempleados (68,2%) y los empresarios (50,0%). Por otro lado, los ingenieros químicos independientes son quienes consideran que la Ciencia y la Tecnología ayudan poco en sus procesos de decisión como consumidores (66,7%).

### *Formación de opiniones políticas y sociales.*

De acuerdo a la información recogida, la importancia de la Ciencia y la Tecnología en la formación de opiniones políticas y sociales es estadísticamente significativa con relación a la universidad de los profesionales graduados y la actividad principal de estos últimos. Así, se observa que según la universidad de los ingenieros químicos graduados, la CyT se encuentran entre mucho y poco importantes (48,1% y 43,2%; respectivamente), siendo muy similar esta tendencia en casi todas las universidades, con excepción de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá en la cual sus datos se encuentran más distribuidos en todas las categorías. Por otra parte, según la actividad principal de los profesionales graduados, la tendencia entre mucha y poca importancia de la Ciencia y la Tecnología en la formación de opiniones políticas y sociales, es similar a la observada en el párrafo anterior (48,1% y 43,2%). Asimismo, se observa que, dentro de las categorías de profesionales graduados existentes, aquellos Independientes son quienes más manifiestan que la CyT son muy importantes para este fin (66,7%), con relación al resto de los encuestados.

### *Relación con los otros.*

En cuanto a la importancia de la Ciencia y la Tecnología en las relaciones con los otros, se observa que, según los estudiantes encuestados, ésta es considerada poco importante (52,9%), siendo similar porcentualmente en casi todos los semestres de formación. Décimo semestre es el único en calificar la importancia de ésta en Mucho (47,6%).

### *Aprovechamiento de recursos naturales.*

Frente al aprovechamiento de los recursos naturales la Ciencia y la Tecnología son vistas como de mucha importancia para los encuestados (91,0%). Esta es una tendencia generalizada que se observa en todos los ciclos de formación de los estudiantes. Con relación a la universidad de la que se graduaron los ingenieros químicos encuestados, la alta importancia de la CyT en el aprovechamiento de los recursos naturales es de una tendencia similar que la de los estudiantes (93,8%),

mostrando diferencias únicamente la Universidad Nacional de Colombia en sus sedes Bogotá (83,3%) y Medellín (50,0%) . De igual manera, esta tendencia se observa en los profesionales graduados según su actividad principal en donde Ciencia y Tecnología son muy importantes (93,8%) para el aprovechamiento de recursos naturales.

Finalmente, en cuanto a otros porcentajes de importancia, los encuestados identificaron en total 52 categorías donde la CyT son importantes. No obstante, las 5 más frecuentes son las que se encuentran a continuación en la Tabla 16. Lo notable de estas nuevas categorías es que se basan en necesidades y expectativas personales que podrían incluirse en algunas de las categorías propuestas en el formulario, a pesar de la baja cantidad de respuestas. No obstante, es necesario evaluarlas en futuras encuestas con el fin de identificar si es una percepción generalizada o sólo de unas pocas personas. De tal forma, en la discusión posterior no serán tenidas en cuenta con el fin de no sesgar lo hallado.

**Tabla 16**  
Otras categorías con importancia CyT según los encuestados

<b>Importancia según los encuestados</b>	<b>Frecuencia</b>
Mejorar la calidad de vida	8
Incentivar el conocimiento en CyT	6
Desarrollo personal	4
Resolver problemas sociales	3
Desarrollo académico	2

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 17 se encuentran los valores de Chi cuadrado de Pearson, los grados de libertad y las significancias resultantes del cruce de resultados de las variables sociodemográficas con las respuestas a las preguntas relativas a la dimensión de análisis *Interés (Pregunta 402)*. Cabe recordar que los resultados con  $p > 0,05$  no fueron tenidos en cuenta dentro del análisis anterior.

**Tabla 17**

Tabla de contingencias de la dimensión Valores – Importancia de la Ciencia y Tecnología

Chi-cuadrado de Pearson	Sexo			Actividad			Uestudiante			Semestre			Ugraduado			Actprincipal			Udocente		
	X	GL	p	X	GL	p	X	GL	p	X	GL	p	X	GL	p	X	GL	p	X	GL	p
402AComprensiónmundo	<b>7,806</b>	<b>3</b>	<b>0,05</b>	6,565	6	0,363	25,314	24	0,389	<b>54,708</b>	<b>27</b>	<b>0,001</b>	9,87	18	0,936	3,96	9	0,914	3,915	8	0,865
402A salud	1,152	2	0,562	<b>12,957</b>	<b>4</b>	<b>0,011</b>	11,138	8	0,194	2,628	9	0,977	8,431	6	0,208	0,873	3	0,832	1,298	8	0,996
402Aentornoambiente	2,441	3	0,486	4,807	6	0,569	9,825	16	0,876	23,556	18	0,17	8,595	12	0,737	10,825	6	0,094	1,298	8	0,996
402Adecisionesconsumidor	2,611	3	0,456	9,415	6	0,152	25,812	24	0,363	38,828	27	0,066	20,938	18	0,283	<b>18,396</b>	<b>9</b>	<b>0,031</b>	14,309	16	0,576
402Aopinionespoliticas	3,849	3	0,278	6,691	6	0,35	29,117	24	0,216	34,444	27	0,154	<b>30,519</b>	<b>18</b>	<b>0,033</b>	<b>22,654</b>	<b>9</b>	<b>0,007</b>	13,582	16	0,63
402Arelacionotros	4,727	3	0,193	5,845	6	0,441	31,457	24	0,141	<b>49,103</b>	<b>27</b>	<b>0,006</b>	10,264	18	0,923	11,184	9	0,263	8,316	16	0,939
402Amejorardecisiones	7,701	3	0,053	3,759	6	0,709	20,705	24	0,656	23,026	27	0,684	14,302	18	0,709	12,598	9	0,182	10,7	16	0,828
402Adesarrolloeconomico	0,769	2	0,681	5,86	4	0,21	14,291	16	0,577	16,974	18	0,525	*	*	*	*	*	*	*	*	*
402Agenerarempleo	2,66	3	0,447	7,604	6	0,269	26,189	24	0,344	24,277	27	0,615	11,762	18	0,859	4,89	9	0,844	19,568	16	0,24
402Arecursosnaturales	3,247	3	0,355	2,565	6	0,861	31,454	24	0,141	<b>41,233</b>	<b>27</b>	<b>0,039</b>	<b>57,53</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>18,463</b>	<b>9</b>	<b>0,03</b>	1,298	8	0,996
402Ainnovaciónempresa	7,258	3	0,064	7,312	6	0,293	10,572	16	0,835	22,386	18	0,215	8,171	12	0,772	4,507	6	0,608	14,22	16	0,582
402Aprediccioncontrol	0,93	3	0,818	12,291	6	0,056	23,878	24	0,469	22,333	27	0,72	8,761	12	0,723	4,593	6	0,597	14,084	16	0,592

\* Valores que fueron considerados como constantes por el software estadístico.

**Uestudiantes:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los estudiantes, **Ugraduados:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los ingenieros químicos graduados, **Udocente:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los docentes y directivos

Nota: Los valores en rojo son aquellos considerados como estadísticamente significativos, los cuales fueron analizados en los apartados anteriores.

Fuente: Elaboración propia

### **Usos de la Ciencia y la Tecnología.**

En general, los tres subgrupos de estudio identifican a la CyT como herramientas que permiten “Entender el entorno”, “Conocer la verdad”, “Ganar dinero”. y “Solucionar problemas sociales”, caso contrario a ser útiles para tener “Poder”. En las Figuras 33, 34 y 35 se encuentran los resultados de esta afirmación, respectivamente para estudiantes, profesionales graduados y docentes y directivos.

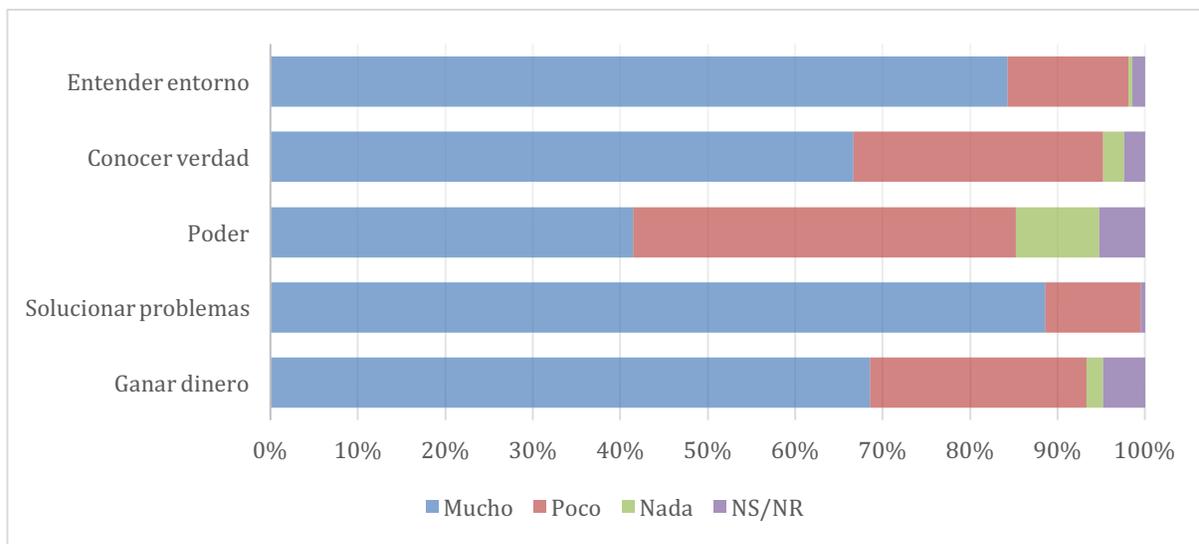


Figura 33 Usos de la CyT, por porcentaje, según lo identificado por los Estudiantes  
Fuente: Elaboración propia

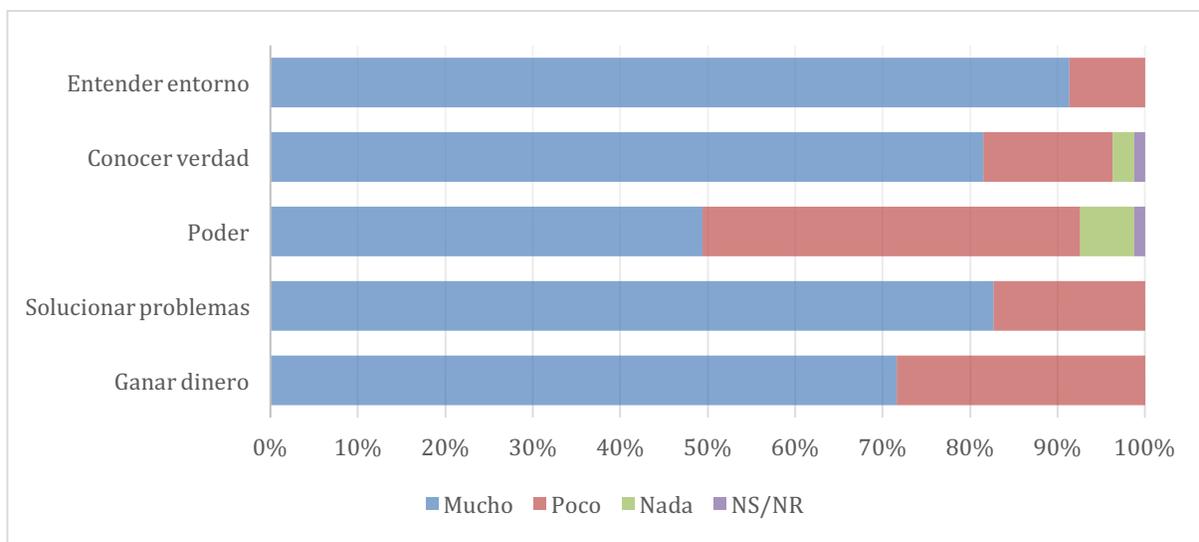


Figura 34 Usos de la CyT, por porcentaje, según lo identificado por los Ingenieros Químicos Graduados  
Fuente: Elaboración propia

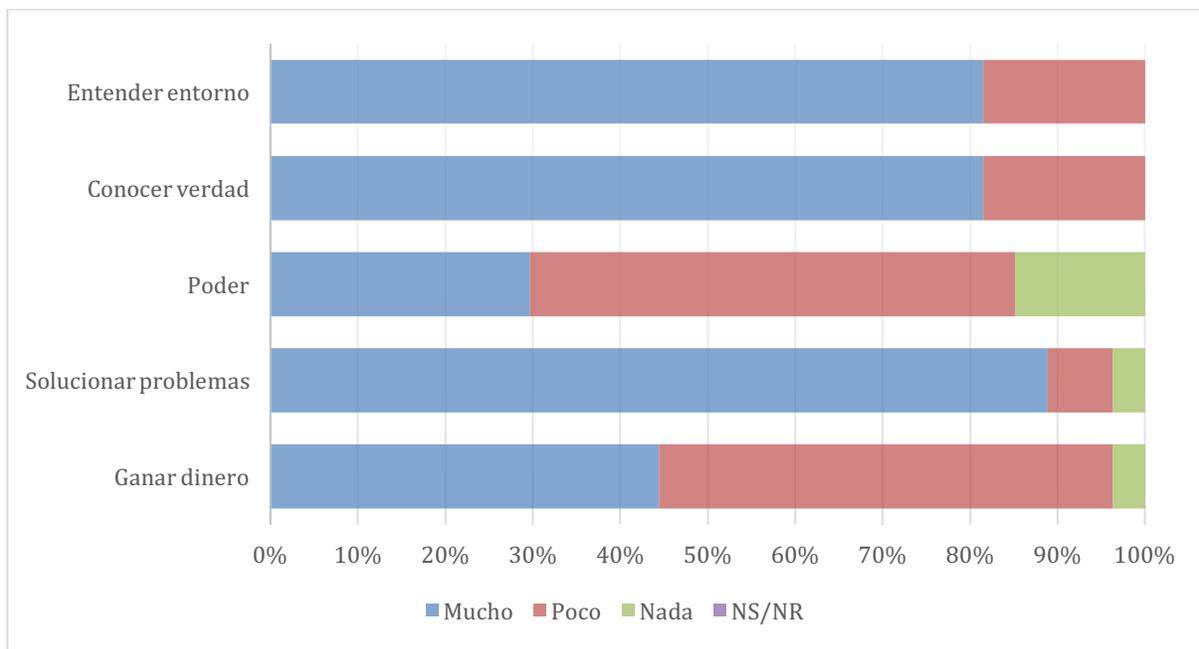


Figura 35 Usos de la CyT, por porcentaje, según lo identificado por los Docentes y Directivos  
Fuente: Elaboración propia

### *Ganar dinero.*

Según los encuestados, la CyT son muy útiles para ganar dinero en tres casos estadísticamente significativos: el sexo de los encuestados (67,3%), su actividad (67,3%) y la universidad de la que son graduados los ingenieros químicos (71,6%) que respondieron la encuesta. En el primero caso, las mujeres son quienes más perciben este uso (70,4%) con relación a los hombres (64,5%) (Figura 36). Con respecto a su actividad, los encuestados afirman que el uso de la CyT son muy utilizadas para este fin (67,3%); sin embargo, los directivos y docentes consideran que esta utilidad es menor respecto al total (44,4%) (Figura 37). Por otro lado, en cuanto a la universidad de la que son graduados los ingenieros químicos, se observa que la tendencia anterior se mantiene (71,6%). No obstante, en algunas universidades tales como la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín y la Universidad de los Andes, se observa mayor cercanía entre Mucho y Poco (UN-Med = Mucho: 50,0% y Poco: 50,0%) (UAndes = Mucho: 54,8% y Poco: 45,2%), o mayor tendencia a considerar como poco el uso de la CyT para ganar dinero (UN-Manizales = Poco: 100,0%).

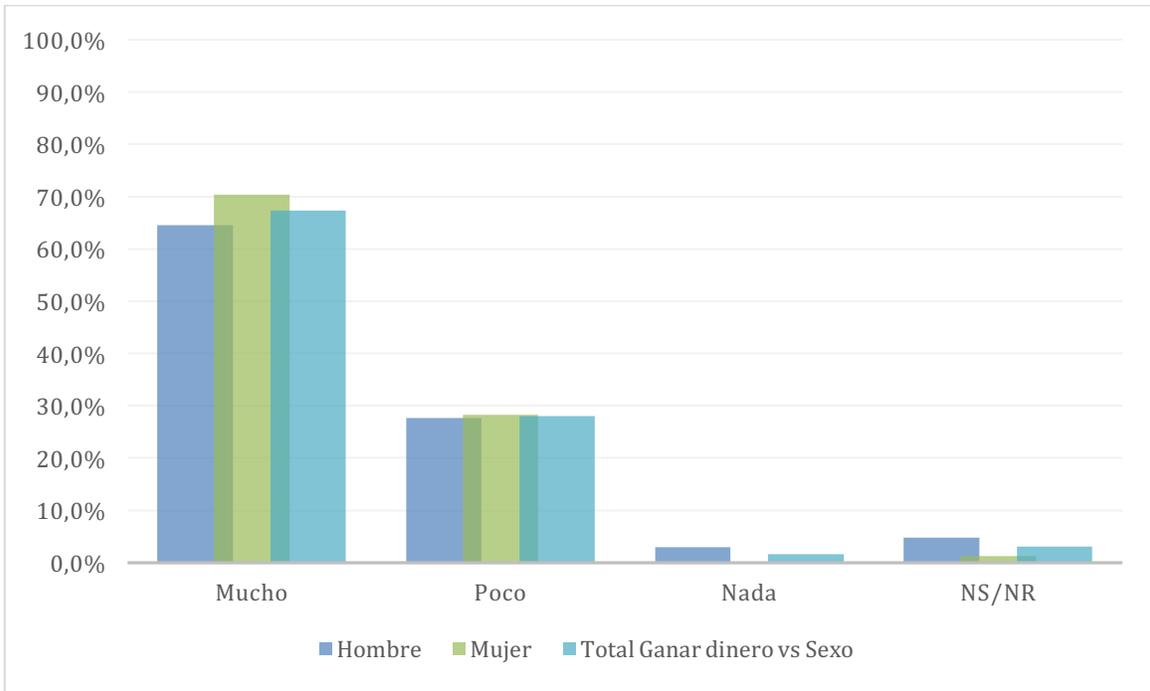


Figura 36 Porcentaje de encuestados según el sexo que consideran Ganar Dinero como un uso de la CyT

Fuente : Elaboración propia

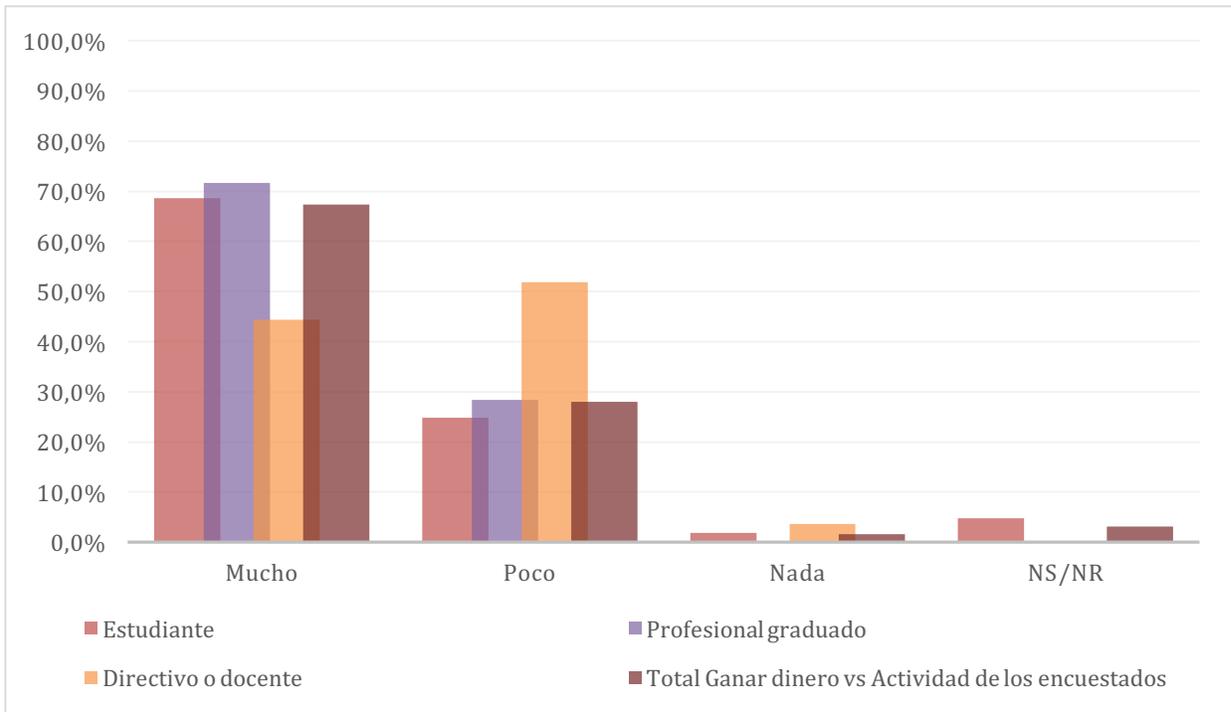


Figura 37 Porcentaje de encuestados según el subgrupo poblacional que consideran Ganar Dinero como un uso de la CyT

Fuente : Elaboración propia

### *Solucionar los problemas sociales.*

Con relación al uso de la Ciencia y la Tecnología para la solución de los problemas sociales, los encuestados consideran que éstas pueden ser muy útiles. Así, puede observarse cuando se relacionan con la actividad de ellos (87,1%) (Figura 38), las universidades de donde se gradúan los ingenieros químicos (82,7%) y la actividad principal de los profesionales graduados (82,7%). En todos los casos anteriores se observa que la gran mayoría de los resultados tienen un porcentaje superior al 75,0% en Mucho, a excepción de la Universidad de Antioquia (40,0%), Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales (50,0%), Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín (50,0%) e ingenieros químicos independientes (50,0%).

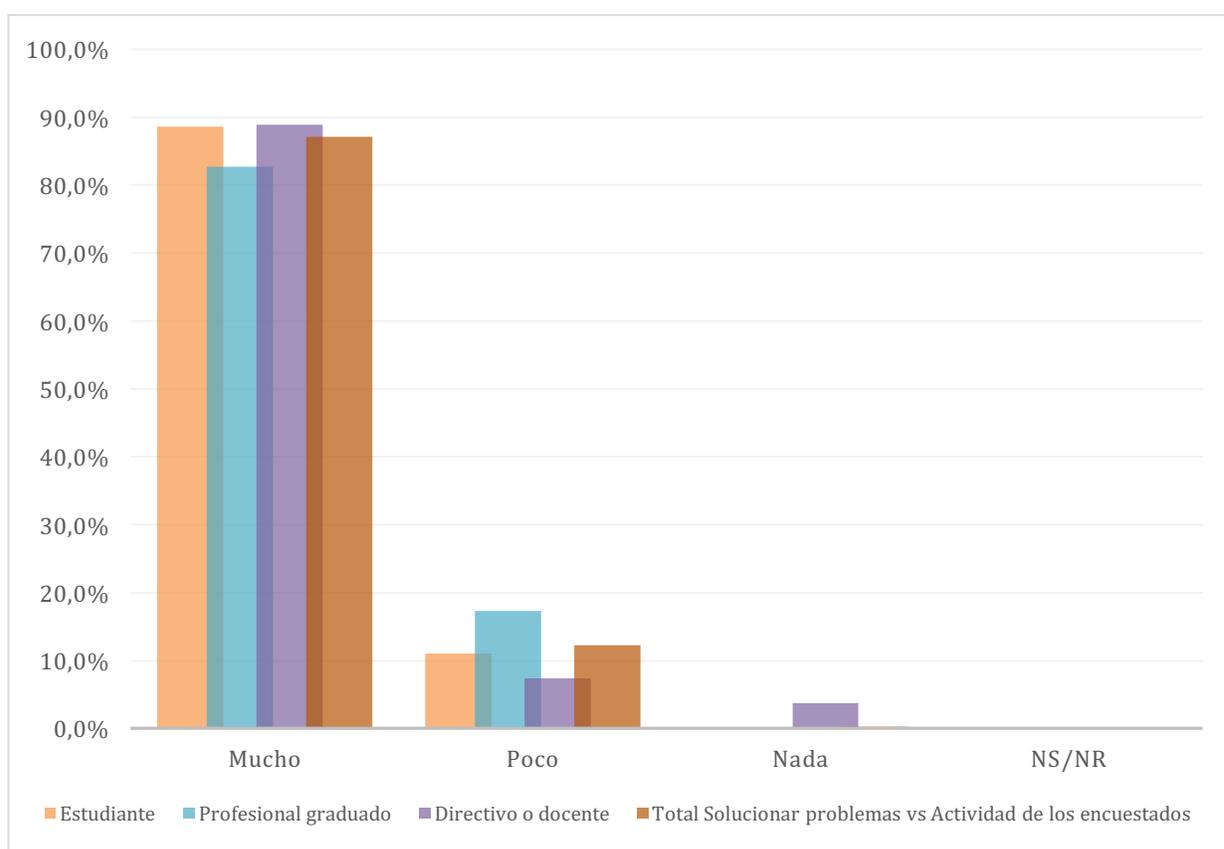


Figura 38 Porcentaje de encuestados según su actividad que consideran Solucionar Problemas Sociales como un uso de la CyT  
Fuente : Elaboración propia

### *Entender el entorno.*

De igual forma, según la actividad de los ingenieros químicos graduados que fueron encuestados, estos consideran que la Ciencia y la Tecnología son muy útiles para entender el entorno (91,4%). Esta tendencia es similar en cada uno de los subgrupos poblacionales a excepción de los empresarios. Por otro lado, en cuanto a otras categorías de importancia, los encuestados identificaron 29 en total, no obstante, las 5 más frecuentes son las que se encuentran a continuación en la Tabla 18. Es de notar que estas nuevas categorías corresponden a ciertas categorías abordadas en el apartado de la importancia de la CyT. No obstante, sería interesante evaluarlas en futuras encuestas con el fin de observar cuál es la tendencia de esta percepción. De tal forma, en la discusión posterior no serán tenidas en cuenta con el fin de no sesgar lo hallado.

**Tabla 18**

Otros usos de la CyT según los encuestados

<b>Importancia según los encuestados</b>	<b>Frecuencia</b>
Mejorar la calidad de vida	4
Entender el universo	3
Asegurar sostenibilidad	2
Desarrollo en salud	2
Entender la interacción humano - espacio	2

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 19 se encuentran los valores de Chi cuadrado de Pearson, los grados de libertad y las significancias resultantes del cruce de resultados de las variables sociodemográficas con las respuestas a las preguntas relativas a la dimensión de análisis *Interés (Pregunta 403)*. Cabe recordar que los resultados con  $p > 0,05$  no fueron tenidos en cuenta dentro del análisis anterior.

### ***Dificultades para el desarrollo de Ciencia y Tecnología en Colombia.***

No existe un consenso claro entre las percepciones de los tres grupos de estudio. Para los docentes y directivos, las dificultades radican en su mayoría en la falta de apoyo privado (77,8%) y público ya sea por medio de recursos (81,5%), redes de

interacción Estado-Industria- Academia (77,8%) o de voluntad política (85,2%). Por otro lado, los profesionales graduados asocian las dificultades a la falta de formación en investigación (74,1%), a la corrupción (72,9%) y la ausencia de redes de triple hélice (71,6%). Finalmente, los estudiantes relacionan la corrupción (72,9%), la falta de financiación (72,4%) y el desconocimiento por parte de las instituciones públicas y privadas (70,0%) las dificultades para el desarrollo de la CyT en el país (Figura 39).

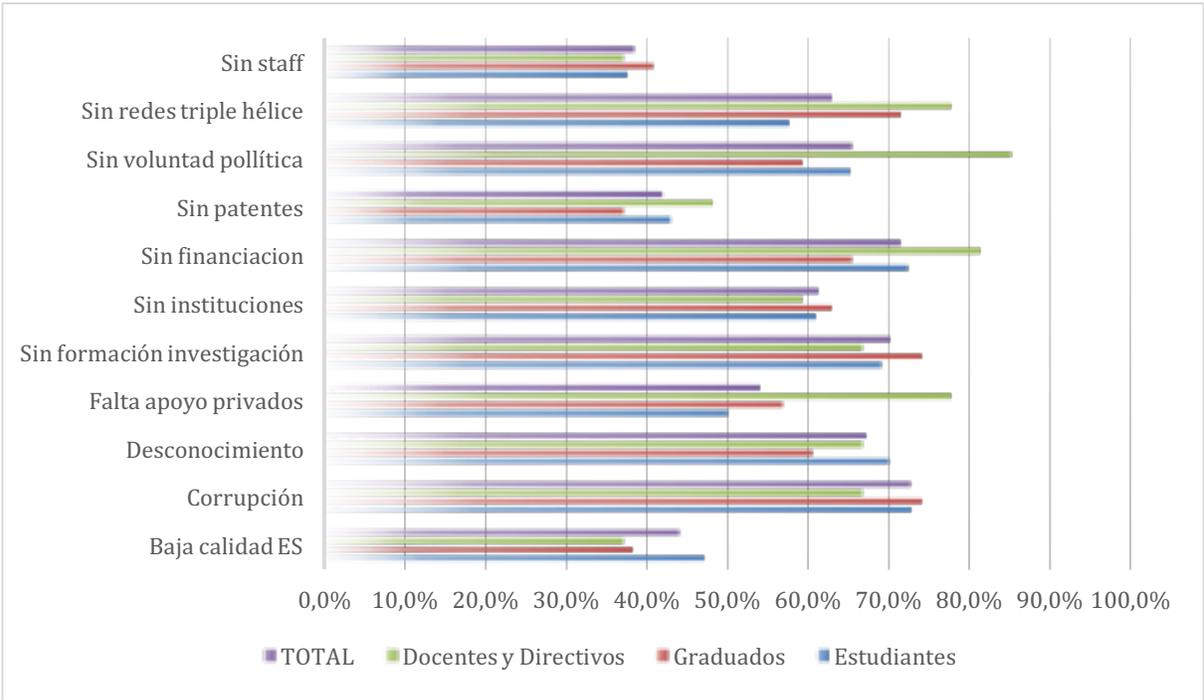


Figura 39 Porcentaje de encuestados, según subgrupo poblacional, con relación a lo que estos consideran como dificultades para el desarrollo de la CyT en Colombia  
Fuente : Elaboración propia

*Apoyo industria privada.*

De acuerdo con los datos recopilados, entre las dificultades para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en Colombia que los encuestados identificaron está el apoyo de la industria privada. Esto fue notorio en el análisis por tipo de actividad, el cual arrojó que el 54,1% del total lo considera, siendo la mayoría de los directivos o docentes quienes más lo afirman (77,8%), seguidos por los profesionales graduados (56,8%) y por los estudiantes (50,0%).

**Tabla 19**

Tabla de contingencias de la dimensión Valores – Uso de la Ciencia y la Tecnología

Chi-cuadrado de Pearson	Sexo			Actividad			Uestudiante			Semestre			Ugraduado			Actprincipal			Udocente		
	x	GL	p	x	GL	p	x	GL	p	x	GL	p	x	GL	p	x	GL	p	x	GL	p
403Aganardinero	8,1	3	0,044	15,993	6	0,014	24,689	24	0,423	26,143	27	0,511	16,865	6	0,01	1,352	7	0,717	12,321	16	0,722
403Asolucionarproblemas	2,226	3	0,527	14,011	6	0,03	21,278	16	0,168	18,893	18	0,398	14,132	6	0,028	8,441	3	0,038	11,156	16	0,8
403Apoder	4,089	3	0,252	8,169	6	0,226	33,447	24	0,095	29,349	27	0,344	16,01	18	0,592	13,695	9	0,134	16,331	16	0,43
403Aconocer verdad	2,121	3	0,548	8,762	6	0,187	13,617	24	0,955	29,039	27	0,359	23,851	18	0,16	11,228	9	0,26	4,909	8	0,767
403Aentenderentorno	5,969	3	0,113	4,398	6	0,623	6,183	24	0,881	30,006	27	0,314	5,769	6	0,45	13,312	3	0,004	5,461	8	0,707

**Uestudiantes:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los estudiantes, **Ugraduados:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los ingenieros químicos graduados, **Udocente:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los docentes y directivos

Nota: Los valores en rojo son aquellos considerados como estadísticamente significativos, los cuales fueron analizados en los apartados anteriores.

Fuente: Elaboración propia

### *Instituciones para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología.*

De igual manera que en el caso anterior, el 61,3% de los encuestados consideran que una de las dificultades para el desarrollo de Ciencia y Tecnología en el país es la falta de instituciones que se ocupen de ello; así, más específicamente según el sexo, el 68,4% de las mujeres y el 54,8% de los hombres. Asimismo, se encontró que hay diferencia estadísticamente significativa entre la cantidad de años de graduados y la consideración de la falta de instituciones para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología como una dificultad para el desarrollo de las mismas ( $t=2,083$ ;  $GL=31,419$ ;  $p=0,046$ ). Así, se observa que quienes llevan menos tiempo de graduados (media de 2,76 años) tienden a estar de acuerdo con esta problemática frente a quienes no lo consideran (6,37 años).

### *Recursos económicos.*

A su vez, el 72,4% de los estudiantes considera que la falta de recursos económicos es una de las dificultades para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el país, siendo mayor del 50,0% en cada una de las universidades, a excepción de la Universidad EAN (40,0%). En ese orden de ideas, se observa que en los semestres del ciclo final de formación (9º y 10º) se considera más dicha afirmación (81,0% y 90,5%, respectivamente). Asimismo, se identifica una tendencia ascendente no lineal desde el primer semestre académico (58,3%) hasta el último (90,5%).

### *Patentes e innovación.*

La falta de patentes e innovación es considerada como una de las dificultades para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en Colombia, según el 42,9% de los estudiantes encuestados. No obstante, se observa que cobra una mayor relevancia en los estudiantes del ciclo final de formación, que en otros ciclos – a excepción de primer y sexto semestre. Igualmente, hay diferencia estadísticamente significativa entre la cantidad de años de graduados y la consideración de la falta de patentes e innovación como una dificultad para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología

( $t=2,106$ ;  $GL=64,435$ ;  $p=0,048$ ). Así, se observa que quienes llevan menos tiempo de graduados (media de 2,67 años) tienden a estar de acuerdo con esta problemática frente a quienes no lo consideran (4,94 años). No obstante, frente a la relación con la edad de los encuestados no se observa ninguna diferencia significativa ( $t=1,368$ ;  $GL=297$ ;  $p=0,172$ ).

#### *Voluntad política.*

El 65,4% de los encuestados considera que la falta de voluntad política es una dificultad importante para el desarrollo de la Ciencia y Tecnología. De estos, el 65,2% de los estudiantes, 59,3% de los ingenieros químicos graduados y 85,2% de los directivos o docentes lo consideraron. En detalle, según la universidad a la que pertenecen los estudiantes encuestados, estudiantes de la Universidad Industrial de Santander, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín y Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales (100,0%; 100,0% y 83,3%; respectivamente), son aquellos que más consideran esta dificultad. Asimismo, es interesante resaltar que los estudiantes de universidades públicas son quienes afirman esto en mayor medida (arriba del 65,2%) que aquellos de universidades privadas (debajo del 65,2%).

#### *Redes de interacción academia/investigación, industria y Estado.*

La ausencia de redes de interacción entre la academia/investigación, industria y el Estado (triple hélice) es considerada como una dificultad importante según el 62,9% de los encuestados. De igual manera, el 57,6% de los estudiantes lo consideran al igual que el 71,6% de los profesionales graduados y el 77,8% de los directivos o docentes. Asimismo, según la universidad a la que corresponden los estudiantes encuestados, aquellos pertenecientes a la Universidad Industrial de Santander, Universidad de Antioquia y Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá fueron aquellos que más consideraron a ésta como una dificultad importante (100,0%; 70,0% y 68,8%; respectivamente).

En la Tabla 20 se encuentran los valores de Chi cuadrado de Pearson, los grados de libertad y las significancias resultantes del cruce de resultados de las variables sociodemográficas con las respuestas a las preguntas relativas a la dimensión de análisis *Interés (Pregunta 404)*. Cabe recordar que los resultados con  $p > 0,05$  no fueron tenidos en cuenta dentro del análisis anterior. Finalmente, no se encontraron asociaciones estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre otras variables sociodemográficas y otras opciones de respuesta de esta sección.

### Participación ciudadana

Los datos mostrados a continuación corresponden a las respuestas considerablemente significativas para cada pregunta, resultantes del análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

#### ***Aportes de la Ingeniería Química en la Ciencia y la Tecnología.***

Existe una tendencia generalizada en los tres grupos focales en observar a la Ingeniería Química como una Ciencia aplicada enfocada a la razón de ser de esta. De igual manera, las soluciones a problemáticas sociales y la manipulación de maquinarias, constituyen los aportes con menor valoración porcentual dentro de ellos, seguido levemente por el uso ético de las Ciencia aplicadas (Figuras 40, 41 y 42).

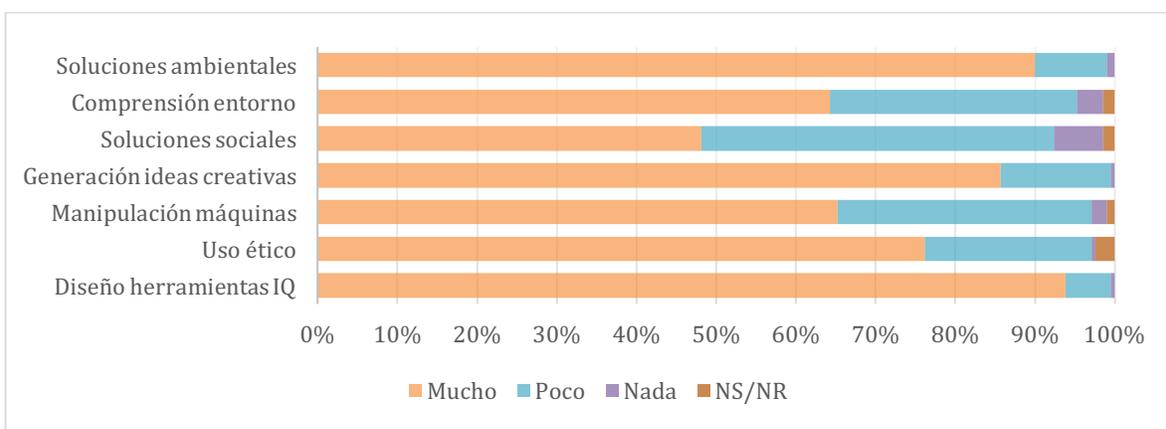


Figura 40 Aportes de la IQ en la CyT, por porcentaje, según lo identificado por los Estudiantes  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20**

Tabla de contingencias de la dimensión Valores – Dificultades para el desarrollo de Ciencia y Tecnología en Colombia

Chi-cuadrado de Pearson	Sexo			Actividad			Uestudiante			Semestre			Ugraduado			Actprincipal			Udocente		
	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p
404bajacalidadES	0	1	0,985	2,451	2	0,294	7,936	8	0,44	5,214	9	0,815	2,215	6	0,899	0,232	3	0,972	10,919	8	0,206
404Corrupción	1,236	1	0,266	0,574	2	0,751	8,172	8	0,417	6,379	9	0,701	3,91	6	0,689	4,155	3	0,245	6,375	8	0,605
404desconocimiento	0,62	1	0,431	2,405	2	0,3	6,939	8	0,543	6,326	9	0,707	9,072	6	0,17	2,49	3	0,477	7,125	8	0,523
404faltaapoyoprivados	0,249	1	0,618	<b>7,753</b>	<b>2</b>	<b>0,021</b>	4,789	8	0,78	11,688	9	0,232	5,396	6	0,494	7,317	3	0,062	4,821	8	0,776
404sininformacióninvestigación	0,01	1	0,92	0,873	2	0,646	7,723	8	0,461	8,578	9	0,477	5,046	6	0,538	1,05	3	0,789	10,5	8	0,232
404sininstituciones	<b>6,189</b>	<b>1</b>	<b>0,013</b>	0,152	2	0,927	10,225	8	0,25	6,262	9	0,713	2,57	6	0,861	4,156	3	0,245	5,945	8	0,653
404sinfinanciacion	0,016	1	0,901	2,855	2	0,24	<b>18,124</b>	<b>8</b>	<b>0,02</b>	<b>21,726</b>	<b>9</b>	<b>0,01</b>	7,404	6	0,285	1,486	3	0,685	5,461	8	0,707
404sinpatentes	2,237	1	0,135	1,299	2	0,522	8,414	8	0,394	<b>20,2</b>	<b>9</b>	<b>0,017</b>	4,145	6	0,657	5,436	3	0,143	5,637	8	0,688
404sinvoluntadpolitica	<b>16,906</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>6,024</b>	<b>2</b>	<b>0,049</b>	<b>22,294</b>	<b>8</b>	<b>0,004</b>	8,981	9	0,439	2,886	6	0,823	3,379	3	0,337	3,889	8	0,867
404sinredestriplehelice	0,312	1	0,577	<b>7,7</b>	<b>2</b>	<b>0,021</b>	<b>16,503</b>	<b>8</b>	<b>0,036</b>	7,966	9	0,538	11,431	6	0,076	2,557	3	0,465	4,821	8	0,776
404sinstaff	0,025	1	0,874	0,263	2	0,877	8,812	8	0,358	6,139	9	0,726	9,385	6	0,153	2,571	3	0,463	5,201	8	0,736

**Uestudiantes:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los estudiantes, **Ugraduados:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los ingenieros químicos graduados, **Udocente:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los docentes y directivos

Nota: Los valores en rojo son aquellos considerados como estadísticamente significativos, los cuales fueron analizados en los apartados anteriores.

Fuente: Elaboración propia

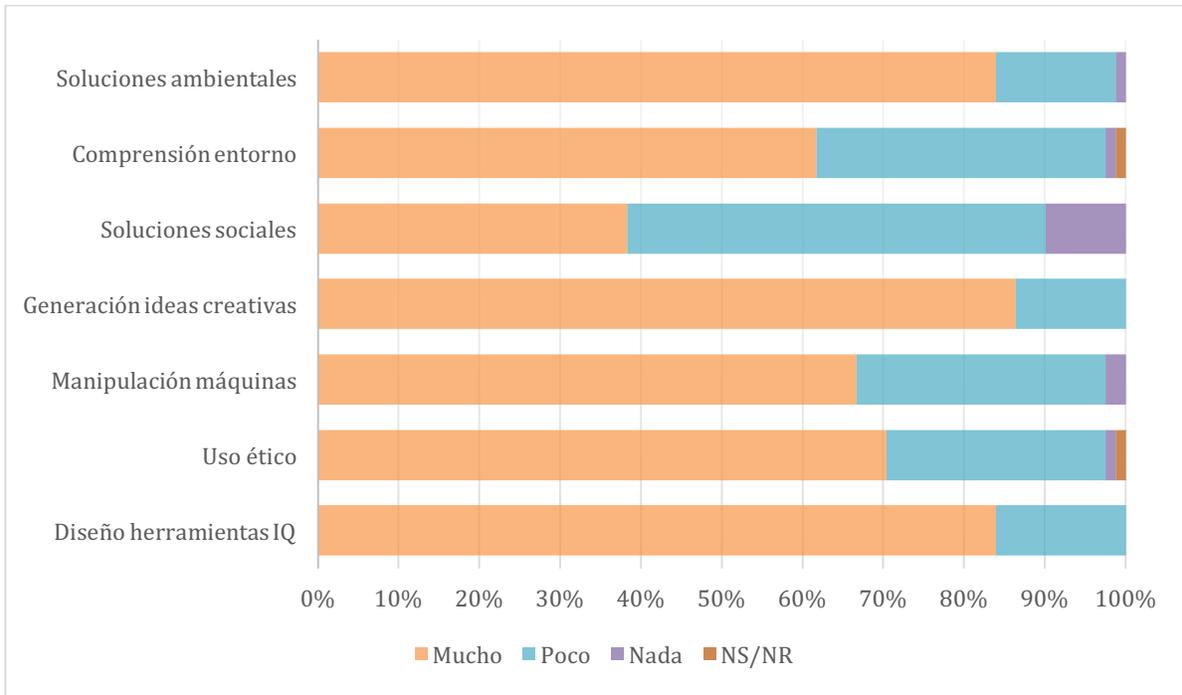


Figura 41 Aportes de la IQ en la CyT, por porcentaje, según lo identificado por los Profesionales Graduados  
Fuente: Elaboración propia

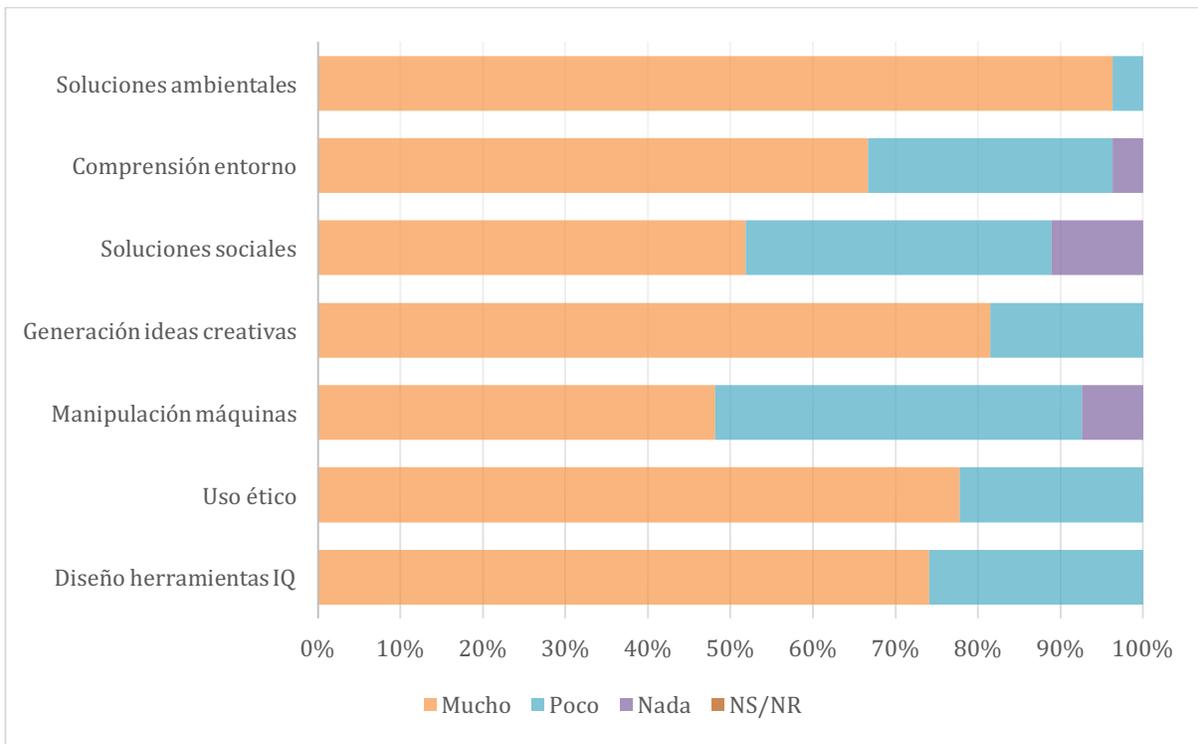


Figura 42 Aportes de la IQ en la CyT, por porcentaje, según lo identificado por los Docentes y Directivos  
Fuente: Elaboración propia

*Diseño, invención y fabricación de herramientas, componentes, procesos y sistemas para la industria química.*

Al relacionar la ingeniería química con la Ciencia y la Tecnología, los encuestados identificaron que uno de los aportes de esta disciplina en la Ciencia y Tecnología está en el diseño, invención y fabricación de herramientas, componentes, procesos y sistemas para la industria química. De esta manera, el 89,6% de los encuestados, consideran a este aporte como muy importante siendo una tendencia similar en todos los grupos poblacionales. Sin embargo, los estudiantes fueron quienes más lo consideraron (93,8%), sobre los profesionales graduados (84,0%) y los directivos o docentes (74,1%) (Figura 43).

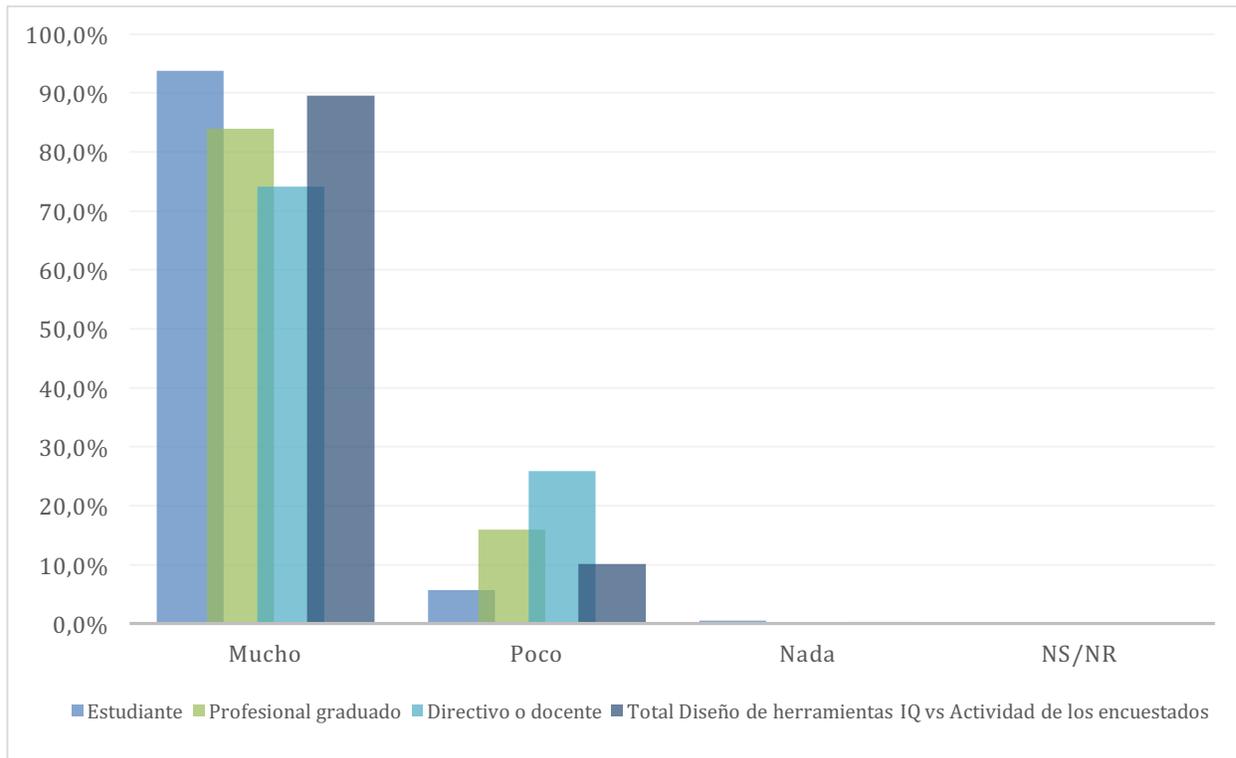


Figura 43 Porcentaje de encuestados según subgrupo poblacional que considera que el diseño, la invención y la fabricación de herramientas, componentes, procesos y sistemas para la industria química como un aporte de la Ingeniería Química en la CyT.

Fuente : Elaboración propia.

*Uso de conocimientos científicos para resolver problemas.*

Otro de los aportes de la ingeniería química considerados importantes para el 74,8% de los encuestados fue el uso de los conocimientos científicos para resolver

problemas. Así, se observa que el 68,7% de los hombres frente al 81,6% de la mujeres consideran este aporte (Figura 44).

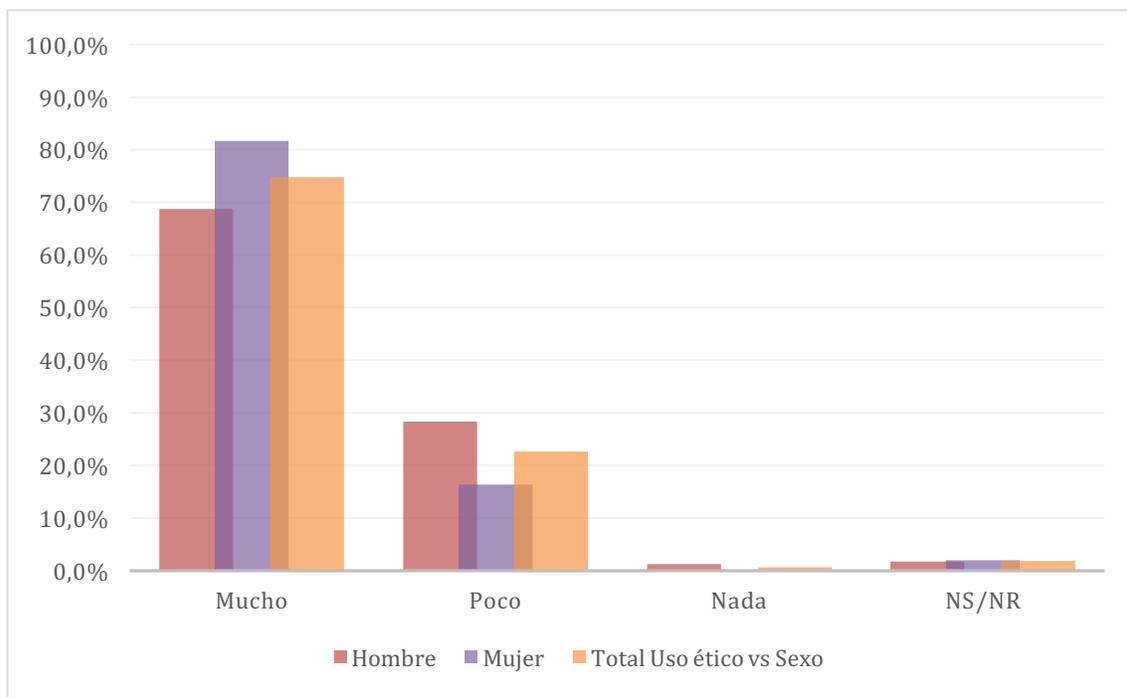


Figura 44 Porcentaje de encuestados según sexo que considera el uso del conocimiento científico para resolver problemas como un aporte de la Ingeniería Química en la CyT.  
Fuente : Elaboración propia.

En cuanto a los estudiantes, el 76,2% de ellos consideran muy importante este aporte. Siendo aquellos de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín (100,0%), Universidad de la Sabana (87,1%) y Universidad de Pamplona (85,0%) quienes más lo aseguran.

*Manipulación, operación y mantenimiento de máquinas, objetos y sistemas.*

Con relación a la manipulación, operación y mantenimiento de máquinas, objetos y sistemas vistas como un aporte de la ingeniería química a la Ciencia y la Tecnología, el 66,7% de los profesionales graduados afirman que es muy importante. De los anteriores, aquellos de la Universidad del Valle (100,0%), Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá (100,0%) y Universidad de Antioquia (80,0%) son quienes más consideran este aporte como muy valioso.

*Ideas creativas, novedosas e innovadoras.*

De igual manera, el 85,5% de los encuestados encuentran las ideas creativas, novedosas e innovadoras como un aporte muy importante de la ingeniería química a la Ciencia y la Tecnología. Igualmente, las mujeres son quienes más lo consideran (90,8%) con relación a los hombres (80,7%) (Figura 45).

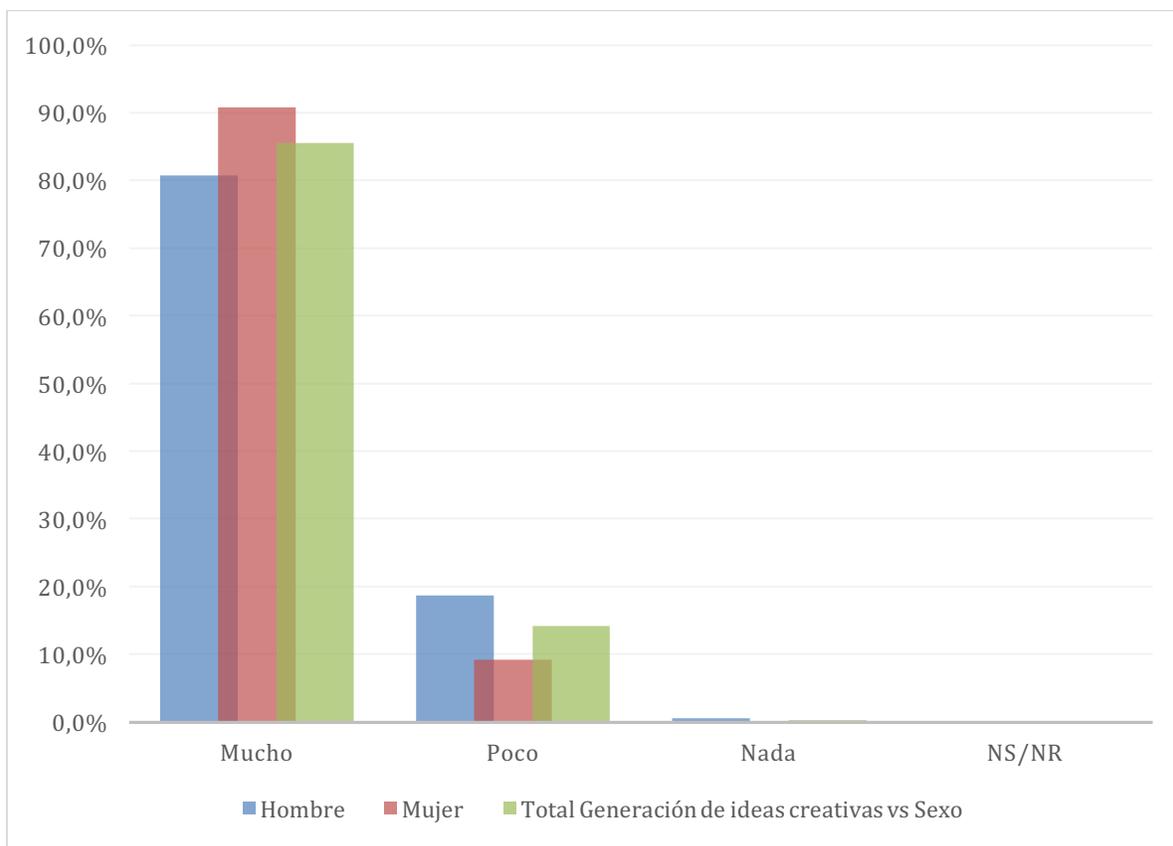


Figura 45 Porcentaje de encuestados según sexo que considera las ideas creativas, novedosas e innovadoras como un aporte de la Ingeniería Química en la CyT.

Fuente : Elaboración propia.

Según los profesionales graduados, el 86,4% de ellos considera que las ideas creativas, novedosas e innovadoras son un aporte muy importante a la CyT desde la ingeniería química. Así, se observa que esta tendencia es similar en los profesionales de todas las universidades participantes, a excepción de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, en la cual el 100,0% de los encuestados pertenecientes a esta universidad las consideran poco importantes para la generación de ideas creativas, novedosas e innovadoras.

### Comprensión del entorno (investigación).

Asimismo, la comprensión del entorno a través de la investigación es vista como un aporte muy importante para el 63,8% de los encuestados, siendo mayor esta apreciación en las mujeres (68,4%) con respecto a los hombres (59,6%) (Figura 46).

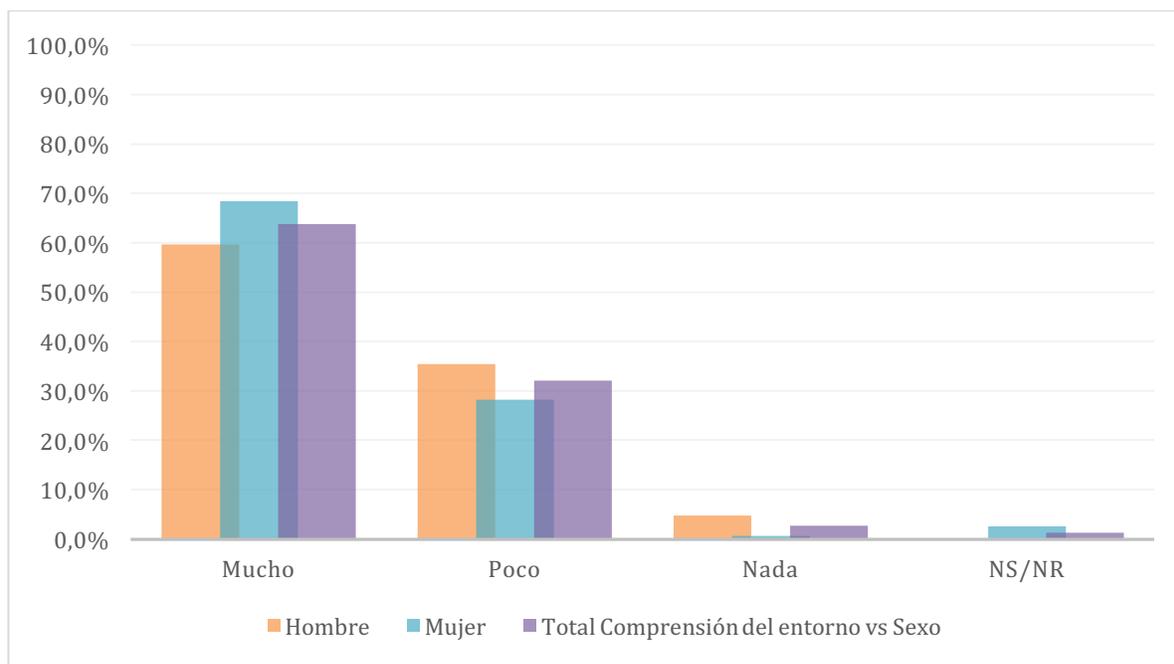


Figura 46 Porcentaje de encuestados según sexo que considera la comprensión del entorno a través de la investigación como un aporte de la Ingeniería Química en la CyT.

Fuente: Elaboración propia

Esta tendencia es similar en los profesionales graduados ya que el 61,7% de ellos los consideran como un aporte muy importante. A su vez, esta tendencia se mantiene en todos los grupos poblacionales, según el tipo de actividad principal de éstos siendo los profesionales independientes quienes más lo observan (83,3%), seguidos por los empleados (60,8%), los desempleados (59,1%) y los empresarios (50,0%).

En la Tabla 21 se encuentran los valores de Chi cuadrado de Pearson, los grados de libertad y las significancias resultantes del cruce de resultados de las variables sociodemográficas con las respuestas a las preguntas relativas a la dimensión de análisis *Interés (Pregunta 405)*. Cabe recordar que los resultados con  $p > 0,05$  no fueron tenidos en cuenta dentro del análisis anterior.

**Tabla 21**

Tabla de contingencias de la dimensión Valores – Aportes de la Ingeniería Química a la Ciencia y a la Tecnología

Chi-cuadrado de Pearson	Sexo			Actividad			Uestudiante			Semestre			Ugraduado			Actprincipal			Udocente		
	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p	$\chi$	GL	p
405diseñoherramientasIQ	2,561	2	0,278	15,527	4	0,004	21,516	16	0,16	13,452	18	0,764	2,636	6	0,853	2,937	3	0,401	6,605	8	0,58
405usoetico	8,543	3	0,036	2,98	6	0,811	67,418	24	0	30,073	27	0,311	5,498	18	0,998	2,106	9	0,99	7,714	8	0,462
405manipulaciónmaquinas	5,731	3	0,125	6,368	6	0,383	15,366	24	0,91	26,03	27	0,517	25,477	12	0,013	2,927	6	0,818	17,293	16	0,367
405generacionideascreativas	6,878	2	0,032	0,974	4	0,914	9,066	16	0,911	11,985	18	0,848	14,756	6	0,022	3,774	3	0,287	4,357	8	0,824
405Solucionesociales	5,79	3	0,122	5,775	6	0,451	23,298	24	0,502	23,854	27	0,638	11,749	12	0,466	4,924	6	0,554	4,325	16	0,575
405comprensiónentorno	11,483	3	0,009	1,959	6	0,923	13,696	24	0,953	39,323	27	0,059	20,292	18	0,317	44,21	9	0	19,438	16	0,247
405solucionesambientales	3,604	2	0,165	3,863	4	0,425	25,752	16	0,058	22,589	18	0,207	2,892	12	0,996	5,007	6	0,543	1,298	8	0,996

**Uestudiantes:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los estudiantes, **Ugraduados:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los ingenieros químicos graduados, **Udocente:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los docentes y directivos  
 Nota: Los valores en rojo son aquellos considerados como estadísticamente significativos, los cuales fueron analizados en los apartados anteriores.

Fuente: Elaboración propia

***Contribución de la Ingeniería Química en la resolución de problemáticas sociales, económicas y ambientales.***

Al igual que en preguntas anteriores, los encuestados mantienen una tendencia generalizada en los tres grupos de estudio en la cual la Ingeniería Química una Ciencia aplicada que contribuye a la solución de problemáticas ambientales y alimenticias (sobreeplotación de recursos naturales, gestión del recurso hídrico, solución de la contaminación ambiental y seguridad alimentaria), más no en la solución de problemáticas de orden relacional entre las personas, económico o de salud (conflicto armado, pobreza, control de epidemias). En las Figuras 47, 48 y 49 se puede observar más detalladamente esta aseveración.

*Conflicto armado.*

Con relación a los resultados de la encuesta, el 79,0% de los profesionales graduados observan que la ingeniería química contribuye poco (54,3%) o nada (24,7%) en la solución del conflicto armado colombiano, tendencia que se observa similar según la universidad de donde estos se hallan graduado y su actividad principal. Asimismo, los directivos o docentes manifiestan la poca (63,0%) o ninguna (25,9%) contribución que esta ingeniería puede tener en la solución del conflicto armado. Del mismo modo, según la universidad a la que pertenecen, este tipo de tendencia se mantiene a excepción del 100,0% de los docentes o directivos encuestados de la Universidad EAN y de la Universidad de Pamplona quienes consideran que es muy valiosa dicha contribución.

*Pobreza.*

En cuanto a la contribución de la ingeniería en la solución de la pobreza, los datos muestran poca diferencia entre si esta Ciencia aplicada podría contribuir mucho (49,5%) o poco (43,3,%). Por otro lado, según el semestre al que pertenecen los estudiantes encuestados, no se encontró una tendencia clara respecto a qué parte del ciclo de formación influye más en este tipo de decisión.

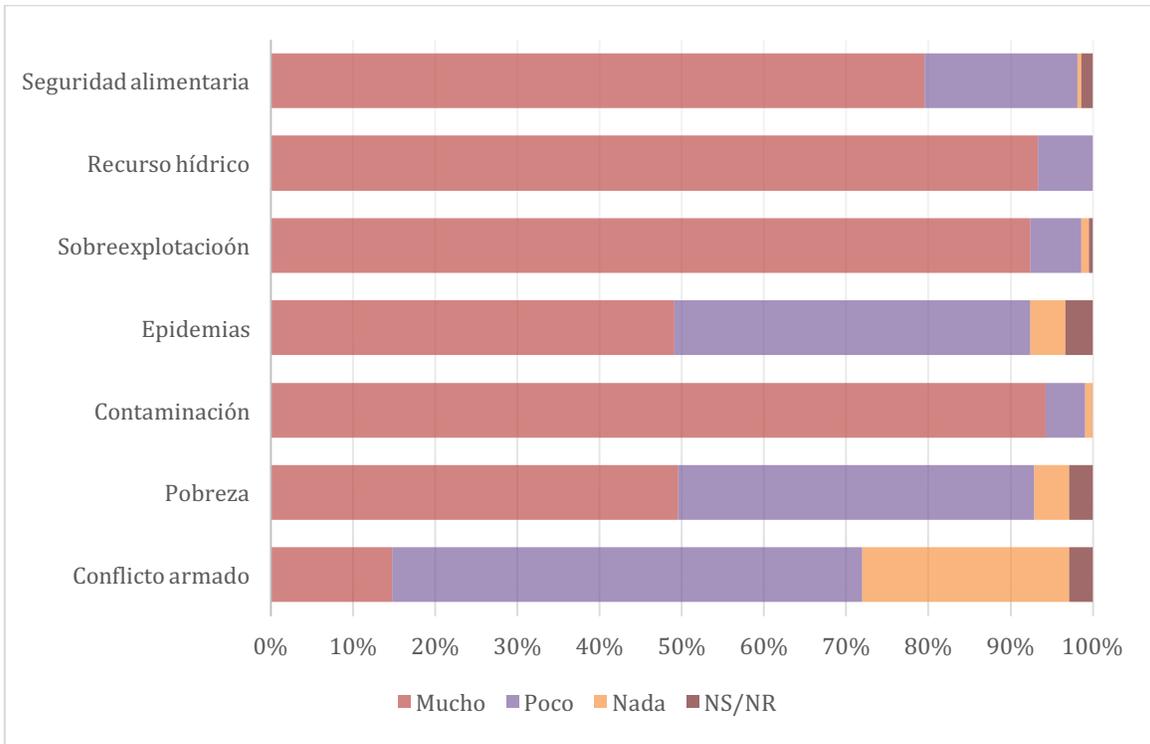


Figura 47 Contribución de la IQ en la resolución de problemáticas sociales, económicas y ambientales, por porcentaje, según lo identificado por los Estudiantes  
Fuente: Elaboración propia

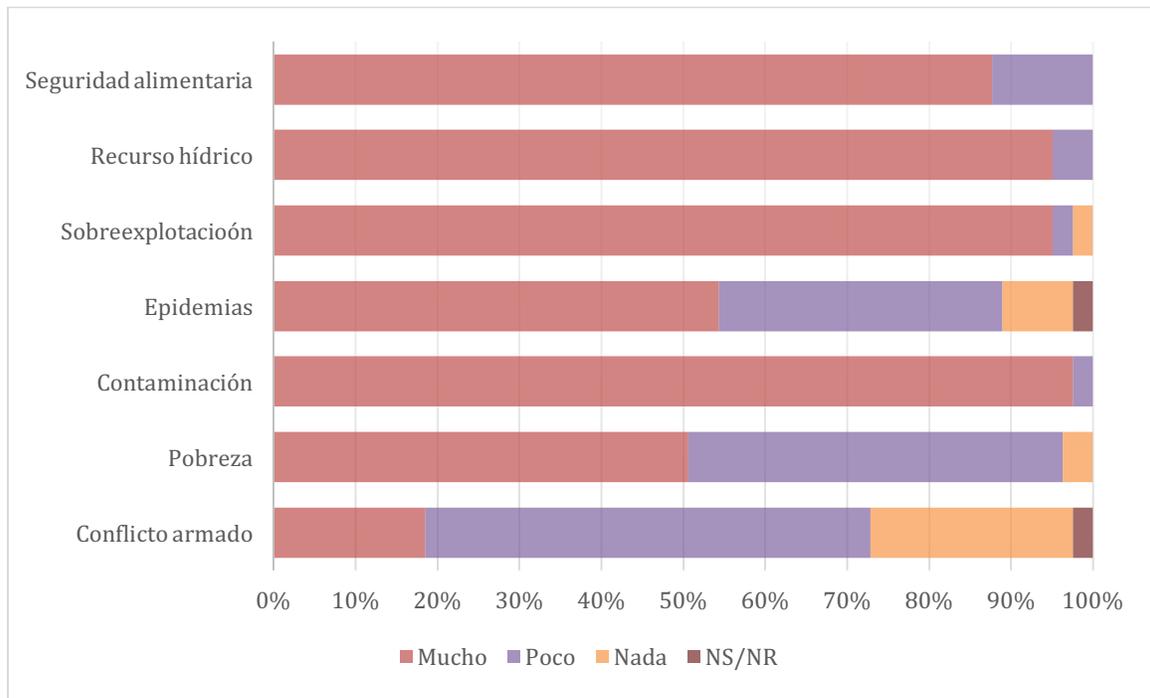


Figura 48 Contribución de la IQ en la resolución de problemáticas sociales, económicas y ambientales, por porcentaje, según lo identificado por los Ingenieros Químicos Graduados  
Fuente: Elaboración propia

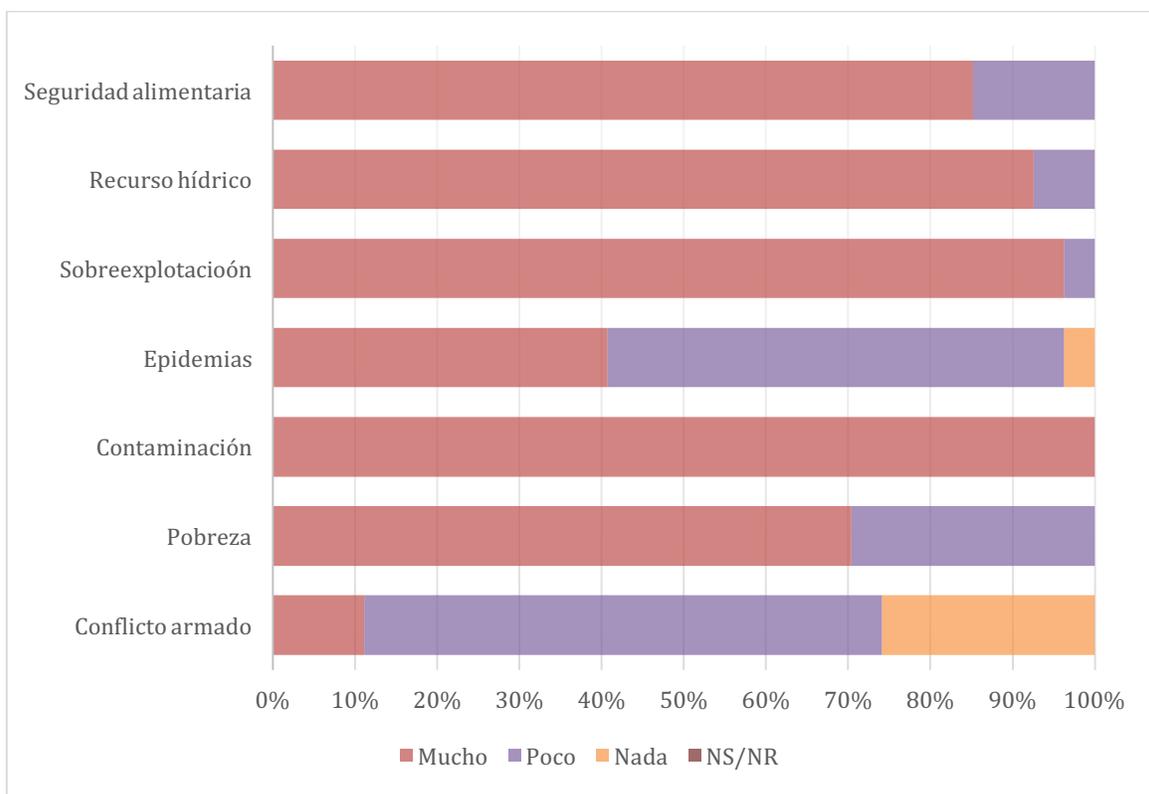


Figura 49 Contribución de la IQ en la resolución de problemáticas sociales, económicas y ambientales, por porcentaje, según lo identificado por los Docentes y Directivos  
Fuente: Elaboración propia

### *Contaminación ambiental.*

Es muy claro que para los estudiantes encuestados la ingeniería química es un factor de contribución muy importante a la hora de solucionar la contaminación ambiental (94,3% la consideran). Sin embargo, y a pesar de que esta tendencia se asemeja en los resultados según la universidad a la que pertenecen los estudiantes, se observan valores levemente mayores en la universidades de tipo público (Universidad de Antioquia: 100,0%; Universidad Industrial de Santander: 100,0%; Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá: 97,4%; Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales: 100,0% y Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín: 100,0%), a excepción de la Universidad de Pamplona (85,0%), que las de tipo privado (Universidad de la Sabana: 94,3%; Universidad de los Andes: 89,5%; Universidad EAN: 80,0%).

### *Epidemias.*

Respecto a la contribución en el control de epidemias, el 54,3% de los profesionales graduados afirman que la ingeniería química tiene un papel muy importante en esta problemática. Igualmente, es importante resaltar el caso de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá el cual muestra que el 50,0% de los encuestados consideran a la ingeniería química como una herramienta poco útil en el control de epidemias y un 33,3% que no sabe o prefiere no responder ante esta cuestión.

De igual forma, se observa que los desempleados quienes menos consideran a la ingeniería química como posible colaboradora para la solución de esta problemática (Poco: 40,9%; Nada:22,7%), con relación los profesionales independientes (Mucho: 83,3%) y los empleados (Mucho: 62,7%).

### *Sobre-explotación de recursos naturales.*

De forma similar a apartados anteriores, el 92,4% de los estudiantes de ingeniería química consideran que es mucha la contribución que esta profesión puede dar para solucionar problemas de sobre-explotación de recursos naturales. A su vez, esta tendencia se observa en la relación según sus universidades de estudio sin distinción clara entre el tipo de universidad.

### *Gestión del recurso hídrico.*

El 93,7% de los encuestados considera que la gestión del recurso hídrico es uno de los mayores aportes de la ingeniería química en la solución de las problemáticas sociales, económica y ambientales relacionadas con el agua. De igual manera, las mujeres son quienes más lo consideran (96,7%) con relación a los hombres (91,0%) (Figura 50).

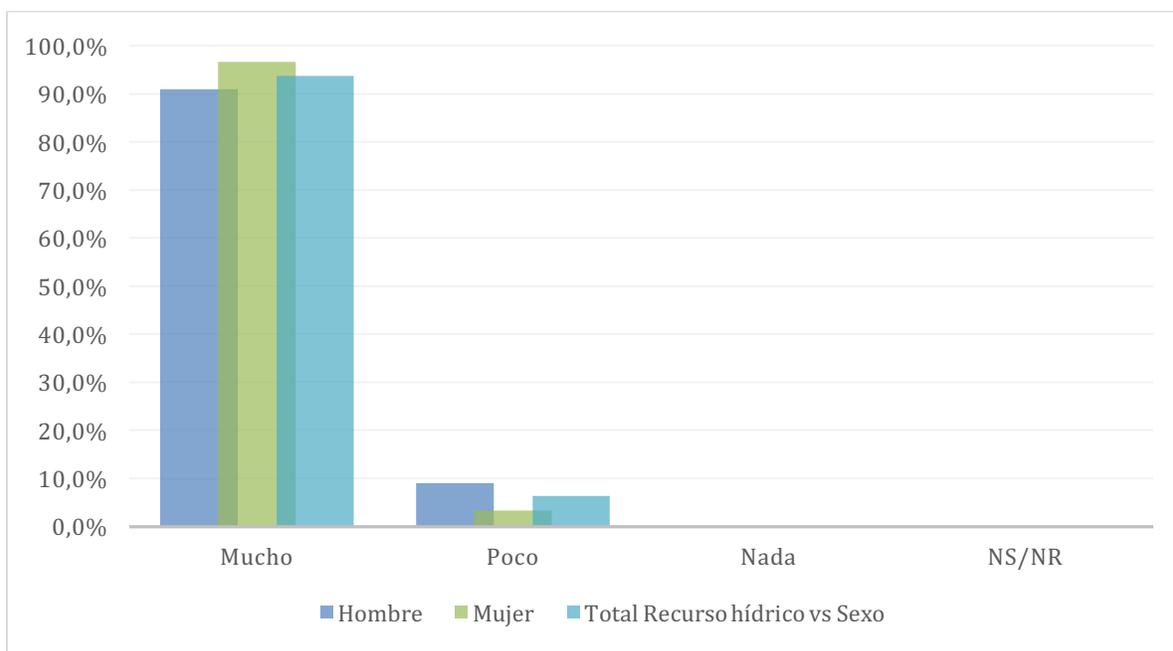


Figura 50 Porcentaje de encuestados, según sexo, que consideran que la Ingeniería Química puede contribuir en la gestión del recurso hídrico  
Fuente : Elaboración propia

### *Seguridad alimentaria.*

En cuanto a la seguridad alimentaria, el 79,5% de los estudiantes considera que la ingeniería podría contribuir mucho a la solución de esta cuestión. Esta tendencia se observa similar cuando el análisis se hace según la universidad a la que pertenecen, a excepción de la Universidad Industrial de Santander (Poco: 100,0%) y la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín (Poco: 100,0%). Por otro lado, se observa que el 87,7% de los profesionales graduados consideran que la ingeniería química podría en gran medida colaborar dentro de la problemática de seguridad alimentaria, tendencia que se observa a lo largo de los grupos poblacionales, según la actividad principal.

En la Tabla 22 se encuentran los valores de Chi cuadrado de Pearson, los grados de libertad y las significancias resultantes del cruce de resultados de las variables sociodemográficas con las respuestas a las preguntas relativas a la dimensión de análisis *Interés (Pregunta 406)*. Cabe recordar que los resultados con  $p > 0,05$  no fueron tenidos en cuenta dentro del análisis anterior.

**Tabla 22**

Resumen datos estadísticos Valores – Contribución de la Ingeniería Química en la resolución de problemáticas sociales, económicas y ambientales

Chi-cuadrado de Pearson	Sexo			Actividad			Uestudiante			Semestre			Ugraduado			Actprincipal			Udocente		
	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p	χ	GL	p
406conflictoarmado	6,313	3	0,097	1,951	6	0,924	27,631	24	0,276	33,131	27	0,193	<b>37,265</b>	<b>18</b>	<b>0,005</b>	<b>24,684</b>	<b>9</b>	<b>0,003</b>	<b>27,731</b>	<b>16</b>	<b>0,034</b>
406pobreza	2,475	3	0,48	7,553	6	0,273	29,435	24	0,204	<b>40,271</b>	<b>27</b>	<b>0,048</b>	14,714	12	0,257	0,711	6	0,994	10,613	8	0,225
406contaminación	2,05	2	0,359	3,08	4	0,544	<b>29,79</b>	<b>16</b>	<b>0,019</b>	12,485	18	0,821	0,51	6	0,998	1,206	3	0,752	*	*	*
406epidemias	4,773	3	0,189	6,342	6	0,386	20,027	24	0,695	30,067	27	0,311	<b>36,076</b>	<b>18</b>	<b>0,007</b>	<b>32,853</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	17,7	16	0,342
406sobreexplotacion	1,66	3	0,646	3,738	6	0,712	<b>42,672</b>	<b>24</b>	<b>0,011</b>	33,3	27	0,187	1,047	12	1	1,336	6	0,97	1,298	8	0,996
406recursohidrio	<b>4,446</b>	<b>1</b>	<b>0,035</b>	0,359	2	0,836	7,741	8	0,459	5,877	9	0,752	5,527	6	0,478	1,982	3	0,576	12,42	8	0,133
406seguridadalimentaria	1,202	3	0,753	3,983	6	0,679	<b>59,335</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	23,891	27	0,636	4,587	6	0,598	9,964	3	0,019	4,549	8	0,805

\* Valores que fueron calculados por ser considerados como constantes por el software estadístico.

**Uestudiantes:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los estudiantes, **Ugraduados:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los ingenieros químicos graduados, **Udocente:** Análisis según la universidad a la que pertenecen los docentes y directivos

Nota: Los valores en negrilla son aquellos considerados como estadísticamente significativos, los cuales fueron analizados en los apartados anteriores.

Fuente: Elaboración propia

## Capítulo 6. Discusión

### Creencias e ideas

#### Ciencia.

De acuerdo con los resultados de las listas libres se consideraron para cada palabra los siguientes análisis, según su importancia relativa a la frecuencia y a su posición en el grafo de asociaciones:

1. *Investigación*: Además de ser la palabra más frecuentemente utilizada también se considera un nodo de asociación, esto sugiere que esta palabra es muy importante para definir *Ciencia* entre los encuestados. No obstante fue necesario evaluar el resto de las palabras asociadas a ella para poder identificar elementos centrales vinculados a esta palabra y la definición planteada. De esta evaluación se podrían identificar las siguientes premisas:
  - a. Para los encuestados, existe una actitud positiva hacia la *Ciencia*. Debido al uso de palabras tales como *Desarrollo*, *Avance*, *Futuro*, *Progreso* y *Evolución*, se está haciendo un reconocimiento de la Ciencia como una actividad que genera cambios positivos a través de la *Investigación*.
  - b. Según los encuestados, la *Ciencia* tiene un uso práctico en la que se solucionan problemas a través de la creatividad, evidenciándose por el uso de palabras como *Innovación*, *Tecnología*, *Creatividad* y *Solución*.
  - c. A través del uso de palabras tales como *Experimentación* y *Laboratorio*, la *Investigación*, y por ende la *Ciencia*, los encuestados la reconocen como una actividad con carácter experimental que se desarrolla dentro de recintos dedicados para ello.
2. *Conocimiento*: Siendo también un nodo de asociación principal debido a que es la segunda palabra más frecuente en uso para definir *Ciencia*, coincidió con ser la palabra con mayor número de palabras asociadas a ella, lo cual podría sugerir la necesidad de los encuestados de utilizar esta palabra para poder definir

ampliamente el concepto de *Ciencia*. Al igual que con *Investigación* se podrían identificar las siguientes premisas:

- a. Al usar palabras tales como *Fundamento*, *Entendimiento*, *Razonamiento* y *Descubrimiento* los encuestados sugieren que la *Ciencia* es una herramienta útil para entender. Asimismo, se observa su relación con palabras tales como *Leyes* y *Teorías*, lo cual se podría relacionar en que no sólo la *Ciencia* sirve para entender la realidad o los fenómenos sino, también, para explicarla de forma organizada a través de la generalización y la creación de reglas que permitan entender más fácilmente.
  - b. Debido al uso de palabras como *Naturaleza* y *Vida* se puede identificar que los encuestados piensan como objeto de estudio de la *Ciencia* todo aquello que se encuentre fuera del ser humano. Ninguna de las demás palabras asociadas muestra o sugiere que el ser humano o sus relaciones sean objeto de estudio.
  - c. La *Ciencia* es un proceso que sirve para obtener *Conocimiento*. Esta afirmación se basa en uso de palabras tales como *Proceso*, *Búsqueda* y *Estudio*. No obstante, para los encuestados, este proceso llamado *Ciencia* tiene una manera, caracterizada por palabras como *Observación*, *Exactitud*, *Hipótesis* y *Método*, sugiriendo así el uso del método científico experimental.
  - d. Dentro de las cualidades que tiene alguien relacionado con la *Ciencia* (generadores de *Conocimiento*) los encuestados identifican al *Ingenio*, la *Sabiduría* y la *Disciplina*. Sin embargo, no es claro que estas cualidades o virtudes correspondan a los científicos o a las personas que se acerquen a la *Ciencia* como fuente de conocimiento. Claramente, se observan de nuevo actitudes positivas hacia la *Ciencia* por parte de los encuestados.
3. *Química*: Es el tercer nodo en tamaño y que asocia menos palabras alrededor de él en comparación con los otros nodos. No obstante, tiene una frecuencia media de uso y relaciona en cierta medida los nodos *Investigación* y *Conocimiento*, lo cual la convierte en la palabra “puente” entre las otras dos. La siguientes premisas se desarrollaron de este nodo:

- a. A partir del uso de palabras tales como *Física* y *Biología* se plantean dos cosas: 1. Que tienen afinidad con estas dos ciencias ya que son cercanas a la química o 2. Que sólo las denominadas ciencias naturales proveen las herramientas para generar *Conocimiento* e *Investigación*, y por ende *Ciencia*. Asimismo, se menciona que el objeto de estudio de estas ciencias es el de la *Molécula* y que la *Inteligencia* es la característica más importante de las personas que se encuentran vinculadas a ellas.
- b. No hay datos que muestren o relacionen a la ciencias sociales con el desarrollo de *Investigación*, *Conocimiento* o *Ciencia*.

En resumen, se podría afirmar que el concepto nuclear de *Ciencia* que conciben los encuestados se caracteriza por ser una actividad de corte teórico y experimental, en el que el *Conocimiento* es el producto principal y las ciencias naturales son su base teórica y conceptual. A pesar de que la anterior definición es muy simplificada y no muestra todo aquello que se expuso en las premisas anteriores, al detenerse en esta definición junto a las otras premisas se plantea una aproximación de los encuestados al *Concepto Heredado de la Ciencia*, tal y como lo han manifestado otros autores: "... aún continúa manteniéndose hoy en día la concepción tradicional de la Ciencia y la Tecnología como una actividad autónoma, valorativamente neutral y benefactora de la humanidad, una concepción que hunde firmemente sus raíces en el siglo pasado. Es esta concepción tradicional, asumida y promovida por los propios científicos y tecnólogos, la que en nuestros días sigue usándose para legitimar formas tecnocráticas de gobierno y continúa orientando el diseño curricular en todos los niveles de la enseñanza." (González García, López Cerezo, & al., 1996). De igual manera, esta concepción optimista se observa en la población en general según lo observado en el documento del Proyecto Iberoamericano de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana (OEI & RICyT, 2003).

Del mismo modo, este *Concepto Heredado de la Ciencia* parece ser reforzado durante la formación universitaria, suponiendo que en los niveles anteriores haya

sido enseñada, lo cual puede ser observado en los planes curriculares de las distintas universidades que imparten ingeniería química en el país. Así, en la mayoría de las universidades el acercamiento con distintas áreas de conocimiento que permitan a los ingenieros químicos posturas alternativas del concepto *Ciencia*, tales como las ciencias sociales, parecieran concebirse como materias de conocimiento general (Constitución política de Colombia o Ética para ingenieros químicos, por ejemplo) o como materias electivas u optativas que no son representativas en las cargas académicas o en los pensum para la formación de los ingenieros químicos, omitiendo el “*enfoque sistémico, dinámico e interdisciplinar de la realidad*” (Martínez Álvarez, 2000). Lo anterior se ve respaldado por la ausencia de mención de palabras tales como: *Riesgo, Peligro, Destrucción, Enfermedad, etc.*

De esta manera, se identifica que el tipo de *Ciencia* concebida por los encuestados está ligado a las concepciones Neopositivista y Realista de la Ciencia, tal y como lo manifestó Martínez Álvarez en su tesis de maestría (Martínez Álvarez, 2000), en la que probar las ideas por medio de un método validado, ya sea a través de la experiencia de los sentidos o la lógica, es importante para denominar una situación o un proceso como científicos, afirmaciones que no se alejan mucho de las palabras utilizadas por los encuestados y de lo enunciado por algunos autores: “*Para el positivista lógico hay dos formas de investigación que producen conocimiento: la investigación empírica que es tarea de las diversas ciencias, y el análisis lógico de la Ciencia, que es tarea de la filosofía*” (Brown, 1994).

### **Tecnología.**

Al igual que con el concepto de *Ciencia*, las siguientes proposiciones se consideraron a partir de las listas libres y la importancia de las palabras con relación a la frecuencia y a la posición en el grafo de asociaciones:

1. *Desarrollo*: Es la palabra más frecuentemente utilizada por los encuestados mostrando la importancia de ésta para definir *Tecnología*. En si misma, esta palabra ya comienza a mostrar visos de una actitud positiva hacia la *Tecnología* con miras al futuro; no obstante fue necesario tener en cuenta las demás

palabras asociadas para obtener una visión más específica de los encuestados. Así, de esto se lograron obtener los siguientes análisis:

- a. Los resultados arrojados por la información suministrada de los encuestados sugieren que éstos tienen una actitud positiva hacia la *Tecnología* con el relación al futuro y a la mejora continua. Esto se puede observar por el uso de palabras tales como *Innovación, Evolución, Progreso, Economía, Actualidad, Invento, Modernidad, Optimización, Máquina* y *Calidad*, las cuales denotan la capacidad de ésta para crear la sensación de mejora continua a través de su uso y creación y de mantener actualizada a la gente.
  - b. Para los encuestados la *Tecnología* podría ser un “objeto”, no un proceso, que requiere de la *Ciencia* y sus procesos y productos para poder realizarse. Esta premisa se refleja con el uso de las palabras *Ciencia, Conocimiento, Investigación, Método, Técnica* e *Ingeniería*. Asimismo, se infiere de estas palabras que la *Ingeniería* es el área encargada de utilizar a la *Ciencia* para generar *Tecnología*.
  - c. Según los encuestados, la *Tecnología* podría ser útil para transmitir información a la sociedad con el fin de educar. Esta premisa puede verse reflejada en el uso de palabras como *Educación, TIC, Sistemas, Sociedad* e *Información*.
2. *Avance*: Luego de *Innovación, Avance* es la tercera palabra más frecuentemente utilizada para describir *Tecnología* y, asimismo, constituye el segundo nodo de asociación más importante. Es él, se relacionan distintas palabras que, de cierta manera, corroboran y especifican la idea general desarrollada con el nodo anterior. A continuación, se exponen las ideas desarrolladas a partir de su análisis:
- a. La actitud positiva hacia la *Tecnología* sigue siendo constante en este nodo. Su característica más importante se relaciona con una visión progresista del futuro donde hay crecimiento y lo novedoso es importante. Para ello, los encuestados utilizaron palabras tales como *Futuro, Crecimiento, Nuevo* y *Novedad*.

- b. Asimismo, se asocia la Tecnología con el impacto positivo en la calidad de vida. Así, el uso de palabras como *Bienestar, Ayuda, Comodidad, Facilidad, Necesidad y Eficiencia*, muestran cómo la Tecnología está más cercana a la gente que la Ciencia, pareciendo ser importante para resolver las problemáticas cotidianas.
  - c. La característica de la *Tecnología* como objeto tiende a ser más clara al observar la asociación de ésta a palabras como *Internet, Electrónica, Robots o Herramientas*. De igual forma, estas palabras relacionan la Tecnología con elementos electrónicos. Se observa que la relacionan con objetos que utilicen la electrónica y no otro tipo de mecanismo para su funcionamiento.
3. *Computadores*: Constituye el tercer nodo de asociación por orden de importancia según su uso como punto de asociación entre más palabras. Con esta palabra, se hace un reconocimiento directo de los objetos electrónicos como *Tecnología*. No obstante, las palabras asociadas a ella muestran más matices que pudieron ser identificados:
- a. A partir de la información recolectada, se observa que cada vez es más clara la definición de la Tecnología como un objeto que se caracteriza de utilizar la electrónica como mecanismo. Lo anterior se pudo ver reflejado en palabras como *Dispositivo, Equipo, Software, Redes y Electrodomésticos*. Asimismo, se mantiene la asociación de la *Tecnología* a objetos cercanos a la gente y de uso cotidiano.
  - b. El uso que se le da a la *Tecnología* fue otra de las asociaciones que se logró identificar en este nodo. Así, según lo manifestado por los encuestados, la Tecnología se utiliza para la *Comunicación, Programación, Creación, Adaptación* y el *Diseño*, las cuales podría sugerir que éstas sean actividades que responden a los currículos con los que son formados los ingenieros químicos.
  - c. A pesar de que en análisis anteriores se ha asociado cercanamente a la *Tecnología* con la gente del común, en este nodo se muestra cómo son los *Científicos* las personas quienes dan uso a la *Tecnología*. No obstante, se sugiere que ellos son quienes hacen el uso de los elementos electrónicos

expresados en el numeral a. y dan uso de ellos para situaciones similares a las expresadas en el apartado anterior.

4. *Aplicación*: Es el nodo más pequeño en términos de la cantidad de palabras que recoge. No obstante, es la quinta palabra más frecuentemente utilizada para describir *Tecnología* lo cual podría sugerir que la percepción de los encuestados con relación a ella es cercana a la aplicación del conocimiento científico. No obstante, no hay más evidencia que apoye hasta el momento esta relación. Al igual que con los nodos anteriores las palabras asociadas a este nodo en particular arrojaron los siguientes análisis:
- a. La actitud hacia el futuro es positiva por parte de los encuestados cuando de *Tecnología* se habla. A pesar de ser la constante dentro de cada uno de los nodos, esta premisa cobra relevancia puesto que en este nodo en particular se especifican los impactos de la *Tecnología* a través del uso de palabras tales como *Progreso, Solución, Cambio y Mejoramiento*.
  - b. En este nodo se visibiliza el uso de la *Tecnología* y su impacto en términos económicos, técnicos y políticos por medio del uso de palabras asociadas como *Industria, Automatización y Globalización*.
  - c. Según los encuestados, la *Tecnología* se relaciona con el pragmatismo en si mismo dado el uso de la palabra *Práctica*. Esto último podría sugerir que, para los encuestados, el uso de la *Tecnología* facilita la cotidianidad.

Los estudiantes y profesionales encuestados al intentar definir *Tecnología* mostraron que existe un mayor grado de coincidencia en el uso que hicieron de la palabras con respecto a la definición que hicieron de *Ciencia*. De lo anterior, podría decirse, que éstos nuclearmente consideran a la *Tecnología* como un conjunto de objetos, de preferencia electrónicos y de uso cotidiano, los cuales se originaron como respuesta a una necesidad de los seres humanos y que se caracterizan por posibilitar el desarrollo industrial y económico, la comodidad y la solución de problemas cotidianos. De esta forma, se observa que los encuestados consideran a la *Tecnología* desde un enfoque instrumental (Galland, 2002) partiendo desde los siguientes enfoques: 1. Desde el Concepto Artefactual de la *Tecnología* (González

García, López Cerezo, & al., 1996): la *Tecnología* es vista como únicamente como un aparato, o artefacto, útil para resolver necesidades de la cotidianidad de los seres humanos, 2. Desde el Tecno-optimismo y el Determinismo Tecnológico (Gómez, 1997): la *Tecnología* es considerada como algo que potencialmente genera un futuro mejor para aquellas personas que pueden acceder a ella y 3. Desde el enfoque de la Sociedad del Conocimiento (Galvis Panqueva, 1998): la Tecnología es vista como un mecanismo útil para transmitir el conocimiento y la información.

Igualmente, los encuestados identifican a la *Tecnología* con impactos positivos y que se encuentra mediada por la ingeniería y por la aplicación de los conocimientos científicos, de la misma forma cómo se observó en el Proyecto Iberoamericano de Indicadores (OEI & RICyT, 2003) Asimismo, presupone una *Tecnología* neutral la cual depende del uso que se le dé y no de las intenciones con las que fueron elaboradas (González García, López Cerezo, & al., 1996). Lo anterior se vio ampliamente reflejado en el uso de palabras que sugieren a la *Tecnología* como un medio eficaz para informar, para hacer más cómoda la vida o para desarrollar la economía o la industria, y que no pierde su eficacia para realizar estas tareas con el tiempo. De igual forma, no se observa que los encuestados identifiquen factores políticos, sociales o económicos de base en la elaboración de la *Tecnología*, ni los riesgos que con ella conllevan, ya sea en su uso o durante la transferencia tecnológica, lo cual afianza la idea neutral que se tiene de ella.

Por otro lado, la *Tecnología* identificada por los docentes y directivos encuestados apunta a ser parte de la Concepción Intelectualista de la Tecnología (Osorio M., 2003), debido al uso de palabras que sugieren la intervención de la *Ciencia* para la construcción de este tipo de artefactos (*Ciencia, Conocimiento, Investigación, Método, Técnica e Ingeniería*). Asimismo, esta concepción queda más clara cuando al combinar las distintas palabras se observa que el artefacto, luego de haber sido creado como consecuencia de la “cantidad” de *Ciencia* que había disponible para hacerlo, también es implícitamente visto como una fuente de desarrollo y progreso económico y social. De esta forma, la *Tecnología* es asociada

no sólo como un objeto sino como un objeto que fue producto de la *Ciencia*, es decir, la *Tecnología* se considera como Ciencia aplicada. Posiblemente, esto puede ser debido a que los encuestados conocen los procesos de Innovación en los que los ingenieros se consideran como parte fundamental del proceso de tal forma que el concepto I+D, pareciera, estar bien afianzado dentro su imaginario.

De tal forma, la definición de *Tecnología* desarrollada a partir de los resultados de las listas libres tiende a la Definición Restringida de Tecnología propuesta por Pacey (Pacey, 1983), debido a que en esta “*sólo se hace referencia al aspecto técnico (conocimiento, destreza y técnica, herramientas, máquinas o recursos)*” (González García, López Cerezo, & al., 1996), siendo ésta la característica principal de las concepciones intelectualista y artefactual de la *Tecnología*.

### **Productores de Ciencia y Tecnología.**

En cuanto a quienes son productores de Ciencia y Tecnología en el país, los encuestados identificaron a instituciones académicas (*Universidades*) y centros de investigación (*ICP*) como nodos centrales de asociación. A continuación, se relacionarán las proposiciones que podrían generarse a partir de los anteriormente descrito:

1. *Universidades*: Desde la hipótesis de que los grupos de investigación son aquellas comunidades visiblemente reconocidas que generan Ciencia y Tecnología y de la que existen datos estadísticos de producción en Ciencia desde hace varios años, este nodo de asociación concuerda con lo hallado con estudios de indicadores de Ciencia y Tecnología en el país. Así, en estudios como el de Indicadores de Ciencia y Tecnología de Colombia (Lucio-Arias, y otros, 2014) del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) se identifica que para el 2013 las Instituciones de Educación Superior (IES) son aquellas con mayor cantidad de grupos de investigación activos y reconocidos por la institución de donde hacen parte (88,77%). Además, se hallaron otras relaciones interesantes alrededor de este nodo, las cuales se relaciona a continuación:

- a. Además de las instituciones, para los encuestados los científicos también son considerados como productores de CyT siendo *Rodolfo Llinás* (neurocientífico colombiano), *Salomón Hakim* (médico colombiano), *Manuel Elkin Patarroyo* (médico colombiano) y los *Estudiantes Universitarios* pero su asociación está dada por las IES. Es decir, para los encuestados las personas encargadas de hacer CyT en Colombia están vinculadas o relaciones con la academia más exactamente cercanos a la medicina.
  - b. Específicamente, en el área académica los encuestados identificaron a las IES, junto con sus grupos de investigación y las instituciones de educación tecnológica son las encargadas de producir académicamente CyT. Esto se evidenció en palabras tales como *Universidad del Caribe*, *Grupos de Investigación* y *SENA*. Asimismo, se identificaron como instituciones productoras de CyT con características o relaciones académicas a parques tecnológicos y de innovación reconocidos (*Tecnoparque*, *Parquesoft*).
  - c. En cuanto a industrias, se evidenció que existe una percepción de que las empresas también son generadoras de CyT (*Empresas*, *Samsung*, *Ecopetrol*, *Isagen*); no obstante, la frecuencia del uso de las palabras fue baja, excepto para *Ecopetrol* lo cual puede estar asociado a su Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) el cual es reconocido ampliamente.
  - d. El *Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS)* fue otro de los productores de CyT identificado por los encuestados. Igualmente, esta percepción concuerda con los resultados obtenidos por el OCyT (Lucio-Arias, y otros, 2014), los cuales muestran que esta entidad tiene como función “*Hacer investigaciones sobre Ciencia y Tecnología*” con 90,74% de los encuestados considerando esta afirmación.
2. *Instituto Colombiano del Petróleo (ICP)*: A pesar de ser el segundo nodo de asociación de palabras de importancia debido a la cantidad de palabras que se asocian a ella su porcentaje de uso es sólo del 1,3% del total. De esta forma, se consideraría como la palabra más importante de la periferia de la representación social de los encuestados con relación a este tema particular. Igualmente, al considerar esta palabra como nodo principal de asociación los encuestados

identifican a los centros de investigación como un eje importante en la producción de CyT. A continuación se muestran las relaciones halladas con otras palabras:

- a. Los centros de investigación son ejes principales para definir cuáles son los productores de CyT en el país. Este se demuestra en el uso de palabras tales como *Centro de Investigación, CENICAFE, CIAT y CENICAÑA*.
- b. Existe un vínculo entre los centros de investigación y la academia. Seguramente este vínculo puede estar asociado al tipo de universidades que se relacionan con ellos, al utilizar palabras como *Universidad de los Andes o Universidad Nacional de Colombia*. Puede ser que esta relación y el nombre específico de las universidades esté asociado con que la mayoría de encuestados pertenecen a estas dos universidades (46,86%) lo cual sesga los resultados y mostraría concordancia con lo hallado.
- c. Hay un grupo de encuestados (7,78%) que identifican instituciones o programas de la región antioqueña como productoras de CyT; entre ellas, se mencionan: *Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), Empresas Públicas de Medellín (EPM) y RUTA-N*.

En general, la CyT colombianas se producen perceptivamente de forma más cercana a acciones generadas por los grupos de investigación de las IES. Asimismo, se vincula esta producción a algunos centros de investigación y a programas especiales de Ciencia, Tecnología e Innovación. De igual forma, los científicos médicos vinculados a la academia adquieren mayor reconocimiento con relación a aquellos que se encuentran en otras áreas. Lo anterior concuerda con los valores de los Indicadores de Producción de CyT del 2014 para Colombia (Lucio-Arias, y otros, 2014). De igual forma, según lo mostrado por los resultados, podría considerarse que el tipo de *Ciencia* que los encuestados consideran es más académica y que consideran espacios específicos para el desarrollo de *Tecnología* mostrando interés por aquellos cuya finalidad sea la comercialización del producto terminado (*Tecnoparque y Parquesoft*).

Por otro lado, al separar del resto de palabras al *Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS)* se logró percibir a esta institución como un agente activo en la producción de CyT en el país, para los encuestados; no obstante, esta afirmación muestra una imagen errónea de la realidad de las actividades de esta organización. Según la Ley 1286 de 2009 entre los objetivos de la institución, COLCIENCIAS “*como organismo principal de la administración pública, rector del sector y del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología en Innovación – SNCTI-, encargado de formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar e implementar la política del Estado en la materia, en concordancia con los planes y programas de desarrollo*” (República de Colombia - Gobierno Nacional, 2009). Es decir, esta institución no produce directamente investigaciones que produzcan CyT en el país sino que se encarga de manejar y gestionar la CyT a través de mecanismos económicos y políticos, principalmente.

### **Divulgadores de Ciencia y Tecnología.**

Para los encuestados, los divulgadores de Ciencia y Tecnología en el país se relacionan en mayor medida a instituciones académicas (*Universidades – Universidad Nacional de Colombia*), medios formales de comunicación científica y tecnológica (*Revistas Científicas*) y a *COLCIENCIAS* como nodos principales de asociación de las demás palabras utilizadas. A continuación, se relacionarán las proposiciones que podrían generarse a partir de los anteriormente descrito:

1. *Universidades*: Además de ser agentes productores de CyT, los encuestados consideraron a las *Universidades* como divulgadoras de CyT. Claramente no se especifica qué mecanismos utilizan para esta labor, pero podrían considerarse las clases formales, periódicos universitarios y eventos dentro de estas instituciones como medios de divulgación científico-tecnológica. Asimismo, esta palabra es el principal nodo de asociación con más palabras, de los cual se pudieron observar las siguientes proposiciones:
  - a. No sólo las *Universidades* son consideradas como instituciones divulgadoras de CyT. Además de ella, el Estado (*Ministerio de Cultura*) y la Industria

- (*Empresas*) se encargan de hacer. No obstante, se plantea que lo hacen en menor medida que lo ofrecido por la academia.
- b. Aquellas personas implicadas en el desarrollo de la CyT, desde la academia – pero más específicamente desde la educación universitaria –, son reconocidos como divulgadores por los encuestados. Entre ellos, se consideraron al neurocientífico colombiano *Rodolfo Llinás* y a los *Profesores* universitarios.
  - c. Es posible que el tipo de medio utilizado por las *Universidades* para el desarrollo de su actividad divulgadora esté asociada a los *Periódicos* y a la *Publicaciones Científicas*. Esto anterior es debido a la asociación generada entre el nodo principal y estas dos palabras, según lo manifestado por los encuestados.
2. *Revistas Científicas*: Es probable que debido al papel que cumple este ítem como indicador comparativo en la producción de CyT, se haya visibilizado a las *Revistas Científicas* indexadas dentro de los resultados del presente documento como un nodo de asociación importante. Así, las asociaciones localizadas fueron las siguientes:
- a. Medios de comunicación convencionales (internet y televisión) están asociados a la divulgación científica, según los resultados obtenidos. Lo anterior es debido al uso de palabras tales como *Internet* y *Canales de Televisión*.
  - b. Espacios no formales de divulgación científica, tales como *Museos*, *Bibliotecas* y *Congresos*, son reconocidos por los encuestados como un punto importante dentro de esta actividad.
3. *Universidad Nacional de Colombia*: Al ser la IES más grande del país su reconocimiento como divulgadora de CyT podría estar relacionada con su posición en el imaginario colombiano general, pudiendo reforzar la idea anterior de las *Universidades* como principal nodo de asociación. No obstante, para el caso particular del presente documento, la mayoría de encuestados pertenecen ya sea como estudiantes, graduados o docentes/directivos a ésta (40,6%, 13,4% y 14,8, respectivamente) pudiendo sesgar los resultados obtenidos. Sin

embargo, a pesar del posible sesgo, constituye como un nodo de asociación importante de otras palabras. De esta forma, las siguientes relaciones fueron halladas:

- a. Las *Universidades* son las mayores divulgadoras de CyT. Esta afirmación continua en la misma línea de lo observado tanto en el nodo *Universidades* y *Universidad Nacional de Colombia*. No obstante, es más específica en cuanto a las IES que se consideran para esta labor: *Universidad de Antioquia*, *Universidad de los Andes*, *Universidad Industrial de Santander*, *Universidad del Valle*, *Universidad de Pamplona* y *Universidad de la Sabana*. Asimismo, las IES mencionadas se relacionan con las universidades a las que pertenecen la mayoría de los encuestados, independientemente del tipo de relación que tengan con ellas. De esta forma, los encuestados relacionan su universidad de origen como estudiante, graduado o docente/directivo con la divulgación de CyT, lo cual podría ser explicado desde la eficiencia de los programas de divulgación científico-tecnológica de estas IES y su efecto en su población de influencia directa o el posible sentido de pertenencia o identificación de los encuestados con dichas instituciones.
- b. A partir de palabras tales como *Bases de datos* y *EBSCO*, los medios formales de búsqueda de nuevo conocimiento en forma de artículos científicos son otros medios de divulgación de CyT identificados por los encuestados. No obstante, en esta ocasión esta relación es más cercana con las herramientas de búsqueda de la información que con los medios de comunicación directos.
- c. Palabras halladas en las periféricas del grafo de asociación muestran la diversidad de divulgadores de CyT que son considerados por los encuestados con relación al nodo de asociación *Universidad Nacional de Colombia*. Entre éstas se destacan *Discovery Channel* (canal de televisión), *Sistema Nacional de CTel* (sistema colombiano de gestión de la Ciencia, Tecnología e Innovación), *ECOPETROL* (Empresa Colombiana de Petróleo) y *Maloka* (Museo de CyT), con las menores frecuencias asociadas a ellas.

En resumen, para los encuestados, la divulgación de la *Ciencia* y la *Tecnología* en Colombia está relacionada con dos factores principales: la forma como se divulga y quién divulga. En el primer caso, el tipo de forma de divulgación predominante en las respuestas es la divulgación escrita, avalada por pares y que responde a criterios claros y definidos previamente (*Revistas científicas*) correspondiendo al nivel científico de la comunicación de la CyT (Universidad de Alicante, 2013). En segundo lugar, la divulgación de la CyT está relacionada en mayor medida con la educación formal (universitaria, principalmente) que con la educación informal (materna o paterna, p.e.) o no formal (museos, p.e.) (Marenales, 1996).

Es decir, el acercamiento de los encuestados al conocimiento y a la información científica y tecnológica se asocia en mayor medida a lo obtenido desde la formación universitaria desde la educación formal (*Universidades*) – posiblemente a través del salón de clase –, la cual utiliza herramientas (*Bases de datos*) para estar constantemente actualizados y para estar más cercanos a la producción de nuevo conocimiento (*Revistas Científicas*). De lo anterior, se muestra la importancia del papel de las IES en la divulgación de la CyT y de su impacto en los saberes de los encuestados. No obstante, es de anotar que se reconocen en menor medida la educación no formal como divulgadora, mostrando así el potencial de este campo de acción para figurar como un actor principal de la divulgación científica – tecnológica.

## **Acciones**

### **Medios de comunicación usados para consultar o recibir información de Ciencia y Tecnología.**

Independientemente de que los encuestados consulten o reciban información de CyT por razones personales o por cuestiones académicas, se observa una tendencia generalizada en el uso de ciertos medios de comunicación para este fin. Internet se muestra como el medio más altamente utilizado (68,9%) suponiendo mayor apropiación, demanda y uso extensivo de esta herramienta tecnológica en la cotidianidad de la profesión que en estudiantes iberoamericanos (36,0%) (Polino, Los

estudiantes y la ciencia : encuesta a jóvenes iberoamericanos, 2011) o ciudadanos colombianos (40,04%) ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014). No obstante, el instrumento de medición tiene la limitante de que desde un principio presupone únicamente la transferencia de la información sin llegar a identificar si ésta es apropiada y se convierte en conocimiento, debido a que no se utilizó pregunta alguna que demandara saber sobre cómo era usada la información recibida y si influía en las prácticas del encuestado. De tal forma, el anterior resultado es más semejante al concepto de la Sociedad de la Información – transferencia de información por medio de Tecnologías de la Información (TIC) – que a la Sociedad del Conocimiento – apropiación de la información en el diario vivir (David & Foray, 2002).

Igualmente, se observa que las revistas especializadas son el segundo medio más utilizado (18,2%), valor similar al arrojado en el Proyecto Iberoamericano de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana, para España (20,7%) (OEI & RICYT, 2003) y muy superior a los vistos en la Encuesta de Percepción Pública de Ciencia y Tecnología en Colombia (1,65% para Ciencia y 1,63% para Tecnología) ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014). Sin embargo, es notable que los tipos de revistas que se manifiesta son utilizados, se encuentran actualmente en su mayoría en medios virtuales (Science Direct, p.e.) lo cual no sólo muestra la disminución del uso y publicación de documentos físicos y aumento de documentos virtuales, sino la generalización del uso de Internet para hacer publicaciones de orden académico. Igualmente, es notorio observar que los periódicos son un medio de comunicación de muy baja frecuencia de uso (3,8%), pero que cobran relevancia en su uso en versión digital (El Tiempo: 6,1% y Periódico UN: 5,0%, dentro de un total de valores 462 que se identificaron) lo cual muestra una vez más el impacto de la Internet en los medios comunicación. Otros medios, tales como televisión o radio, no son relevantes para este uso particular a pesar de que los programas o canales de uso (Discovery Channel, National Geographic, History Channel, Megaconstrucciones, Así se hacen las cosas, Cazadores de mitos, W Radio, Cadena Radial Vida y Caracol Radio) son cercanos a la divulgación frecuente o no de la Ciencia y la Tecnología.

Es de anotar que, entre los encuestados, aquellos profesionales jóvenes son en promedio los que más se comunican de CyT por medio de Internet (23,14 años) y que los mayores son quienes tienden menos a consultar (25,86 años). Lo anterior, puede estar ligado a que entre más alejado del tiempo de haberse graduado de la universidad es menos probable que la persona por iniciativa propia busque información en CyT, siendo la academia un posible motor que impulse esta tarea (Estudiantes: 71,4%, Profesionales: 66,7% y Docentes: 55,6%). Es decir, se plantea que los encuestados se interesan más en temas de CyT durante su etapa universitaria y cada vez menos cuando han salido de ella, lo cual visibiliza el papel de la universidad como mediador entre el sistema científico – tecnológico y las personas. También, puede estar ligado al acceso y conocimiento y a las habilidades en el uso de las TIC, las cuales suelen ser mayores en personas de menor edad.

### **Medios de comunicación usados para publicar o comunicar información de Ciencia y Tecnología.**

En general, se observa que los encuestados en su mayoría no manifiestan comunicar o publicar información de CyT (45,6%; edad promedio: 22,06 años). No obstante, internet es el medio más utilizado dentro de la totalidad de los encuestados (38,1%) siendo las redes sociales (Facebook: 30,5% y Twitter: 12,1%) las páginas web más utilizadas, valor mucho mayor que el mostrado por el estudio de percepción de ciudadanos colombianos (1,89%) ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014). Asimismo, las revistas especializadas adquieren cierta relevancia cuando se hace el análisis según la universidad a que pertenecen los estudiantes (6,2%) o la actividad de los ingenieros químicos graduados (13,6%). Para los docentes y directivos, este último adquiere bastante relevancia con relación al resto de los encuestados (77,8%); no obstante, solamente el 8,5% de los encuestados manifiestan pertenecer a este grupo poblacional. Así, lo anterior podría estar asociado a la edad de los encuestados y la intensidad y profundidad del uso de este medio de comunicación. De tal forma, según la edad, se resaltan la Internet como el medio de comunicación más utilizado

por personas con un promedio de edad de 22,74 años y las revistas especializadas con un promedio de 30,00 años.

El anterior fenómeno, en el que la Internet predomina como medio de comunicación para publicar, puede estar relacionado a la facilidad de acceso de esta herramienta lo mismo que a la intensidad y profundidad del uso de los medios de comunicación (Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), 2011). Igualmente, según el Borrador de Documento CONPES para Colombia para el 2016 (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016), en el país el 79,1% de las personas entre 12 y 24 años de edad utilizan Internet, mientras que el 49,5%, entre 25 y 54 años, lo hacen. De tal forma, no es extraño relacionar a los estudiantes y profesionales jóvenes como usuarios más asiduos de la Internet, ya sea para comunicar o comunicarse. De igual manera, estos datos se relacionan con quién utiliza determinado medio de comunicación para publicar sobre CyT. En este caso, los encuestados más jóvenes tienden a utilizar mayormente la Internet, mientras que los de mayor edad tienden a los medios más tradicionales de trasmisión del conocimiento.

Para esto último, las revistas especializadas son un buen ejemplo sobre quienes las utilizan para publicar conocimiento: docentes o directivos, quienes generalmente pertenecen a un grupo de investigación y que tienen estudios de posgrado y doctorado en muchas de las veces; es decir, son personas que se encuentran inmersas en el proceso investigativo y que podrían ver a la revista científica como el mecanismo más aceptado para publicar la CyT, debido al lenguaje que utiliza, su exclusividad en cuanto quiénes pueden acceder a ellas o entender lo que dice en ellas y a la posibilidad de verificación de los contenidos encontrados en su interior según los parámetros de formalidad que utilizan las revistas (caso contrario a lo sucedido con la Internet y la *sobreabundancia*, y *sobrecarga*, de información disponible) (Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), 2011).

### **Asistencia a actividades de Ciencia y Tecnología.**

De acuerdo con los resultados obtenidos, los encuestados manifiestan acudir en mayor medida a Bibliotecas (79,2%), Conferencias (63,5%), Museos de CyT (35,8%) y Semanas de la Ciencia (20,4%) que los encuestados en la encuesta colombiana (38,00%, 22,81%, 19,74% y 11,34%, respectivamente) o la encuesta a estudiantes de bachillerato (Museos: 14% y Semanas Ciencia: 10%). Asimismo, según la actividad principal, los estudiantes son quienes más afirman asistir a Bibliotecas (88,6%), seguido por los docentes y directivos (74,1%), lo cual podría asociarse a las labores académicas propias de estas actividades. Es interesante observar que los ingenieros graduados manifiesten en menor medida asistir a Bibliotecas (56,8%) a pesar de ser un valor mayor al de los encuestados colombianos, pero al ser profesionales fuera del campo académico – en su mayoría – no asisten con tanta frecuencia como los encuestados de las dos categorías adicionales. Es decir, la pertenencia directa a la universidad aumenta el interés en asistir a las Bibliotecas mientras que, al no tener una relación directa luego de graduarse, este interés disminuye. Tal vez, la necesidad de nuevo conocimiento, ya sea para continuar formándose o para investigación, sea el motor que impulsa la asistencia a estos lugares. Asimismo, lo anterior visibiliza la importancia de las Bibliotecas como espacios de conocimiento científico y tecnológico (con el libro y las bases de datos como fuentes importantes) (Olivé, 2008), lo cual permitiría potenciar su uso al interior de las universidades y posicionarla como un interés para visitar frecuentemente, luego de salir de la universidad, tal como se encuentran haciendo las Bibliotecas Públicas Colombianas (República de Colombia - Gobierno Nacional, 2010).

Asimismo, asistir a Conferencias y a Semanas de la Ciencia, podría relacionarse más con actividades del contexto académico debido a que quienes más afirman participar de estos eventos son los estudiantes, docentes y directivos. Al igual que con las Bibliotecas, las exigencias del ambiente universitario obligan a estar informados tanto a estudiantes como a docentes y directivos sobre temas relacionados con sus áreas de saber o de estudio. No obstante, la característica de estos últimos radica en que el conocimiento divulgado está relacionado con los

últimos avances científicos y tecnológicos que sean del interés del encuestado . Es decir, asistir a estos eventos podría relacionarse con la necesidad y gusto por información reciente que, posiblemente, pueda solucionar dudas o entregue adelantos de un tema de interés en particular. Del mismo modo, la importancia de estas formas de comunicarse sobre la CyT recientes responde a las Conferencias - siendo partes de los congresos, generalmente – como vehículos de comunicación efectivos entre los científicos, desde el siglo XVII (Castillo, 2001), lo cual se apropió en las IES y por ende por los actores involucrados en estas, especialmente por los docentes y directivos (Dar Conferencia: 66,7%). Igualmente, las Semanas de la Ciencia son los eventos que son considerados desde el imaginario popular como medios de información en CyT para estudiantes (universitarios o de colegio) – a pesar de que su objetivo principal no es llegar sólo a ese grupo en particular (Viana Matturro, 2010) –, lo cual podría no estar alejado de los resultados relacionados con este subgrupo poblacional.

## **Valores**

### ***Interés en Ciencia y Tecnología.***

Inicialmente, se observó que los ingenieros químicos, independientemente de la actividades que desarrollen (estudiantes, graduados, docentes o directivos), tienen un interés más cercano a los productos (74,2%), la aplicación de la Ciencia (67,0%), procesos industriales (63,5%) y la invención o prueba de cosas nuevas (57,5%). Por otro lado, su interés por el uso de herramientas electrónicas (13,2%), TIC (18,6%), la construcción de cosas (22,3%), generar ideas de carácter técnico (18,9%), enfocarse en problemas sociales (23,9%) o hacia las ciencias básicas (48,4%) no son de su inmediato interés. Es decir, los encuestados tienen intereses en la *Ciencia* ligados a los conocimientos brindados desde su formación como ingenieros químicos más no por aquellos que podrían considerarse como externos a esta disciplina. No obstante, esta afirmación se encuentra en contra vía a los intereses del Gobierno Colombiano frente a la Financiación del Gobierno Central para I+D en Producción y Tecnología Industrial en el periodo 2011 – 2014 (0,23%) frente a otros intereses tales como I+D

en salud (23,16%) o en exploración y explotación del medio terrestre (19,14%) (Lucio-Arias, y otros, 2014), en el mismo periodo. De tal forma, se evidencia que a pesar de que los intereses por este tipo de actividades es mayor al 55,0% de los encuestados, para el gobierno nacional no constituye una prioridad a investigar.

Sin embargo, de lo anterior se identifica que el ingeniero químico colombiano se observa a sí mismo como un actor que utiliza su ingenio y aplica la Ciencia para crear nuevos productos y procesos industriales, lo que podría estar relacionado con el concepto profesional de ingeniero químico evidenciado en la Ley 18 de 1976, la cual establece que se considera al ingeniero químico como aquella persona que hace uso de *“la aplicación de los conocimientos y medios de las Ciencias Físicas, Químicas y Matemáticas y de las Ingenierías, en el análisis, administración, dirección, supervisión y control de procesos en los cuales se efectúan cambios físicos, químicos y bioquímicos para transformar materias primas en productos elaborados o semielaborados, con excepción de los químicos farmacéuticos, así como en el diseño, construcción, montaje de plantas y equipos para estos procesos, en toda entidad, universidad, laboratorio e Instituto de Investigación que necesite de éstos conocimientos y medios”* (República de Colombia - Gobierno Nacional, 1976). No obstante, esto concuerda con las frecuencias obtenidas y evidencia que los ingenieros químicos colombianos poseen una visión limitada de ellos mismos y no se consideran desde el sentido amplio visibilizado por la semántica, en la que se le supone como aquel agente que utiliza su ingenio y creatividad para resolver los problemas de la cotidianidad, incluyendo los problemas de orden social (Valencia Giraldo, 2004).

Por otro lado, se encontró que en ciertos intereses existe una diferencia entre lo manifestado por los hombres con relación a las mujeres. Por ejemplo, se observa que las mujeres encuestadas manifiestan no estar interesadas en aparatos electrónicos (Robots: M = 7,9%, H = 18,1% y TIC: M = 13,2%, H = 23,5%). No obstante, con el estudio no queda claro si este interés está mediado por la socialización de género previa a la vida universitaria o durante ella.

### ***Importancia de la Ciencia y la Tecnología.***

En general, los encuestados consideran muy importantes a *Ciencia* y la *Tecnología* en todas aquellas áreas en las que la ingeniería química es útil según los perfiles de los currículos en las páginas web de las universidades que imparten esta profesión. Así, para el 86,9% de los encuestados, la CyT son muy importantes para la innovación en las empresas, la utilización adecuada de los recursos naturales, el desarrollo económico nacional, el conocimiento y la preservación del entorno y el medio ambiente, el cuidado de la salud y la prevención de enfermedades y la comprensión del mundo. Además, el 72,5% manifestó considerarlas muy útiles para la predicción y control de procesos, generar empleo y tomar decisiones como consumidor. Empero, sólo el 43,9% de los encuestados, perciben que la CyT son útiles para mejorar la toma de decisiones personales, relacionarse con los otros o construir opiniones políticas.

Así, de lo anterior se extrae que, implícitamente, la *Ciencia* y la *Tecnología* son vistas por los encuestados de suma importancia para el desarrollo y mantenimiento de la industria y el sistema económico actual (Sábato & Botana, 1970)– posiblemente asociado a la percepción positiva de la *Ciencia* y la *Tecnología*, observado en los anteriores apartados – y deja de lado su importancia como medios para relacionarse consigo mismo o los demás – lo cual podría relacionarse con la percepción de que la CyT, y sus conocimientos y metodologías, son más cercanas a las ciencias naturales que a las ciencias sociales o humanas. Adicionalmente, a esta percepción se suma la categoría de Otras importancias que fueron identificadas por los encuestados. En ellas, se observaron categorías sobre expectativas de desarrollo personal – en cuanto a la cantidad de conocimientos adquiridos y el uso de ellos para comprender el mundo, por ejemplo – pero no se identificaron a la CyT como agentes que visibilizaran o permitieran visibilizar los riesgos asociados a ellas. De tal forma, esto confirma el percepción positiva que hay alrededor de estos dos procesos humanos.

No obstante, al comparar los resultados obtenidos en esta encuesta con los obtenidos por la encuesta colombiana ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014), se observa que los valores no son tan alejados en los ítems utilizados en este instrumento. De esta manera, se observa que, respecto a la importancia de la CyT para ayudar a crear opiniones políticas, el 42,5% de los encuestados la consideran muy importante mientras que el 51,3% de los encuestados colombianos las consideran como muy útiles o útiles para esto. Igualmente, el 67,9% de los profesionales graduados y el 64,5% de los encuestados manifestaron la importancia de la CyT para la toma de decisiones como consumidores siendo muy similar al 70,7% reportado por la encuesta colombiana. Del mismo modo, se distingue que a pesar de que los resultados con relación a la importancia de la CyT en el campo de la salud, en los ingenieros químicos, tiene valores más altos que aquellos arrojados por la encuesta a colombianos (94,2% y 86,7%, respectivamente), son valores que no están tan alejados el uno del otro. Asimismo, esta tendencia se puede ver cuando de la importancia de estos dos procesos para comprender el mundo se trata (encuesta IQs= 85,0%, encuesta colombiana= 76,6%). Así, lo anterior podría estar asociado a que posiblemente existen contenidos de la formación como ingenieros químicos que permite ver a la CyT desde un enfoque positivo, viéndolas como procesos muy importantes para el desarrollo de ciertas actividades. No obstante, el presente estudio no alcanza a establecer cuál es el papel de las universidades sobre esta percepción.

Finalmente, el 93,9% de los encuestados visibilizaron como muy importante la preservación del entorno y del medio ambiente, siendo mayor su valoración que lo hallado en la encuesta colombiana de percepción social de la CyT (74,8%) ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014). De tal forma, esto podría relacionarse con el enfoque que se imparte desde los pensum hacia la preservación medioambiental y de las posibilidades de acción de la ingeniería química para lograr este fin. Igualmente, se identificó que sólo el 55,2% de los estudiantes encuestados consideran muy importantes a la CyT para la toma de decisiones como consumidores con relación al resto de encuestados (69,1%) o los encuestados colombianos

(70,7%). Así que, posiblemente, lo anterior podría asociarse a que aún los estudiantes no se han enfrentado aún a situaciones laborales los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad.

### ***Usos de la Ciencia y la Tecnología.***

De manera global, los encuestados consideraron que la CyT permiten en mayor medida entender el entorno (85,7%), conocer la verdad (76,5%) o solucionar problemas sociales (86,7%), en comparación con ganar dinero (61,5%) o tener poder (40,1%). Es decir, los encuestados perciben a la CyT como procesos útiles para alcanzar objetivos sociales o del conocimiento general pero no para objetivos personales. En pocas palabras, la CyT son vistas como agentes alejados que influyen de forma altruista al entorno de los encuestados y que no interactúan en su diario vivir o son útiles para alcanzar sus expectativas personales (Acevedo Diaz, Vasquez Alonso, & Manassero Mas, 2003). No obstante, los docentes y directivos son quienes manifiestan en menor medida que la CyT sean útiles para ganar dinero (44,4%) u obtener poder (29,6%) con relación al resto de encuestados, lo cual podría asociarse a: 1. Una visión utópica de la CyT, en la que estos dos procesos son considerados como agentes generadores de nuevo conocimiento y equipos únicamente, 2. Una visión altruista desde los mismos docentes y directivos en los que ganar dinero u obtener poder son intereses de otras poblaciones diferentes a ellos ya sea por un status quo que es necesario mantener o porque realmente así lo consideran o 3. Una forma de rebeldía con la que ellos no consideran que la CyT deberían ser utilizadas para tales fines. No obstante, el presente estudio no alcanza a establecer cuáles serían las motivaciones de los docentes y directivos para hacer CyT en Colombia.

Por otro lado, los estudiantes no relacionan tan frecuentemente, a la CyT como útiles para conocer la verdad (66,7%) frente a lo manifestado por el resto de encuestados, lo cual podría estar relacionado a la escasa cercanía de éstos a la CyT en acción – posterior a la graduación – o a la educación y la formación de pensamiento crítico alrededor de estas dos labores. Igualmente, a pesar de que los resultados de la presente encuesta son mayores, esta misma tendencia se observa

al comparar los resultados con aquellos obtenidos en la encuesta colombiana ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014) y con el Proyecto Iberoamericano de Indicadores (OEI & RICyT, 2003). En la Tabla 23, se muestran los valores obtenidos en la encuesta colombiana versus los obtenidos en el presente estudio.

**Tabla 23**

Comparación de valores obtenidos según actividad y en total por uso (Mucho) versus los valores obtenidos en la encuesta colombiana

<b>Categoría</b>	<b>Estudiantes</b>	<b>Graduados</b>	<b>Docentes y directivos</b>	<b>Total</b>	<b>Total encuesta colombiana</b>
Ganar dinero	68,6%	71,6%	44,4%	61,5%	46,2%
Solucionar problemas	88,6%	82,7%	88,9%	86,7%	60,3%
Poder	41,4%	49,4%	29,6%	40,1%	8,0%
Conocer verdad	66,7%	81,5%	81,5%	76,5%	57,3%
Entender entorno	84,3%	91,4%	81,5%	85,7%	33,8%

Fuente: Elaboración propia

### ***Dificultades para el desarrollo de Ciencia y Tecnología en Colombia.***

Aquellas dificultades de orden externo a la academia o a los mismos encuestados son consideradas como las mayores dificultades para desarrollar CyT en el país. De esta manera, en orden descendente, la corrupción es la mayor de las dificultades (72,6%), seguido por la falta de financiación (71,4%), falta de formación en investigación (70,1%), desconocimiento de la capacidad de la CyT para el desarrollo económico y social (67,3%), la falta de voluntad política (65,4%), la falta de redes entre la academia, la industria y el Estado (62,9%), falta de instituciones que apoyen el desarrollo de la CyT (61,3%) y la falta de apoyo de empresas privadas (54,1%). Es decir, los encuestados perciben que las dificultades están asociadas a que los recursos faltantes para hacer investigación son malversados y que esto está posiblemente asociado a que instituciones públicas y privadas y políticos no conocen cómo hacer investigación o las ventajas de hacer *Ciencia y Tecnología*. Por otro lado, los encuestados perciben en menor medida, como dificultades, aquellas que son cercanas ya sea a la academia o las capacidades mismas de los encuestados; siendo, en orden descendente, la baja calidad de la educación superior (44,0%), la

falta de patentes (41,8%) y la baja cantidad de recursos humanos (38,4%). Así, pareciera que los encuestados observaran a la CyT como agentes que dependen de acciones y recursos desde las instituciones públicas y privadas y desde el Estado mas no desde ellos; es decir, parecieran no reconocerse como agentes activos dentro de la CyT colombianas.

Más específicamente, al comparar por subgrupos de estudio, cuando se habla de la falta de recursos humanos para hacer CyT, se identificó que los docentes y directivos (37,0%), estudiantes (37,6%) y los profesionales graduados (40,7%) la ven como la menor de las dificultades, lo cual podría asociarse al optimismo que los encuestados tienen frente a las actividades académicas - a las cuales se encuentran o encontraron vinculados – a pesar de lo manifestado por estudios paralelos relacionados con el mismo tema. De tal forma, con relación a la baja calidad de la educación superior los profesionales graduados (38,3%) y los docentes y directivos (37,0%), no la consideran como una dificultad mayor, contrario a lo que manifiestan los estudiantes (47,1%), posiblemente asociado con lo que estos últimos consideran con relación a la falta de redes de interacción entre el Estado, la academia y las empresas privadas (57,6%), contrario a lo visto en estudios nacionales relacionados tales como descrito por Ardila (Ardila Rodríguez, 2011), el cual considera que en el país no hay ES de calidad salvo en algunas universidades reconocidas por su trayectoria. Por otro lado, cuando se analiza la falta de patentes, como una dificultad para el desarrollo científico y tecnológico en Colombia, se observa que los profesionales graduados (37,0%), los estudiantes (42,9%) y los docentes y directivos (48,1%) no la consideran como una de los aspectos más relevantes para que el desarrollo se pueda dar.

No obstante, en el documento de Indicadores de Ciencia y Tecnología de Colombia (Lucio-Arias, y otros, 2014) se observa que la tendencia general es tener cantidades similares de solicitudes de patentes en cada uno de los años sin observarse mayores variaciones al transcurrir el tiempo, lo cual es contradictorio con lo expresado por la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia

(Superintendencia de Industria y Comercio, 2008) en la que las patentes se consideran como un punto importante para el desarrollo científico, tecnológico y económico del país, siendo la academia el actor más importante para esta labor. De esta forma, en forma general se observa que todos los subgrupos no tienden a considerar a los posibles aspectos internos negativos en las IES como dificultades potenciales – concordando con lo manifestado en el párrafo anterior –, lo cual muestra la confianza que tienen todos éstos en el tipo de educación y las metodologías utilizadas por las universidades para lograr el desarrollo de la *Ciencia* y la *Tecnología*.

En contraparte, la corrupción (docentes y directivos: 66,7%; estudiantes: 72,9%; profesionales graduados: 74,1%), la falta de recursos económicos (docentes y directivos: 81,5%; estudiantes: 72,4%), la falta de voluntad política (docentes y directivos: 85,2%) y la falta de formación en investigación (profesionales graduados: 74,1%) son las dificultades mayormente percibidas por los encuestados para desarrollar la CyT. De esta forma, se identifica que la falta de recursos económicos se podría asociar al desvío de los recursos hacia otras actividades, a la voluntad de ciertas personas o a situaciones “ajenas” a la *Ciencia* y la *Tecnología*.

Adicionalmente, al comparar los resultados obtenidos con aquellos de otras encuestas, se observa que en el estudio de la OEI (OEI & RICyT, 2003) los encuestados manifiestan que la falta de recursos financieros es la dificultad más importante para el desarrollo científico y tecnológico del país (87,0%). No obstante, en la encuesta colombiana (Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014) el 56,1% percibe que esta dificultad afecta el desarrollo de la *Ciencia*, mientras que el 57,1% lo perciben para el desarrollo de la *Tecnología*. Por otro lado, la falta de apoyo de privados para el desarrollo científico es solamente considerado por el 7,3% de los encuestados colombianos, mientras que el 6,5% lo consideran así para el desarrollo tecnológico. De esta forma, se plantea que la dificultad asociada a la falta de recursos financieros no estuviera asociada a la falta de interés o apoyo de la industria privada sino en la falta de apoyo del Estado para el desarrollo de estas actividades tal y como

lo manifiestan los encuestados de universidades públicas frente a la falta de voluntad política (mayor al 65,2%) o a la ausencia de redes de interacción entre la academia/investigación, la industria y el estado (mayor al 68,8%).

## **Participación ciudadana**

### ***Aportes de la Ingeniería Química en la Ciencia y la Tecnología.***

Partiendo del hecho de que en Colombia la Sociedad Colombiana de Ingeniería no ha establecido una definición de Ingeniería, el siguiente análisis tomará como referencia la definición elaborada por la UNESCO la cual dice que la *“Ingeniería es el campo o disciplina, práctica, profesión y arte que relaciona el desarrollo, adquisición y aplicación del conocimiento técnico, científico y matemático en la comprensión, diseño, desarrollo, invención, innovación y uso de materiales, máquinas, estructuras, sistemas y procesos para propósitos específicos”* (Bokova, 2010), podría acotarse a cualquiera de sus áreas específicas, incluyendo claramente a la Ingeniería Química (IQ). De esta forma, se observa que la incidencia de la Ingeniería Química en la *Ciencia y la Tecnología* es de orden directo, por lo que identificar los aportes de esta área del saber a estos procesos, mostraría el enfoque que los ingenieros químicos tendría como grupo y hacia qué tipo de impacto encaminarían sus acciones.

De esta forma se identificó que, para los encuestados la Ingeniería Química aporta, principalmente, a la CyT en la solución de problemáticas ambientales (89,0%), el diseño, invención y fabricación de herramientas, componentes, procesos y sistemas para la industria química (86,9%) y generación de ideas creativas (85,5%). Así, se podría decir que el ingeniero químico colombiano tiende a utilizar sus habilidades con el fin de mitigar el impacto ambiental de la industria química a través del diseño de herramientas y de la creatividad para tal fin. De tal manera, el sitio común entre el ingeniero químico colombiano y la participación ciudadana está dado desde la solución o mitigación de los riesgos medioambientales que la industria química genera, siendo congruente con la tendencia actual de esta profesión hacia

la “preocupación por el medio ambiente y la seguridad” industrial (Bokova, 2010) y de los grupos civiles de participación ciudadana frente a los riesgos asociados con la CyT (Invernizzi, 2005). No obstante, por otro lado existe una contradicción frente a lo establecido en el párrafo anterior puesto que, a pesar de que las problemáticas ambientales sean causas y consecuencias de las problemáticas sociales de la actualidad (Sánchez Pérez, 2002), los encuestados no consideran en mayor medida (45,9%) que su aporte a la CyT sea en la solución de problemáticas sociales, frente al resto de opciones de respuesta. Igualmente, los encuestados parecen plantear que la sociedad es un grupo de individuos que se relacionan entre si pero no con su entorno, lo cual podría hacer suponer el porqué de los resultados obtenidos.

Por otro lado, se observó que hay una tendencia más optimista de los aportes de la Ingeniería Química en la CyT por parte de las mujeres que de los hombres de tal forma que frente al aporte de la IQ a la CyT en el uso de los conocimientos para resolver problemas sociales, las mujeres consideraron en mayor medida este aporte (81,6%) que los hombres (68,7%); caso similar a lo observado en el aporte de ideas creativas, novedosas e innovadores (mujeres: 90,8%; hombres: 80,7%) o en la comprensión del entorno (investigación) (mujeres: 68,4%; hombres: 59,6%), lo cual podría asociarse al nivel de confianza que tienen las mujeres en la IQ para el aporte en la CyT. Sin embargo el instrumento no identifica explícitamente si los encuestados consideran o no riesgos en la CyT y cuáles serían estos posibles riesgos asociados.

### ***Contribución de la Ingeniería Química en la resolución de problemáticas sociales, económicas y ambientales.***

En el anterior apartado se identificaron las tendencias de los encuestados con relación a cuáles serían los aportes de la IQ a la CyT visto desde cuáles serían los temas de interés común que podrían permitir la posible conformación de grupos de incidencia civil organizada. Por otro lado, en el presente apartado, se observan cuáles son las áreas desde las que los encuestados consideran tener mayor impacto en la CyT a partir de su quehacer. De esta forma, los encuestados perciben que la mayor contribución de la IQ es en la solución del problema de la contaminación

ambiental (95,6%), la gestión del recurso hídrico (93,7%) y la solución a la sobreexplotación (93,4%) concordando con lo visto antes con relación al aporte de la IQ a la CyT en la solución de problemas ambientales. Así, podría decirse que hay una tendencia generalizada en observar con detenimiento los problemas ambientales ocasionados por la industria química y cuáles serían sus posibles soluciones y formas de mitigación, lo cual podría asociarse con la tendencia mundial en este campo (Bokova, 2010), con el enfoque que se le está dando a este tema desde la Ingeniería Química en las universidades y sus currículos académicos (Pohorecki, Molzahn, Gani, & Bridgwater, 2010) y que concuerda con los resultados de investigaciones de la psicología ambiental (Cortés, Aragonés, Amerigo, & Sevillano, 2002).

Por otro lado, la contribución de esta disciplina en la solución de problemáticas sociales tales como la pobreza (51,6%), las epidemias (49,7%) o la solución del conflicto armado colombiano (15,4%) son en las que, según los encuestados, menor incidencia tiene la IQ. Así, de esta forma se conserva la misma tendencia observada en la sección anterior, en la cual se hace una separación implícita desde los currículos académicos (Bogoya Maldonado, 2010) entre las problemáticas ambientales y las problemáticas sociales, siendo las primeras en las que solamente la IQ podría influir. Sería interesante observar en futuros estudios cuál ha sido el papel de la universidad en esta percepción tal y como lo propone Invernizzi (Invernizzi, 2004) en su estudio sobre el papel de la universidad en la participación ciudadana en CyT.

## Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones

El estudio de Exploración de la Percepción Social Ciencia y la Tecnología y Participación Ciudadana de los Ingenieros Químicos Colombianos y sus Docentes se desarrolló desde los conceptos de representación social de la *Ciencia* y la *Tecnología* y participación ciudadana y la hipótesis de que los ingenieros químicos tienen una percepción social similar a los resultados hallados en estudios nacionales o de otros grupos poblacionales. Asimismo, se utilizó la encuesta como método de recolección de los datos cuantitativos y cualitativos. Es decir, con este estudio se realizó una primera aproximación a la forma cómo este grupo poblacional percibe estos dos conceptos y cómo se percibe como actor científico y tecnológico desde el análisis general y segmentado, según los subgrupos poblacionales (estudiantes, profesionales graduados, directivos y docentes). Con el fin de orientar la construcción de las conclusiones relacionadas con el objetivo general y la hipótesis propuesta, se ordenan los hallazgos en las cuatro temáticas que se estructuraron desde el Marco Teórico (Creencias e Ideas, Acciones, Valores y Participación Ciudadana).

### Creencias e ideas

En términos generales, la *Ciencia* es considerada mayoritariamente desde la concepción neopositivista del conocimiento. Existen tendencias marcadas a asociarla con la *Investigación* y un *Método* que utilice la experimentación en el *Laboratorio* para probar lo supuesto. De esta forma, la anterior afirmación se acerca al concepto del *Método Científico* como método predominante para el desarrollo de la *Ciencia*. También es claro que para la mayoría de los encuestados la *Ciencia* produce *Conocimiento*; es decir que a pesar de que los encuestados no reconocen a la *Ciencia* como un proceso social, cultural, económico, político, etc. mediado por las relaciones, sí muestran como resultado de ésta al *Conocimiento*, identificándola indirectamente como un proceso caracterizado por hacerse a través de la *Investigación* que utiliza el *Método Científico* como método único. A su vez, ésta es identificada, únicamente, como una *actividad* que genera nuevos conocimientos útiles para un desarrollo económico futuro (*Innovación*), y no como un proceso social,

económico, cultural y político que se encuentra permeado transversalmente con otros procesos. En conclusión, los encuestados identifican la *Ciencia* con rasgos neopositivistas e instrumental que podría estar definida por el *Concepto Heredado de la Ciencia* el cual estaría integrado al estilo de educación que se está impartiendo en la academia.

Por otro lado, la *Tecnología* es vista por los encuestados desde un enfoque instrumentalista artefactual, la cual podría potenciar las posibilidades de un futuro mejor en términos económicos y que es muy cercana a las personas en su cotidianidad. Es decir, los encuestados tienen una actitud positiva hacia la *Tecnología* lo cual podría estar mediado por la facilidad de acceso a la información y a los artefactos dado el avance supuesto por la sociedad de la información, ya que no hay referencia alguna en los resultados que se acerque al concepto de sociedad del conocimiento. No obstante, no se observa que hayan manifestaciones negativas o preventivas hacia ésta, lo cual podría permitir suponer que la *Tecnología* es vista desde su visión neutral, que no está cargada de las intenciones desde la que fue elaborada, y no desde una visión en la que se incluyan los factores políticos, sociales, culturales o económicos asociados a esta actividad y a su transferencia. Igualmente, la *Tecnología* mencionada tiene rasgos de la Concepción Intelectualista – la *Tecnología* es el producto de la *Ciencia* – mostrándola como un tipo de *Ciencia* aplicada. En conclusión, las concepciones intelectualista y artefactual de la *Tecnología* que se observan en el estudio exploratorio se asemejan y acotan a la Definición Restringida de Tecnología de Pacey, tal y como se ha identificado en la Discusión (Capítulo 6).

Igualmente, la producción y divulgación científica y tecnológica están visibilizadas desde la perspectiva de que ciertas instituciones (universidades, centros de investigación o el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – COLCIENCIAS) o científicos reconocidos (médicos colombianos principalmente) son quienes realmente influyen en estos procesos. Igualmente, la gran mayoría de los encuestados identificaron a COLCIENCIAS como organización

productora de CyT en el país, a sabiendas que es el organismo gestor de la CyT bajo el marco de Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Por otro lado, frente a la divulgación científica y tecnológica, es notoria la relación entre la edad de los encuestados y su actividad – estudiante, graduado o docente / directivo – lo cual mostró cómo es la percepción de los encuestados según el grupo al que pertenecen. Así, por ejemplo, al tener una edad mayor y ser docente o directivo se concibe la divulgación escrita en revistas especializadas como una forma importante de divulgación científica y tecnológica; mientras que al ser menor y estudiante, las redes sociales son la forma más importante para divulgar la CyT.

### **Acciones**

La Internet, a través de las redes sociales especialmente, se visibiliza como el medio de comunicación más usado para consultar / recibir e informar / comunicar información de CyT, lo que podría asociarse a su facilidad de acceso y uso. No obstante, este fenómeno se observa con más frecuencia en grupos de menor edad (estudiantes, principalmente) quienes posiblemente, han crecido más cercanamente a la *Tecnología* relacionada con este medio de comunicación (computadoras, teléfonos celulares inteligentes, tablets, etc.). Sin embargo, el uso de éste no necesariamente corresponde a que haya una recepción o comunicación de información científica y tecnológica de calidad – según los parámetros de calidad de la información científica y tecnológica aceptados por la comunidad científica –, lo cual muestra la primera limitación del instrumento para identificar esta característica.

Por otro lado, las Revistas Especializadas siguen siendo consideradas un medio de información importante para comunicar la información en CyT, principalmente para los docentes y directivos – quienes son cercanos a la academia y, según los resultados, mayores en edad que el resto de los encuestados. Lo anterior, podría asociarse a la historia y los acuerdos sociales con los que se consideran a este medio como única forma viable de comunicar conocimientos en CyT de calidad. Sin embargo, lo más interesante es que más de la mitad de los encuestados (51,9%) no manifiestan publicar información en CyT, lo cual podría visibilizar que la información

que se comunica muy posiblemente no cumple con los requisitos de calidad implantados por la comunidad científica o que los encuestados no se encuentran vinculados activamente en actividades de investigación, cuyo resultado es publicar. Así, la información científica y tecnológica que se transfiere, podría ser más cercana a la divulgación y no a la apropiación del conocimiento.

De otro lado, en términos generales se observó que los encuestados manifiestan asistir en mayor medida a Bibliotecas, Museos de CyT, Conferencias y Semanas de la Ciencia que los encuestados de otras investigaciones similares. Inicialmente, podría estar relacionado con la cercanía de los encuestados a la CyT dada la disciplina con la que se encuentran relacionados. No obstante, al analizar por subgrupos poblacionales, los estudiantes, docentes y directivos son quienes más afirman acudir a estos espacios socialmente considerados como cercanos a la CyT, en comparación con los ingenieros químicos graduados. En ese orden de ideas, existe una posible relación directamente proporcional entre pertenecer a una IES, ya sea como estudiante, docente o directivo, y asistir a una Biblioteca, Museo de CyT, Semanas de la Ciencia o Conferencias.

## **Valores**

En términos generales, el interés de los encuestados frente a la *Ciencia* y la *Tecnología* se asocia con una concepción de lo que hace la ingeniería química como la alusión a productos y procesos industriales, su relación con las ciencias básicas y la aplicación de la Ciencia. Asimismo, muestran tener poco interés en el uso de herramientas electrónicas, uso de TIC, construcción de cosas, generar ideas de carácter técnico o enfocarse en problemas sociales. No obstante, a pesar de los valores obtenidos, el Gobierno Nacional no tiene dentro de sus prioridades la inversión en investigación en Producción Industrial, según los datos recogidos por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, lo cual podría traducirse en una posible falta de desarrollo económico asociado a este tipo de actividades y a la pérdida futura del interés por parte de los encuestados. Por tanto, de todo lo anterior se podría concluir que los intereses de los encuestados se encuentran más cercanos

en aquellos atributos que son próximos al imaginario del quehacer del ingeniero (aplicación de la Ciencia, ciencias básicas) o del ingeniero químico (diseño de productos, generación de nuevos procesos industriales, inventar y probar cosas), sin que necesariamente haya correspondencia con los intereses del Gobierno Nacional, y alejados de la generación de ideas técnicas, construir cosas, resolver problemáticas sociales, en TIC o robots.

Frente a la importancia de la CyT para los encuestados, ésta es muy similar a aquello que se considera que hace la ingeniería química y a su asociación con el desarrollo industrial y del sistema económico actual. De esta forma, se observa que los encuestados las consideran importantes para la innovación en las empresas, la utilización adecuada de los recursos naturales, el desarrollo económico nacional, el conocimiento y la preservación del entorno y el medio ambiente, el cuidado de la salud y la prevención de enfermedades, la comprensión del mundo, la predicción y control de procesos, generar empleo y tomar decisiones como consumidor. Es decir, la CyT son percibidas de forma positiva por los encuestados, al igual que lo observado en la sección de *Creencias e ideas* de la *Ciencia y la Tecnología*. Por otro lado, la CyT no son percibidas como importantes para mejorar la toma de decisiones personales, relacionarse con los otros o construir opiniones políticas, lo cual podría confirmar que los tipos de *Ciencia y Tecnología* identificados están concebidos desde la concepción académica de la ingeniería química y sus áreas de influencia directa (industria y economía, p.e.).

Asimismo, los usos más importantes de la CyT son aquellos que permiten hacer cambios en la sociedad o en las habilidades que se pueden adquirir. De esta forma, ocupa mayor relevancia cómo estos procesos ayudan a entender el entorno, conocer la verdad o solucionar problemas sociales (necesidades o expectativas altruistas), contrario a ganar dinero o tener poder (necesidades o expectativas personales), siendo una tendencia muy similar a los resultados obtenidos en la III Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, desarrollada en Colombia, ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014) y en el documento del Proyecto

iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana (OEI & RICyT, 2003). No obstante, en ciertos subgrupos poblacionales cambian estas percepciones lo cual puede estar mediado por su acercamiento a la investigación (docentes y directivos) o por no aplicar a la CyT aún en los terrenos laborales o investigativos (estudiantes).

Por otro lado, al valorar a la CyT desde la perspectiva de las dificultades que tienen éstas para ser desarrolladas en el país, se observó que los encuestados manifiestan que la mayoría de ellas se encuentran fuera de la academia y que se relacionan con situaciones políticas y económicas ajenas a estos procesos. De tal forma, basado en la conclusión de que los encuestados consideran a la CyT como procesos individuales mediados por el conocimiento adquirido a través del método científico y de los científicos dentro de los laboratorios, se identificaron las siguientes conclusiones en cuanto a sus dificultades:

1. Los factores políticos y económicos son las barreras más grandes para el desarrollo científico y tecnológico, ya que son factores que no se pueden controlar desde la CyT. No obstante, esta afirmación mostraría que la CyT no sólo son agentes individuales que se encuentran mediados por factores internos. Es decir, los encuestados consideran que la generación de nuevo conocimiento y la capacidad técnica son labores de la *Ciencia* y la *Tecnología*, mientras que los recursos y la incidencia son responsabilidad de actores políticos que, al parecer, no entienden lo que sucede dentro de ellas. De tal forma, los encuestados identifican implícitamente la influencia de los factores externos a la CyT dentro de la labor propia de estas actividades humanas, siendo estos indispensables para el desarrollo de las mismas.
2. Para los encuestados las características asociadas a la academia tales como la baja calidad de la Educación Superior (ES), la falta de patentes o el poco capital humano preparado para hacer CyT en el país, no son consideradas como factores relevantes de incidencia en el desarrollo científico y tecnológico. Por tanto, los encuestados corroboran que para el adecuado desarrollo de la CyT se requiere en mayor medida de acciones políticas o económicas que permitan el

desarrollo fluido de las actividades científicas y tecnológicas y más de acciones de mejoramiento del capital humano para la investigación o la calidad de la educación superior. Asimismo, para complementar lo anterior, se observó que los encuestados manifiestan ser optimistas frente a las labores académicas y las capacidades investigativas del capital humano, lo cual podría evidenciar un sesgo optimista que no permite ver las dificultades internas de la academia y sus potencialidades por explorar.

### **Participación ciudadana**

Desde las posturas de lo que aporta la IQ a la Ciencia y la Tecnología y su contribución a la resolución de problemáticas sociales, económicas y ambientales, se encontró que los encuestados tienden a considerar que la IQ aporta en la solución de problemáticas ambientales y en el diseño, invención y fabricación de herramientas, componentes, procesos y sistemas para la industria química y generación de ideas creativas e innovadoras más no en la solución de problemáticas sociales. De tal forma, los estudiantes, profesionales graduados, docentes y directivos de Ingeniería Química encuestados encuentran como punto común de interés, la solución de problemáticas ambientales por medio de herramientas, máquinas, etc. que se crean a partir de ideas creativas e innovadoras, dando respuesta a lo establecido en el enfoque de protección del medio ambiente visto desde los currículos de las universidades y de los riesgos ambientales de la industria química. Por tanto, se observa que un posible nodo de agrupación civil de los ingenieros químicos estaría dado desde la resolución, control y gestión de los riesgos y problemáticas ambientales. Por otra parte, las problemáticas sociales no son consideradas como un área en la que la IQ aporte. No obstante, esa afirmación es contradictoria con lo expresado en lo anteriormente descrito debido a que los encuestados implícitamente están separando a las problemáticas sociales de lo que suceda con el medio ambiente, lo cual hace suponer que ellos se consideraran como agentes que intervienen más no pertenecen al medio ambiente.

De igual manera, al observar al ingeniero químico como un agente social que contribuye a la *Ciencia* y la *Tecnología*, se identificó que la mayoría de los encuestados manifiestan que ellos influyen a la CyT por medio de la solución de problemáticas ambientales a través del diseño e invención de herramientas, maquinarias, etc., elaboradas a partir de ideas creativas e innovadoras, más no en la solución de problemáticas sociales. Es decir, los encuestados enfocan su mirada en los problemas ambientales producidos por la industria química, tal y como ha sido inculcado desde la academia y como respuesta a la tendencia mundial a la conservación del medio ambiente. En resumen, ya sea como interés para agruparse socialmente o como materia de reflexión, análisis y solución, las problemáticas ambientales son el punto de inflexión mientras que las problemáticas sociales se plantean como ajenas al campo de acción de la IQ o de poco interés para los encuestados.

Así, según los resultados obtenidos y las conclusiones para cada uno de los apartados, la percepción social de la *Ciencia* y la *Tecnología* de los estudiantes, profesionales graduados, docentes y directivos de Ingeniería Química encuestados es similar en tendencia, más no en intensidad, a los resultados hallados en otros estudios semejantes tales como la Encuesta Colombiana de PSCyT (Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014), el Proyecto Iberoamericano de Indicadores (OEI & RICyT, 2003) o Encuesta sobre CyT a Estudiantes Iberoamericanos (Polino, 2011). De esta forma, se encontró una postura generalizada de una *Ciencia* neopositivista basada en métodos claros y que busca el conocimiento como objeto de estudio dentro de laboratorios, bajo el marco de las disciplinas y alejada a la sociedad civil y una *Tecnología* funcionalista que se encuentra cercana a las personas y que es utilizada para la comodidad a través de aparatos electrónicos, lo cual concuerda con estudios a nivel nacional. Asimismo, se identificó que los encuestados consultan temas de CyT por medio de los canales comunes dentro de la investigación (revistas especializadas, bases de datos, etc.) más no comunican información sobre CyT, siendo congruente con estudios similares; la *Internet* se convierte en el mecanismo más usado para consultar mientras que las redes sociales (Facebook,

principalmente) son la forma más considerada para comunicar. No obstante, frente a la asistencia a actividades científicas se observó que los encuestados manifestaron asistir con mayor frecuencia a este tipo de actividades frente a lo hallado en otras encuestas. No obstante, cuando se analizaron cómo valoraban a la CyT y su forma de participación en estos procesos, se observó que los encuestados se avocan al conocimiento adquirido o cercano a la Ingeniería Química desde el que consideran es más útil para resolver problemáticas ambientales que sociales. En ambos casos, tanto para *Ciencia* como para *Tecnología*, estas actividades son vistas como agentes que permiten el desarrollo económico futuro por medio de la *Innovación*. Finalmente, en la Figura 51 se encuentran esquematizadas las representaciones sociales de *Ciencia* y *Tecnología*, anteriormente descritas, identificando el núcleo y la periferia de cada una de ellas según lo considerado por Abric (Abric, 2001). Igualmente en las Figuras 52 y 53 se muestran las relaciones halladas entre Creencias e Ideas y Acciones y entre Valores y Participación Ciudadana, respectivamente, y los conceptos más relevantes para cada una de estas variables.

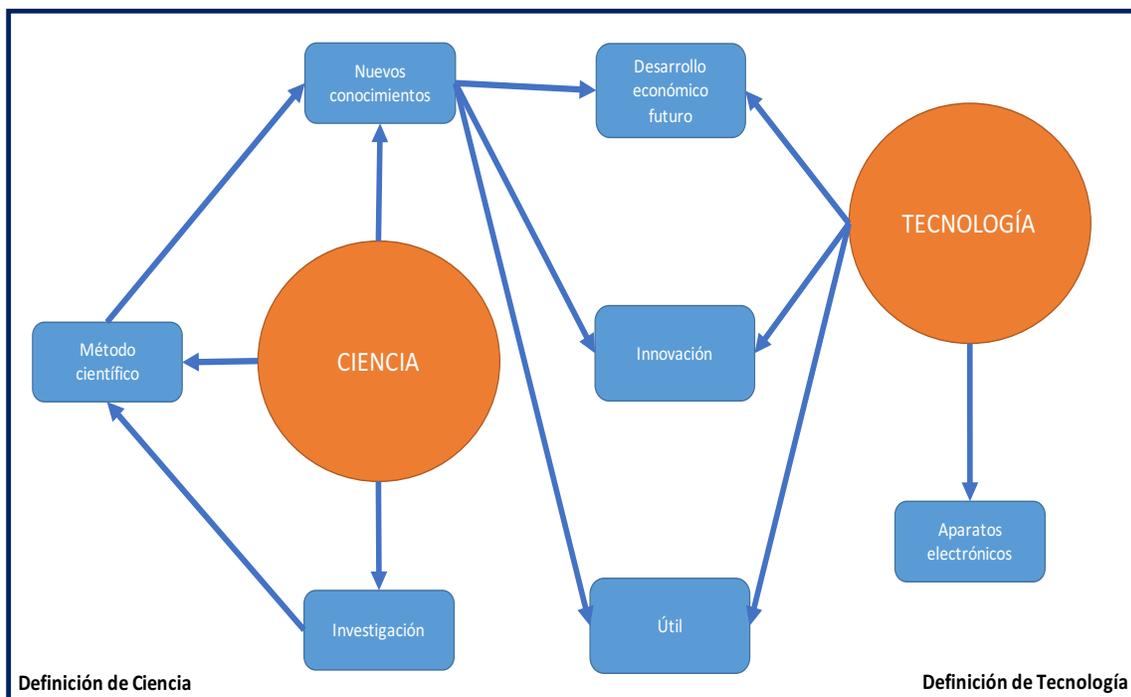


Figura 51 Representaciones sociales de la Ciencia y la Tecnología, según los ingenieros químicos colombianos.

Fuente : Elaboración propia

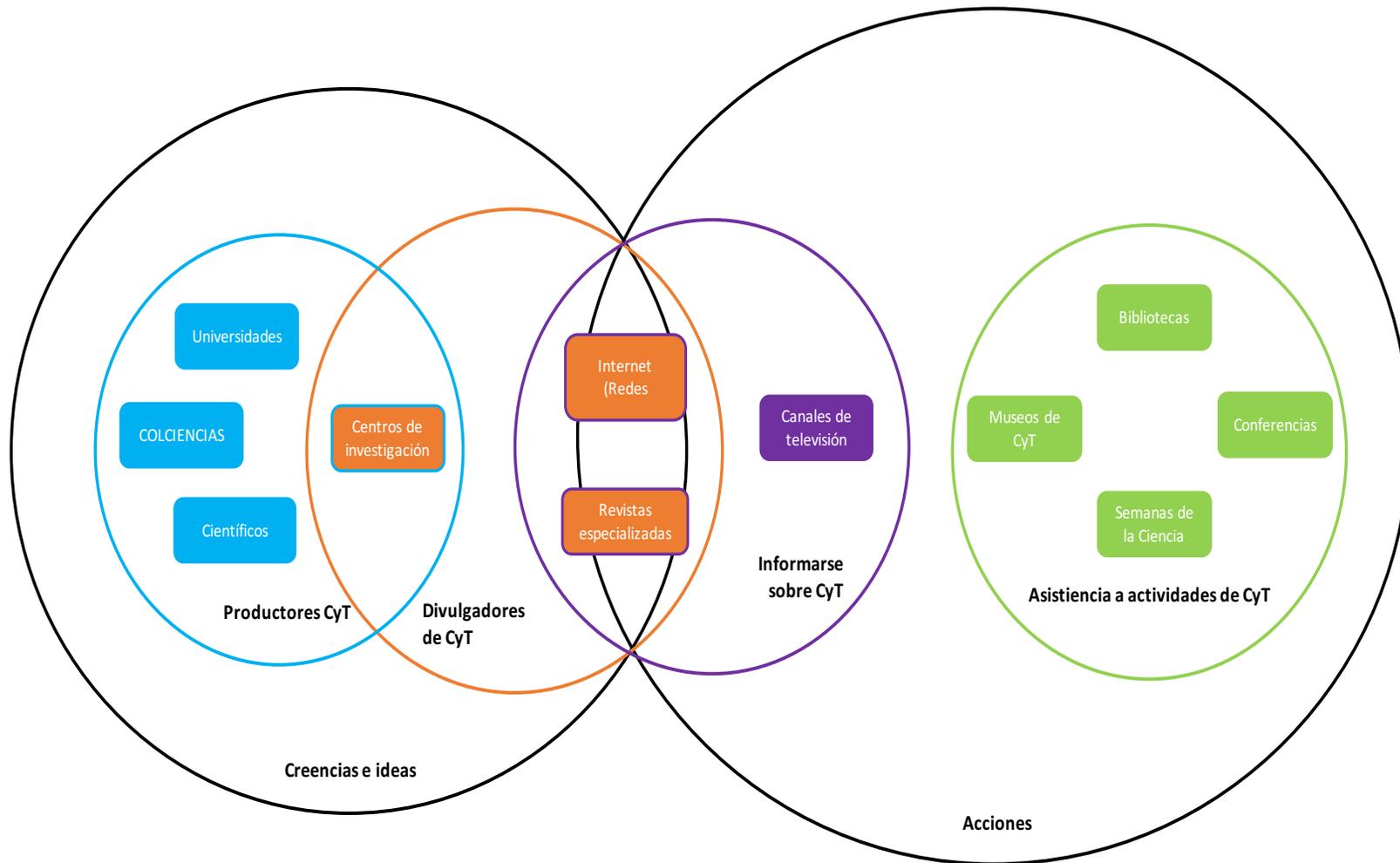


Figura 52 Relaciones halladas entre Creencias e Ideas y Acciones  
Fuente : Elaboración propia

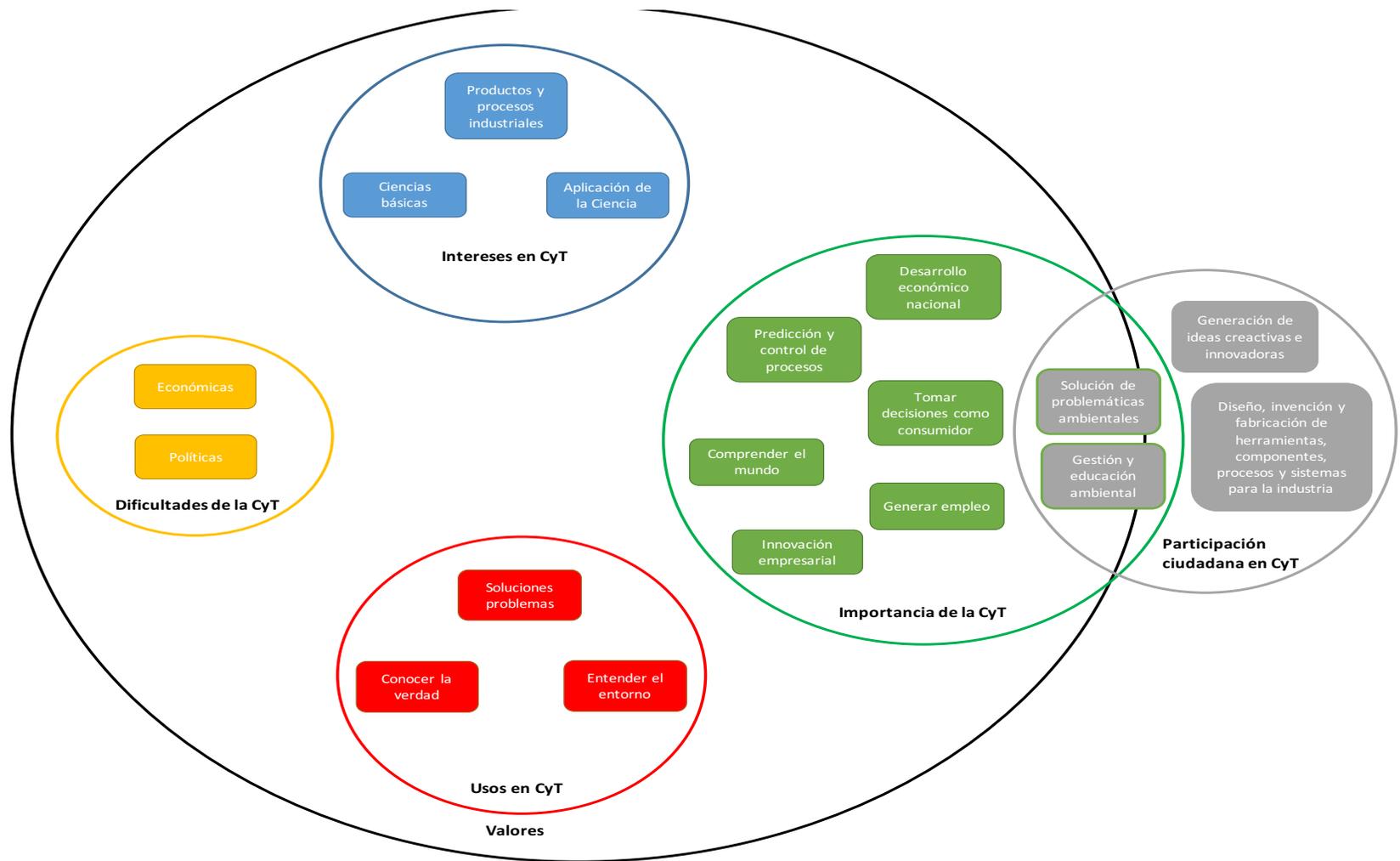


Figura 53 Relaciones halladas entre Valores y Participación Ciudadana  
Fuente : Elaboración propia

En conclusión, la hipótesis de trabajo en la que se consideraba que los ingenieros químicos, al ser parte de la sociedad no profesional en Ingeniería Química, tienen una percepción social similar a los resultados hallados en estudios nacionales o de otros grupos poblacionales (ciudadanos colombianos ( Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2014), ciudadanos de Iberoamérica (OEI & RICyT, 2003) o estudiantes iberoamericanos (Polino, 2011)), se consideraría verdadera en cuanto a las creencias e ideas sobre los conceptos de *Ciencia* y *Tecnología* y comunicación y consulta de temas científicos y tecnológicos, y falsa con relación a la asistencia a actividades de Ciencia y Tecnología, sobre cómo las valoran y sus formas de participación como ciudadanos, mostrando que el conocimiento obtenido desde la academia media estos factores.

## **Recomendaciones**

Debido a que este fue un estudio exploratorio de la PSCyT en ingenieros químicos se recomienda profundizar en algunos aspectos importantes que no fueron tratados:

1. El significado, localización y acciones que se relacionan con la producción científica y tecnológica para los ingenieros químicos colombianos, al igual que el papel que tiene COLCIENCIAS dentro de esta percepción.
2. El papel de las IES y los currículos en las concepciones particulares e intereses sobre la *Ciencia* y la *Tecnología* en los ingenieros químicos colombianos.
3. El papel de los ingenieros químicos colombianos en los procesos de divulgación y producción científica y tecnológica en el país y el tipo de información científica y tecnológica que divulgan a través de la Internet, específicamente a través de las redes sociales.
4. Los procesos de apropiación y cambios de actitud – en caso que se den – sobre la información científica y tecnológica divulgada por los ingenieros químicos a través de los diferentes medios.
5. El impacto de la información divulgada dentro de una posible Sociedad del Conocimiento al interior de la ingeniería química.

6. El impacto de la vinculación laboral – tipo de experiencia, tiempo trabajando, en qué tipo de empresas, etc. – en la percepción de la *Ciencia* y la *Tecnología* de los ingenieros químicos colombianos.
7. En cuanto a nodos de participación ciudadana: es importante indagar cuál es la concepción de medio ambiente que tienen los ingenieros químicos y cuál es papel que le atribuyen a la sociedad frente a este tema.
8. Los impactos sociales, políticos y económicos de la ingeniería química, así como el impacto de esta disciplina en la *Ciencia* y la *Tecnología*.

No obstante, debido a que la recolección de los datos fue realizada antes de la publicación del Manual de Antigua (Polino, 2015) para la elaboración de indicadores para encuestas de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, se recomienda desarrollar nuevos estudios que tengan en cuenta la formulación de indicadores, planteados en dicho manual, con población de las distintas ingenierías dada la naturaleza de estas profesiones y su acercamiento a la *Ciencia* y la *Tecnología*. Asimismo, se observó que los resultados ofrecen una oportunidad para que las IES, Bibliotecas, entidades territoriales y Museos de CyT generen proyectos que permitan aumentar la asistencia a estos centros posterior a graduarse de la universidad en los ingenieros químicos graduados y a mantener el interés en asistir a los estudiantes, docentes y directivos.

Finalmente, esta exploración a la percepción social de la Ciencia y la Tecnología de estudiantes, profesionales graduados, docentes y directivos de Ingeniería Química no sólo es una puerta de entrada a nuevos y más profundos estudios que identifiquen cómo son y dónde se dan los mecanismos de construcción de este tipo de percepción o cuál es el papel de las universidades en estos procesos sino, también, cómo podrían vincularse formas alternativas de educación que permitan apropiarse, por parte de los ingenieros químicos, una *Ciencia* y *Tecnología* más allá del laboratorio, la verdad, los aparatos y maquinarias, y que ayuden a identificar cuáles son las motivaciones que permiten que los diferentes grupos poblacionales de estudio posean diferencias particulares sobre la percepción científica y tecnológica.

## Bibliografía

### Bibliografía citada

- Daza-Caicedo, S., & Lozano-Borda, M. (2014). *Percepciones de las ciencias y las tecnologías en Colombia. Resultados de la III Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología*. Colombia: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- Abric, J. C. (2001). *Prácticas sociales y representaciones*. México, D. F.: Coyoacán, S.A. de C.V.
- Ademar Ferreyra, H., Vidales, S. N., & Bono, L. C. (2012). *Cultura tecnocientífica, percepción pública y participación ciudadana: Una aproximación a las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad en la provincia de Córdoba, Argentina*. Córdoba, Argentina: Editorial Comunicarte.
- Ardila Rodríguez, M. (2011). Calidad de la Educación Superior en Colombia, ¿Problemas de Compromiso Colectivo? *Revista Educación y Desarrollo Social*, 5 (2), 44-55.
- Armstrong, R. C., Brennecke, J., Butts, S., Curtis, J., Debenedetti, P., Grossman, I., y otros. (2008). How is the discipline of chemical engineering changing? *AIChE Centennial 1908–2008*, 1-22.
- Atar, D. (2010). *Documentos de Trabajo. Aspectos Metodológicos para el Estudio de la Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología*. Buenos Aires: Universidad de Belgrano.
- Bogoya Maldonado, D. (2010). Un punto de vista sobre la formación del ingeniero químico colombiano. *Ingeniería e Investigación* (13), 53-61.
- Bokova, I. (2010). *Engineering: Issues Challenges and Opportunities for Development*. Paris: UNESCO.
- Brown, H. I. (1994). *La nueva filosofía de la ciencia* (3a edición ed.). Madrid: Editorial Tecnos.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2014). *Observatorio de la región Bogotá-Cundinamarca. Dinámica de la economía y el comercio exterior de la región*. Cámara de Comercio de Bogotá. Bogotá D.C.: Cámara de Comercio de Bogotá.

- Castillo, L. (2001). *Tema 4 . La comunicación científica*. Recuperado el 2 de Mayo de 2016, de Universitat de Valencia: <http://www.uv.es/macac/4.pdf>
- Cherven, K. (2013). *Network Graph Analysis and Visualization with Gephi*. Birmingham: Packt Publishing.
- Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE). (2011). La ciencia en la TV, la actividad editorial e internet. *Acción Crece* , 148-157.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016). *Documento CONPES*. Bogotá D.C.: Departamento Nacional de Planeación.
- Cortassa, C. G. (2010). El aporte de la teoría de las representaciones sociales a los estudios de comprensión pública de la ciencia . *Ciencia, Docencia y Tecnología* , XXI (40), 9-44.
- Cortés, B., Aragonés, J. I., Amerigo, M., & Sevillano, V. (2002). Los problemas ambientales como objeto de conocimiento científico y escenarios de intervención psicosocial. *Intervención Psicosocial* , 11 (3), 277-287.
- Cunningham, C., Hertel, J., Lachapelle, C., & Jocz, J. (2013). Measuring students' naïve conceptions about technology. *NARST Annual International Conference*. Rio Grande.
- David, P. A., & Foray, D. (2002). Fundamentos económicos de la sociedad del conocimiento. *Comercio Exterior* , 52 (6), 472-490.
- Drucker, P. F. (1974). The age of social transformation. *The Atlantic Monthly* , 273 (11), 53-80.
- Durant, J. (1994). What is public literacy? *European Review* , 2, 83-87.
- FECYT, OEI, RICYT. (2009). *Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos. Proyecto Estándar Iberoamericano de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana (2005-2009)*.
- Fernández Núñez, L. (Octubre de 2006). ¿Cómo analizar datos cualitativos? *Butlletí LaRecerca* , 1-13.
- Galland, G. A. (2002). Concepciones sobre Ciencia y Tecnología. Influencia en la formación de ingenieros y docentes para la carrera de ingeniería. *Revista Educación* , 26 (2), 61-72.

- Galvis Panqueva, A. H. (1998). Ambientes virtuales para participar en la sociedad del conocimiento . *Informática Educativa* , 11 (2), 247-260.
- Gartner Izasa, L. (2010). Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la Universidad de Caldas. *Revista Luna Azul* , 30, 29-59.
- Godin, B. (2007). *What is Science? Defining Science by the Numbers, 1920-2000*. Project on the History and Sociology of STI Statistics. Working paper No 35. Montreal: B. Godin.
- Godin, B., & Gingras, Y. (2000). What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science* , 43-58.
- González Garcia, M., López Cerezo, J., & al., e. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, España: Editorial Tecnos.
- Google. (4 de Agosto de 2015). *Página inicio Formularios de Google*. Obtenido de Google Apps for Work: <https://www.google.com/work/apps/business/products/forms/>
- Gómez, R. J. (1997). Progreso, determinismo y pesimismo tecnológico. *Revista Redes* , 4 (10), 59-94.
- Hombres Rodríguez, R., & Umaña Aponte, C. M. (2005). *Colombia en los próximos veinte años. El país que queremos*. República de Colombia , Departamento Nacional de Planeación . Bogotá D. C.: Dirección de Estudios Económicos .
- Invernizzi, N. (2004). Participación ciudadana en ciencia y tecnología en América Latina: una oportunidad para refundar el compromiso social de la universidad pública. *Revista CTS* , 1 (2), 67-83.
- Invernizzi, N. (2005). Participación ciudadana en ciencia y tecnología: algunas reflexiones sobre el papel de la universidad pública. (U. A. Iztapalapa, Ed.) *Alteridades* , 15 (29), 37-44.
- Lozano Borda, M., & Daza-Caicedo, S. (2014). *III Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, Colombia 2012. Boletín de resultados Bogotá D.C.* Bogotá D.C.: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

- Lucio-Arias, D., Rivera Torres, S. C., Tique Ortiz, J., Villareal, N. F., Lucio, J., Mora, H., y otros. (2014). *Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2014. OCyT*. Bogotá D.C., Colombia: Jorge Lucio, Nelson Fabián Villarreal, Diana Lucio-Arias, Andrea Guevara.
- López Cerezo, J. A. (2005). Participación ciudadana y cultura científica. *ARBOR. Ciencia, Pensamiento y Cultura*, XXXI, 351-362.
- Marenales, E. (1996). *Temas de Concursos de Maestros*. No disponible, Uruguay: Editorial Aula.
- Martín/Varenga, E. (2012). Congreso Internacional de Ingeniería Química de la ANQUE: Innovando para el futuro. *Química e Industria* (602), 12-45.
- Martínez Álvarez, F. (2000). *La Concepción Heredada de la Ciencia y la Tecnología*. La Habana: Fidel Martínez Álvarez.
- Martínez Ortiz, A., & Ocampo, J. A. (2011). *Hacia una política industrial de nueva generación para Colombia*. (J. A. Asociados, Ed.) Colombia: Coalición para la promoción de la industria colombiana.
- Moscovici, S. (1979). *El psicoanálisis, su imagen y su público* (2 ed.). Buenos Aires: Huemul S.A.
- OEI, & RICyT. (2003). Proyecto iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana. (I. C. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, Ed.) *Revista Ibeoramerica de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 5, 1-60.
- Olivé, L. (2008). *El libro, la lectura y las bibliotecas en la sociedad del conocimiento*. México D.F., México: Centro Regional para el Fomento del Libro en América Latina, el Caribe, España y Portugal.
- Osorio M., C. (2003). *Aproximaciones a la Tecnología desde los enfoques en CTS*. OEI. Ciudad de Panamá: Red CTS+I.
- Páez, D. (2009). *Representaciones sociales del miedo en Bogotá*. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Pacey, A. (1983). *The Culture of Technology*. Cambridge, Massachusetts, United States of America: MITPress.

- Piñón, F. (18 de diciembre de 2009). *Ciencia y tecnología en América Latina: una posibilidad para el desarrollo*. Recuperado el 13 de julio de 2016, de Organización de los Estados Iberoamericanos: [www.campus-oei.org/salactsi/pinon.pdf](http://www.campus-oei.org/salactsi/pinon.pdf)
- Pohorecki, R., Molzahn, M., Gani, R., & Bridgwater, J. (2010). Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). En *Chemical Engineering and Chemical Process Technology - Chemical and Process Engineering*.
- Polino, C. (2011). *Los estudiantes y la ciencia : encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Polino, C. (2015). *Manual de antigua: indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología*. Buenos Aires, Argentina: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología.
- Polino, C., Fazio, M. E., & Vaccarezza, L. (Enero - Abril de 2003). Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos. Aproximación a problemas conceptuales. (I. C. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, Ed.) *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación* , 1-11.
- Poyó, M. A., & Álvarez, M. (2011). Percepción de la ciencia y la tecnología en estudiantes de bachillerato del Distrito Nacional y la Provincia Santo Domingo . *Ciencia y Sociedad* , XXXVI (3), 503-550.
- Ravinderkhatri. (14 de Diciembre de 2014). *Wordpress*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2015, de Wordpress.com: <https://friendsarena.wordpress.com/2014/12/14/sna-performed-on-dalmooc-data/>
- República de Colombia - Gobierno Nacional. (2009). *Ley 1286 de 2009*. Bogotá D.C.: Congreso de Colombia.
- República de Colombia - Gobierno Nacional. (2010). *Ley 1379 de 2010*. Bogotá D.C.: Congreso de la República de Colombia.
- República de Colombia - Gobierno Nacional. (1976). *Ley 18 de 1976*. Bogotá D.C.: Congreso de la República de Colombia.
- Riveros Cendales, F. A. (Dirección). (2013). *Ingeniería Química: Motor del Desarrollo* [Película].

- Roosevelt, F. D. (17 de November de 1944). Washington, United States of America.
- Sábato, J., & Botana, N. (1970). La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina. En A. O. Herrera, & V. L. Urquildi, *América Latina: Ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad, colección Tiempo Latinoamericano* (págs. 59-76). Santiago de Chile: Editorial Universitaria S.A.
- Sánchez Pérez, G. (2002). Desarrollo y medio ambiente: una mirada a Colombia. *Revista Economía y Desarrollo* , 1 (1), 79-98.
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2008). *Patente de Invención y Patente de Modelo de Utilidad*. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo .
- Torres Albero, C. (2005). Representaciones sociales de la ciencia y la tecnología. *Reis. Revista Española de Investigaciones Sociológicas* , 111, 9-43.
- Universidad de Alicante. (2013). *La publicación científica: dónde y cómo publicar*. Alicante: Biblioteca de la Universidad de Alicante.
- Valencia Giraldo, A. (2004). La relación entre la ingeniería y la ciencia. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia* , 156-174.
- Vera, H. (septiembre - diciembre de 2002). Representaciones y clasificaciones colectivas. La teoría sociológica del conocimiento de Durkheim. *Revista Sociológica* , 103-121.
- Viana Maturro, F. (2010). *Semana de la Ciencia y la Tecnología en Uruguay 2010*. Comisión organizadora de la Semana de la Ciencia y la Tecnología.

### **Bibliografía consultada**

- Acevedo Diaz, J. A., Vasquez Alonso, A., & Manassero Mas, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* , 2 (2), 80-111.
- Aiello Mazzarri, C., Marmol, Z., & Sanchez de Puertas, A. (2012). Ingeniería Química: Historia y Evolución. *Revista Tecnocientífica URU* , 2, 51-59.
- Behar Rivero, D. S. (2008). *Introducción a la Metodología de la Investigación*. Editorial Shalom.

- Coburn, W. W., & Loving, C. C. (2001). Defining "Science" in a Multicultural World: Implications for Science Education. *Science Education* , 85, 50-67.
- Ferreiros, J. (2006). El papel de la técnica en el conocimiento científico. En J. Aracil, *Curso sobre Ingeniería y Pensamiento* (págs. 123-144). Sevilla, España: Fundación El Monte.
- Knorr Cetina, K. (1999). *Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge*. Cambridge: Harvard University Press.
- Lewenstein, B. (2003). Popularization. En J. H. al., *Oxford Companion to History of Modern Science* (págs. 667-668). Oxford/New York: Oxford University Press.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriot, P. (2007). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química* (7a edición ed.). México: McGraw Hill Iberoamericana.
- MNR, A. 1. (2016). *Definiciones de Ingeniería*. Recuperado el 7 de Julio de 2016, de <http://www.15dejuniomnr.com.ar/blog/apunteca/Definiciones%20de%20Ingenieria.pdf>
- Rojas Soriano, R. (1996). *El Proceso de la Investigación Científica* (4 ed.). México: Ed. Trillas.
- Serna M., E., & Florez O., G. (2013). El Razonamiento Lógico como Requisito Funcional en Ingeniería . *11th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology* (págs. 1-10). CVancun: LACCEI'2013.
- Taylor, C. A. (1996). *Defining Science: A Rhetoric of Demarcation*. Madison, Wisconsin, United States of America: The University of Wisconsin Press.

## Anexo A

### Formulario Encuesta Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología de Ingenieros Químicos

## ¿QUÉ OPINA SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA?

La siguiente encuesta busca saber cuál es la percepción social de la ciencia y la tecnología que tienen los estudiantes, los profesionales graduados y los docentes y directivos de carrera de Ingeniería Química en Colombia, con el fin de establecer una base para futuras investigaciones y políticas educativas en pro de la mejora y visualización de la profesión.

\*Obligatorio

### I. INFORMACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA

---

1. **102. Fecha de nacimiento \***

*Ejemplo: 15 de diciembre de 2012*

2. **101. Sexo \***

(Escoja una sola opción)  
Marca solo un óvalo.

- Hombre
- Mujer
- NS/NR

3. **103. ¿A qué actividad se dedica actualmente? \***

(Escoja una sola opción)  
Marca solo un óvalo.

- Estudiante *Pasa a la pregunta 4.*
- Profesional graduado (Ingeniero químico) *Pasa a la pregunta 6.*
- Docente o directivo de Ingeniería Química *Pasa a la pregunta 9.*

*Pasa a la pregunta 10.*

#### a. ESTUDIANTES

4. a.1. De las siguientes universidades, ¿de cuál de ellas es actualmente estudiante de Ingeniería Química? \*

Marca solo un óvalo.

- Fundación Universidad de América
- Universidad EAN
- Universidad de Antioquia
- Universidad de Bogotá - Jorge Tadeo Lozano
- Universidad de Cartagena
- Universidad de Pamplona
- Universidad del Atlántico
- Universidad del Valle
- Universidad Industrial de Santander
- Universidad de la Sabana
- Universidad de los Andes
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales
- Universidad Pontificia Bolivariana
- Universidad de San Buenaventura - Cartagena

5. a.2. Seleccione el semestre en el que se encuentra estudiando \*

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Semestre	<input type="radio"/>									

Pasa a la pregunta 10.

## b. PROFESIONALES GRADUADOS

6. **b.1. De las siguientes universidades, ¿de cuál de ellas se graduó de Ingeniería Química? \***

*Marca solo un óvalo.*

- Fundación Universidad de América
- Universidad EAN
- Universidad de Antioquia
- Universidad de Bogotá - Jorge Tadeo Lozano
- Universidad de Cartagena
- Universidad de Pamplona
- Universidad del Atlántico
- Universidad del Valle
- Universidad Industrial de Santander
- Universidad de la Sabana
- Universidad de los Andes
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales
- Universidad Pontificia Bolivariana
- Universidad de San Buenaventura - Cartagena

7. **b.2. Seleccione su actividad actual \***

*Marca solo un óvalo.*

- Empresario
- Independiente
- Desempleado
- Empleado

8. **b.3. Seleccione el año de graduación de la universidad \***

*Ejemplo: 15 de diciembre de 2012*

*Pasa a la pregunta 10.*

## **c. DOCENTES Y DIRECTIVOS**

9. **c.1. De las siguientes universidades, ¿de cuál de ellas es actualmente docente o directivo de Ingeniería Química? \***

*Marca solo un óvalo.*

- Fundación Universidad de América
- Universidad EAN
- Universidad de Antioquia
- Universidad de Bogotá - Jorge Tadeo Lozano
- Universidad de Cartagena
- Universidad de Pamplona
- Universidad del Atlántico
- Universidad del Valle
- Universidad Industrial de Santander
- Universidad de la Sabana
- Universidad de los Andes
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales
- Universidad Pontificia Bolivariana
- Universidad de San Buenaventura - Cartagena

*Pasa a la pregunta 10.*

## **II. CREENCIAS E IDEAS**

10. **201. Por favor escriba 5 palabras que relacione con CIENCIA \***

(Escriba cada palabra separada por una coma, en mayúscula y sin tildes)

.....

11. **202. Por favor escriba 5 palabras que relacione con TECNOLOGÍA \***

(Escriba cada palabra separada por una coma, en mayúscula y sin tildes)

13. **204. Mencione las instituciones/personas/lugares/redes que usted reconoce como DIVULGADORES(AS) de ciencia y tecnología en el país \***

(Escriba cada palabra separada por una coma, en mayúscula y sin tildes)

---

### III. ACCIONES

14. **301. De los siguientes medios de comunicación, ¿de cuál de ellos usted más frecuentemente CONSULTA/RECIBE información de ciencia y tecnología? \***

(Escriba una sola opción)

Marca solo un óvalo.

- Televisión *Pasa a la pregunta 15.*
- Internet *Pasa a la pregunta 17.*
- Revistas especializadas *Pasa a la pregunta 18.*
- Radio *Pasa a la pregunta 19.*
- Periódico *Pasa a la pregunta 20.*
- Ninguno *Pasa a la pregunta 21.*
- Otros: \_\_\_\_\_ *Pasa a la pregunta 21.*

*Pasa a la pregunta 28.*

#### a. TELEVISIÓN

15. **a.1. ¿Qué canal(es) de televisión?**

(Escriba cada programa separado por una coma, en mayúscula y sin tildes)

---

16. **a.2 ¿Qué programa(s) de televisión?**

(Escriba cada programa separado por una coma, en mayúscula y sin tildes)

---

*Pasa a la pregunta 21.*

#### b. INTERNET

17. **b.1. ¿Qué página(s) de internet?**

(Escriba cada página separada por una coma, en mayúscula y sin tildes)

*Pasa a la pregunta 21.*

## c. REVISTAS ESPECIALIZADAS

### 18. c.1. ¿Qué revista(s)?

(Escriba cada nombre de revista separada por una coma, en mayúscula y sin tildes)

*Pasa a la pregunta 21.*

## d. RADIO

### 19. d.1. ¿Qué emisora(s) y/o programa(s) de radio?

(Escriba cada emisora o programa separados por una coma, en mayúscula y sin tildes)

*Pasa a la pregunta 21.*

## e. PERIÓDICO

### 20. e.1. ¿Qué periódico(s)?

(Escriba cada periódico por una coma, en mayúscula y sin tildes)

*Pasa a la pregunta 21.*

## III. ACCIONES

### 21. 302. De los siguientes medios de comunicación, ¿en cuál de ellos usted más frecuentemente PUBLICA/COMUNICA información de ciencia y tecnología? \*

(Escoja una sola opción)

Marca solo un óvalo.

- Televisión *Pasa a la pregunta 22.*
- Internet *Pasa a la pregunta 23.*
- Revistas especializadas *Pasa a la pregunta 24.*
- Radio *Pasa a la pregunta 25.*
- Periódico *Pasa a la pregunta 26.*
- No publico/comunico *Pasa a la pregunta 27.*
- Otros: \_\_\_\_\_ *Pasa a la pregunta 27.*

*Pasa a la pregunta 27.*

## i. TELEVISIÓN

**22. i.1. ¿Qué programa(s) de televisión?**

(Escriba cada programa separado por una coma, en mayúscula y sin tildes)

*Pasa a la pregunta 27.*

## **ii. INTERNET**

**23. ii.1. ¿Qué página(s) de internet?**

(Escriba cada página separada por una coma, en mayúscula y sin tildes)

*Pasa a la pregunta 27.*

## **iii. REVISTAS ESPECIALIZADAS**

**24. iii.1. ¿Qué revista(s)?**

(Escriba cada nombre de revista separada por una coma, en mayúscula y sin tildes)

*Pasa a la pregunta 27.*

## **iv. RADIO**

**25. iv.1. ¿Qué emisora(s) y/o programa(s) de radio?**

(Escriba cada emisora o programa separados por una coma, en mayúscula y sin tildes)

*Pasa a la pregunta 27.*

## **v. PERIÓDICO**

**26. v.1. ¿Qué periódico(s)?**

(Escriba cada periódico por una coma, en mayúscula y sin tildes)

*Pasa a la pregunta 27.*

## **III. ACCIONES**

27. **303. En el último año usted ha: \***

(Escoja las opciones que usted considere)

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- Visitado museos de ciencia y tecnología
- Visitado zoológicos o acuarios
- Acudido a bibliotecas
- Brindado una charla o conferencia relacionada con la ciencia y la tecnología / ingeniería química
- Asistido a Semanas de la Ciencia
- Asistido a una charla o conferencia académica, por ejemplo de ciencia, literatura, arte, filosofía, etc.

*Pasa a la pregunta 28.*

## IV. VALORES

28. **401. ¿Cuáles son sus intereses en CIENCIA y TECNOLOGÍA? \***

(Escoja las opciones que usted considere)

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- La aplicación de la ciencia
- Nuevos procesos, instrumentos, maquinarias, herramientas, aplicaciones, computadores y aparatos electrónicos para el uso diario
- Robots, electrónica, ordenadores, sistemas de comunicación y máquinas
- Invención, diseño y probar cosas
- Técnicas para construir cosas y para construir problemas prácticos
- Ideas técnicas para organizar a los trabajadores, a la gente de negocios, a los consumidores y a la sociedad
- Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)
- Diseño de productos y procesos
- Diseño, investigación y evaluación de problemas en ciencias básicas
- Diseño, investigación y evaluación de problemáticas sociales

29. **402.a. En una escala de mucho, bastante, poco o nada, usted considera que la ciencia y la tecnología son importantes para: \***

(Por favor calificar cada una de las opciones)

Marca solo un óvalo por fila.

	Mucho	Poco	Nada	NS/NR
Aprovechar los recursos naturales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tener la capacidad de control y predicción sobre los eventos positivos y negativos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El desarrollo económico del país	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mejorar su capacidad para decidir cosas importantes en su vida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La relación con otras personas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La comprensión del mundo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tomar decisiones como consumidor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fomentar la innovación en las empresas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La preservación del entorno y el ambiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Generar empleo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La formación de sus opiniones políticas y sociales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El cuidado de la salud y la prevención de enfermedades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. **402.b. ¿Otro?**

(Escriba cada idea separada por coma, en mayúscula y sin tildes)

.....

31. **403.a. En una escala de mucho, bastante, poco o nada, según usted, la CIENCIA y la TECNOLOGÍA permiten: \***

Marca solo un óvalo por fila.

	Mucho	Poco	Nada	NS/NR
Ganar dinero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Solucionar los problemas de la gente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tener poder	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conocer la verdad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entender el entorno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

32. **403.b. ¿Otro?**

(Escriba cada idea separada por coma, en mayúscula y sin tildes)

.....

33. **404. Según usted, ¿cuáles son las principales dificultades para el desarrollo de la CIENCIA y TECNOLOGÍA en Colombia? \***

(Escoja las opciones que usted considere)

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Corrupción
- Falta de voluntad política
- Desconocimiento de su importancia para el desarrollo económico y social por parte la ciudadanía
- Falta de apoyo de la industria privada
- Insuficiente cantidad de personal formado en niveles superiores (máster, doctorado)
- Baja calidad de la educación superior
- Falta de formación en investigación
- Insuficiencia de redes de interacción entre la industria, la academia/investigación y el Estado
- Falta de recursos económicos
- Falta de vínculos con patentes e innovación
- Falta de instituciones que apoyen su desarrollo
- Otros: .....

34. **405. En una escala de mucho, bastante, poco o nada, el(la) profesional en ingeniería química aporta a la ciencia y la tecnología: \***

(Por favor calificar cada una de las opciones)

Marca solo un óvalo por fila.

	Mucho	Poco	Nada	NS/NR
Diseño, invención y fabricación de herramientas, componentes, procesos y sistemas para la industria química	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso ético y responsable de conocimientos científicos y habilidades prácticas para resolver problemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manipulación, operación y mantenimiento de máquinas, objetos y sistemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Generación de ideas creativas, novedosas e innovadoras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soluciones prácticas a problemas sociales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comprensión del entorno (mundo, universo, sociedad, etc.) a través de la investigación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soluciones prácticas a problemas medio ambientales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

35. 406. En una escala de mucho, bastante, poco o nada, ¿qué tanto cree usted que la ingeniería química puede contribuir a solucionar las siguientes problemáticas? \*

*Marca solo un óvalo por fila.*

	Mucho	Poco	Nada	NS/NR
Conflicto armado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Epidemias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestión del recurso hídrico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad alimentaria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pobreza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sobre-explotación de recursos naturales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contaminación ambiental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Anexo B

### Tablas de frecuencias según orden y subgrupo población de estudio para la definición de *Ciencia*

**Tabla B 1**

Frecuencias totales según orden de clasificación Total

PALABRA	ORDEN					TOTAL
	1	2	3	4	5	
INVESTIGACIÓN	77	35	29	23	7	171
CONOCIMIENTO	48	37	26	14	14	139
DESARROLLO	22	24	20	9	8	83
INNOVACIÓN	20	15	16	7	9	67
DESCUBRIMIENTO	9	16	5	13	7	50
ESTUDIO	11	5	9	12	8	45
EXPERIMENTACIÓN	5	11	9	11	8	44
TECNOLOGÍA	11	14	8	4	7	44
AVANCE	11	13	5	4	5	38
QUÍMICA	17	4	3	4	8	36
TEORÍA	4	6	9	6	6	31
LABORATORIO	3	5	10	5	7	30
SABIDURÍA	5	5	3	10	3	26
PROGRESO	6	6	6	2	3	23
ANÁLISIS	1	1	3	7	10	22

Fuente: Elaboración propia

**Tabla B 2**

Frecuencias según orden de clasificación para subgrupo poblacional Estudiantes

PALABRA	ORDEN					TOTAL
	1	2	3	4	5	
INVESTIGACIÓN	44	24	22	13	4	107
CONOCIMIENTO	34	25	13	8	8	88
DESARROLLO	13	15	13	7	6	54
INNOVACIÓN	14	8	9	7	7	45
DESCUBRIMIENTO	6	13	1	8	6	34
ESTUDIO	6	4	5	9	3	27
EXPERIMENTACIÓN	3	6	3	5	5	22
TECNOLOGÍA	7	6	7	3	6	29
AVANCE	9	12	2	2	2	27
QUÍMICA	12	2	3	4	4	25
TEORÍA	3	3	6	3	3	18
LABORATORIO	3	3	5	2	3	16
SABIDURÍA	5	4	2	7	2	20
PROGRESO	4	3	4	1	2	14
ANÁLISIS	1	0	1	3	5	10

Fuente: Elaboración propia

**Tabla B 3**

Frecuencias según orden de clasificación para subgrupo poblacional Profesionales

PALABRA	ORDEN					TOTAL
	1	2	3	4	5	
INVESTIGACIÓN	28	11	6	5	2	52
CONOCIMIENTO	8	11	10	4	5	38
DESARROLLO	7	6	6	1	1	21
INNOVACIÓN	5	5	6	0	2	18
DESCUBRIMIENTO	2	3	4	4	1	14
ESTUDIO	5	0	3	3	4	15
EXPERIMENTACIÓN	2	5	5	5	2	19
TECNOLOGÍA	2	6	0	1	1	10
AVANCE	2	1	1	2	2	8
QUÍMICA	3	0	0	0	4	7
TEORÍA	1	3	2	3	3	12
LABORATORIO	0	2	5	2	2	11
SABIDURÍA	0	0	1	2	1	4
PROGRESO	2	3	2	1	0	8
ANÁLISIS	0	1	1	4	4	10

Fuente: Elaboración propia

**Tabla B 4**

Frecuencias según orden de clasificación para subgrupo poblacional Docentes y Directivos

PALABRA	ORDEN					TOTAL
	1	2	3	4	5	
INVESTIGACIÓN	5	0	1	5	1	12
CONOCIMIENTO	6	1	3	2	1	13
DESARROLLO	2	3	1	1	1	8
INNOVACIÓN	1	2	1	0	0	4
DESCUBRIMIENTO	1	0	0	1	0	2
ESTUDIO	0	1	1	0	1	3
EXPERIMENTACIÓN	0	0	1	1	1	3
TECNOLOGÍA	2	2	1	0	0	5
AVANCE	0	0	2	0	1	3
QUÍMICA	2	2	0	0	0	4
TEORÍA	0	0	1	0	0	1
LABORATORIO	0	0	0	1	2	3
SABIDURÍA	0	1	0	1	0	2
PROGRESO	0	0	0	0	1	1
ANÁLISIS	0	0	1	0	1	2

Fuente: Elaboración propia

## ***Parámetros de asociación Ciencia Total***

Los datos que se encuentran a continuación muestran los resultados de los parámetros de asociación (intermediación, cercanía y excentricidad) y de modularidad según lo arrojado por el programa Gephi luego del análisis de datos. También, se encuentran los algoritmos utilizados metodológicamente para calcular dichos parámetros.

### **Graph Distance Report**

---

#### **Parameters:**

Network Interpretation: directed

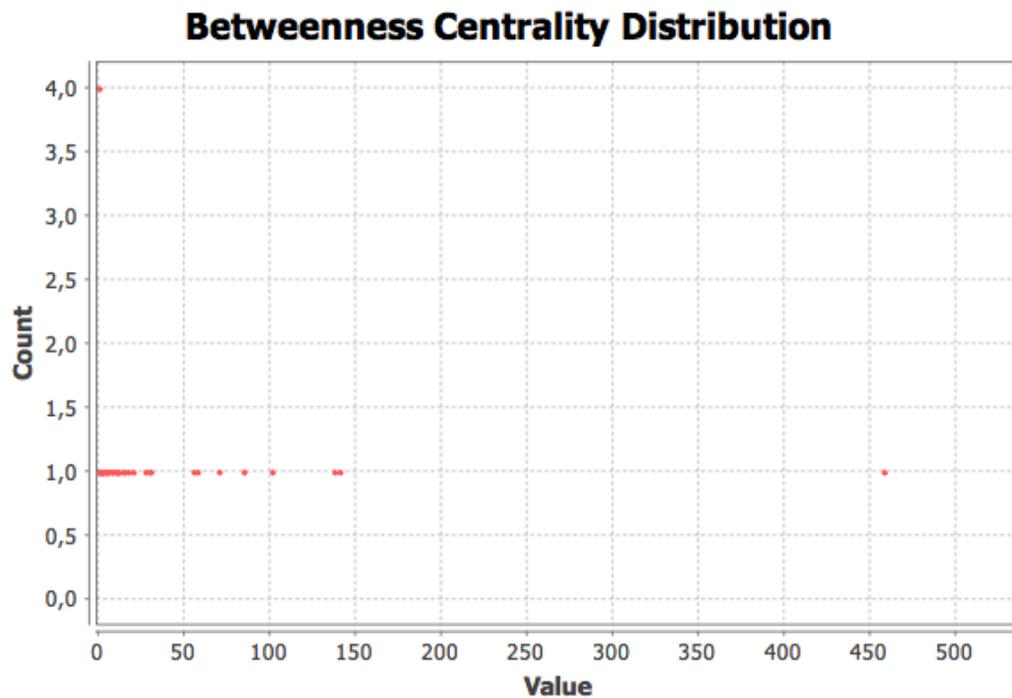
#### **Results:**

Diameter: 5

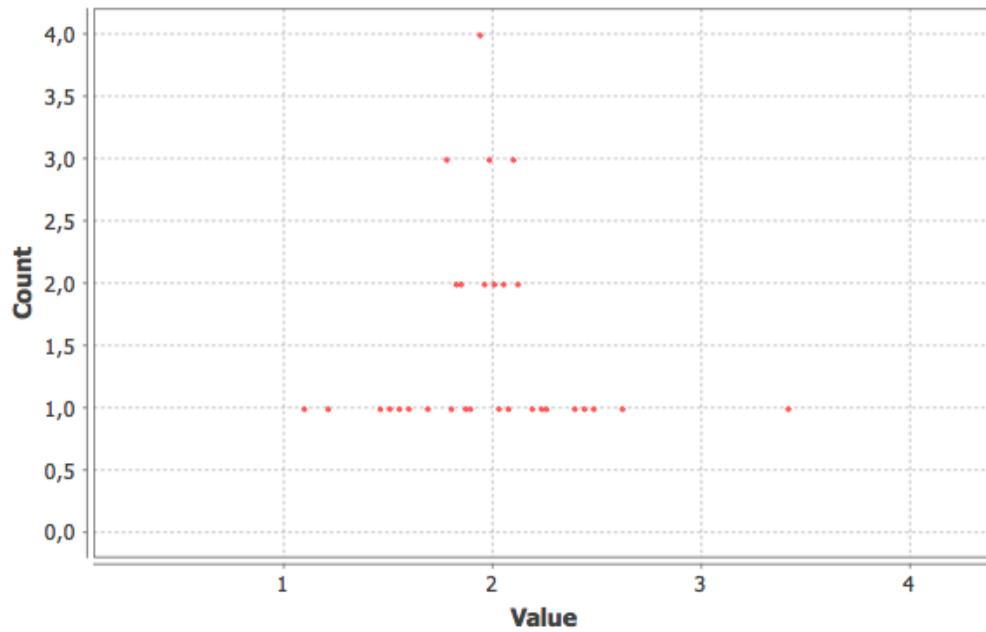
Radius: 2

Average Path length: 1.9661616161616162

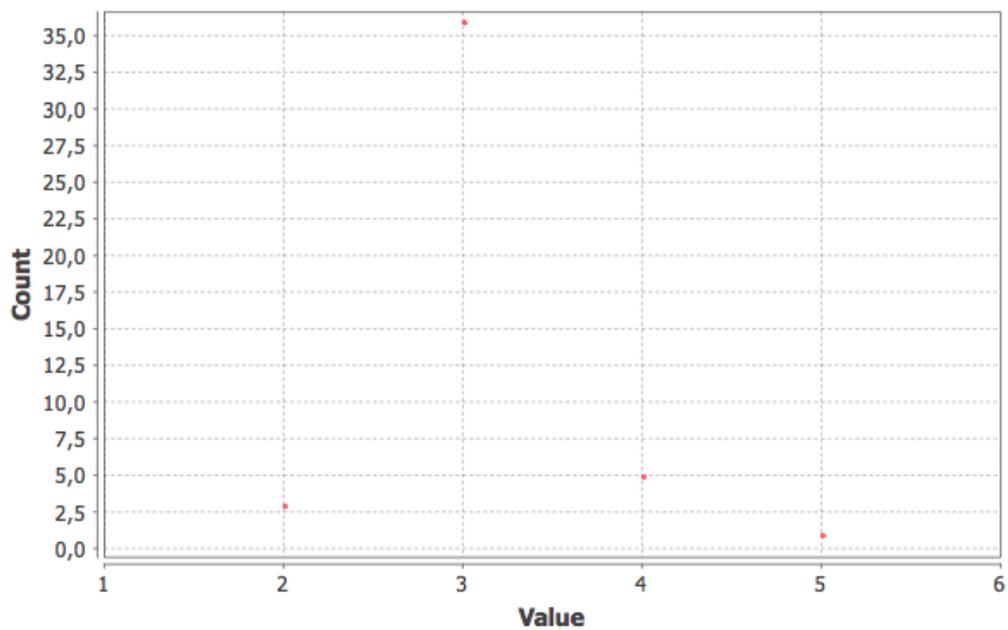
Number of shortest paths: 1980



### Closeness Centrality Distribution



### Eccentricity Distribution



**Algorithm:**

Ulrik Brandes, *A Faster Algorithm for Betweenness Centrality*, in Journal of Mathematical Sociology 25(2):163-177, (2001)

## Modularity Report

---

### Parameters:

Randomize: On

Use edge weights: On

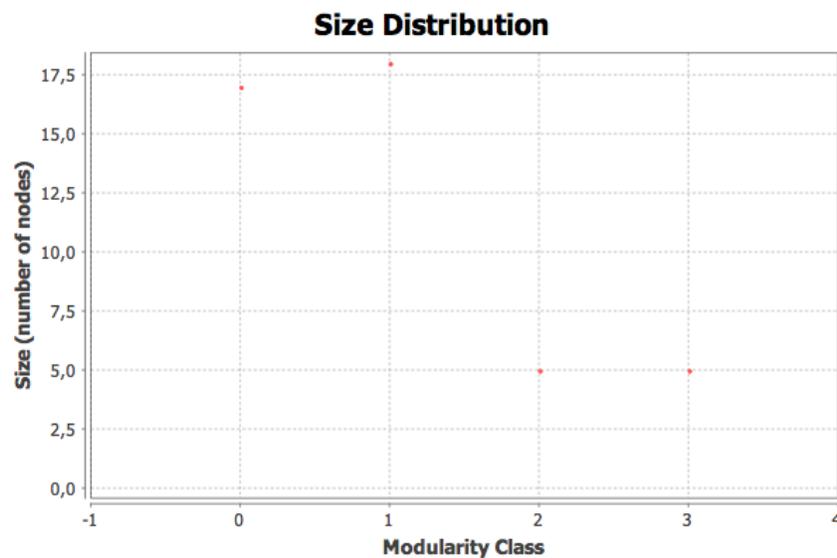
Resolution: 1.0

### Results:

Modularity: 0,160

Modularity with resolution: 0,160

Number of Communities: 4



### Algorithm:

Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, Etienne Lefebvre, *Fast unfolding of communities in large networks*, in Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment 2008 (10), P1000

### Resolution:

R. Lambiotte, J.-C. Delvenne, M. Barahona *Laplacian Dynamics and Multiscale Modular Structure in Networks* 2009



# Graph Distance Report

---

## Parameters:

Network Interpretation: directed

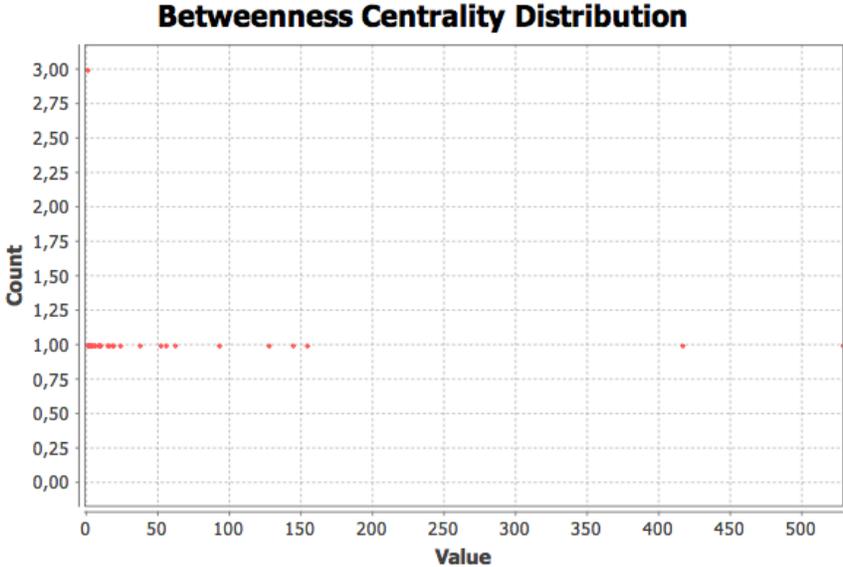
## Results:

Diameter: 4

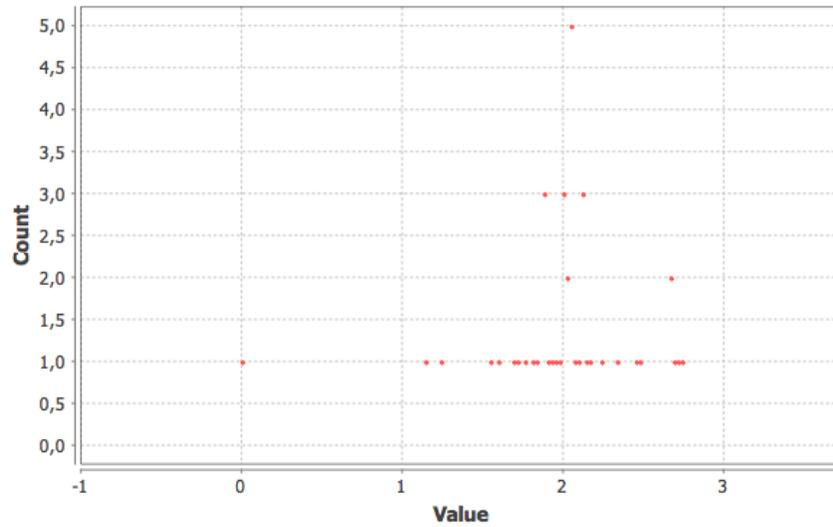
Radius: 0

Average Path length: 2.0436507936507935

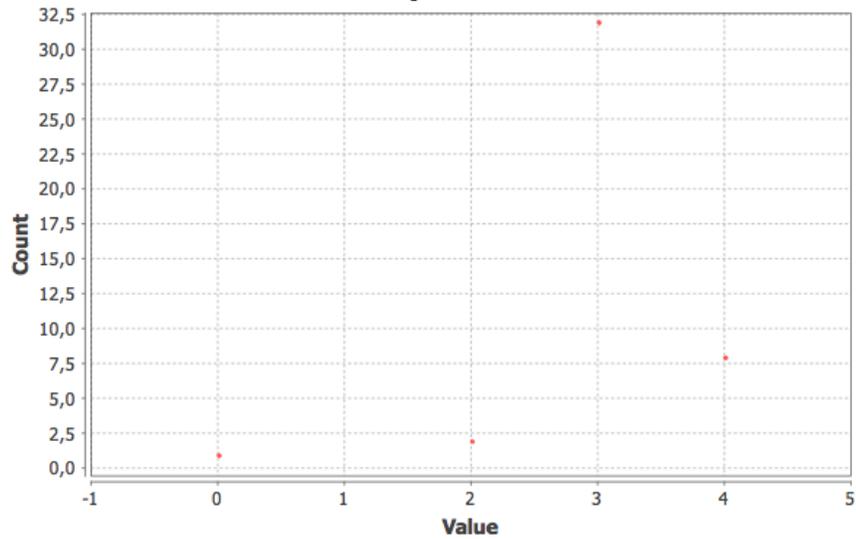
Number of shortest paths: 1764



**Closeness Centrality Distribution**



**Eccentricity Distribution**



**Algorithm:**

Ulrik Brandes, *A Faster Algorithm for Betweenness Centrality*, in *Journal of Mathematical Sociology* 25(2):163-177, (2001)

## Modularity Report

---

### Parameters:

Randomize: On

Use edge weights: On

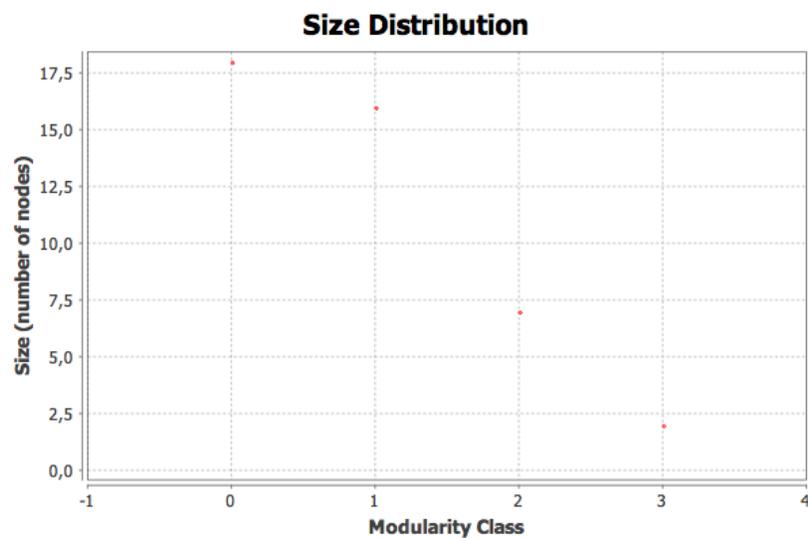
Resolution: 1.0

### Results:

Modularity: 0,139

Modularity with resolution: 0,139

Number of Communities: 4



### Algorithm:

Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, Etienne Lefebvre, *Fast unfolding of communities in large networks*, in Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment 2008 (10), P1000

### Resolution:

R. Lambiotte, J.-C. Delvenne, M. Barahona *Laplacian Dynamics and Multiscale Modular Structure in Networks* 2009



## Graph Distance Report

---

### Parameters:

Network Interpretation: directed

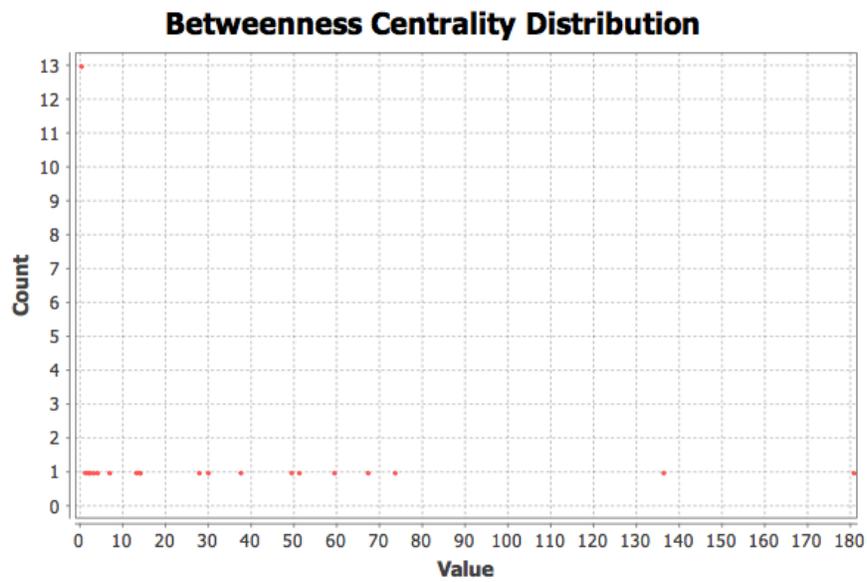
### Results:

Diameter: 5

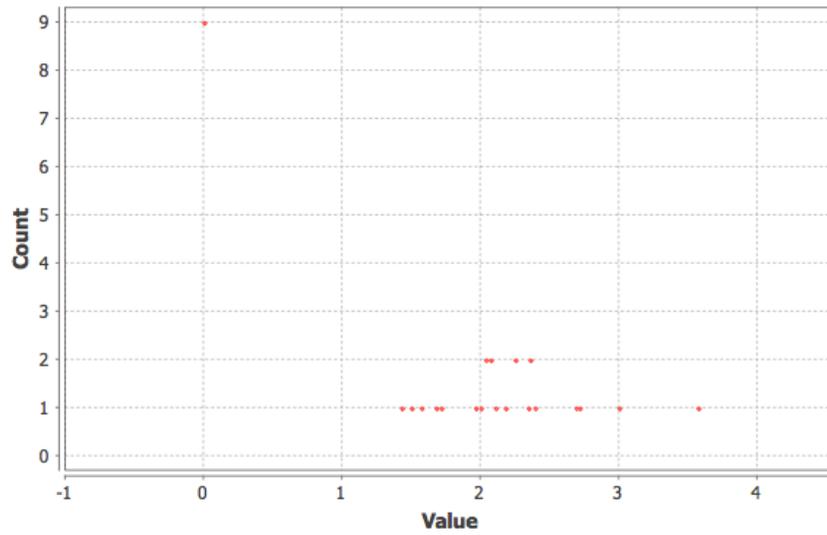
Radius: 0

Average Path length: 2.188562596599691

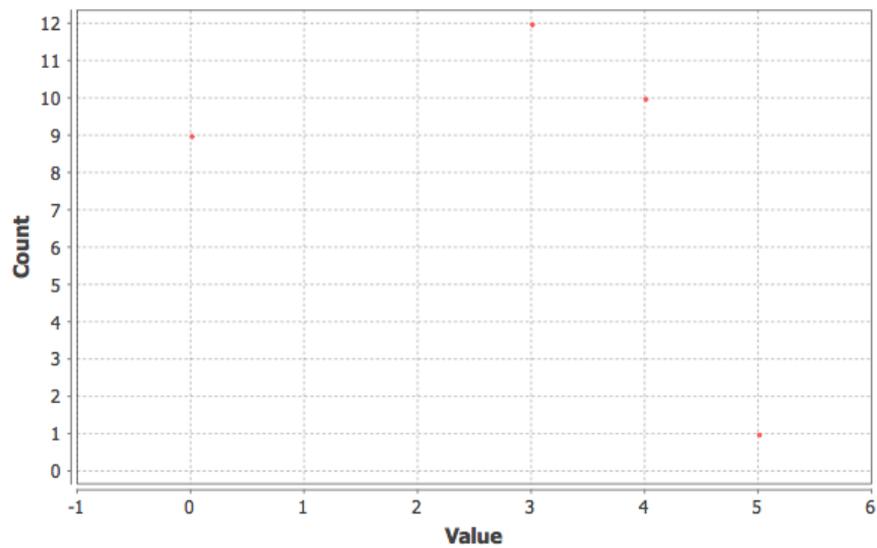
Number of shortest paths: 647



**Closeness Centrality Distribution**



**Eccentricity Distribution**



**Algorithm:**

Ulrik Brandes, *A Faster Algorithm for Betweenness Centrality*, in *Journal of Mathematical Sociology* 25(2):163-177, (2001)

## Modularity Report

---

### Parameters:

Randomize: On

Use edge weights: On

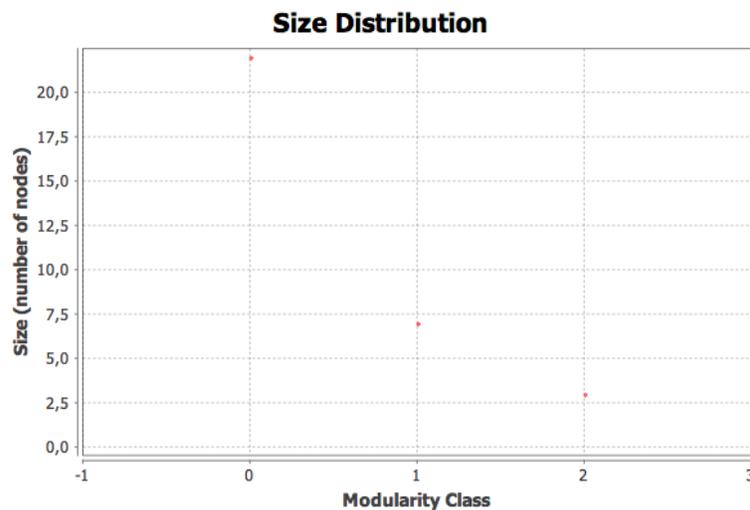
Resolution: 1.0

### Results:

Modularity: 0,093

Modularity with resolution: 0,093

Number of Communities: 3



### Algorithm:

Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, Etienne Lefebvre, *Fast unfolding of communities in large networks*, in *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* 2008 (10), P1000

### Resolution:

R. Lambiotte, J.-C. Delvenne, M. Barahona *Laplacian Dynamics and Multiscale Modular Structure in Networks* 2009

## Grafo de asociación y parámetros de asociación para *Ciencia* en el grupo poblacional Docentes y Directivos

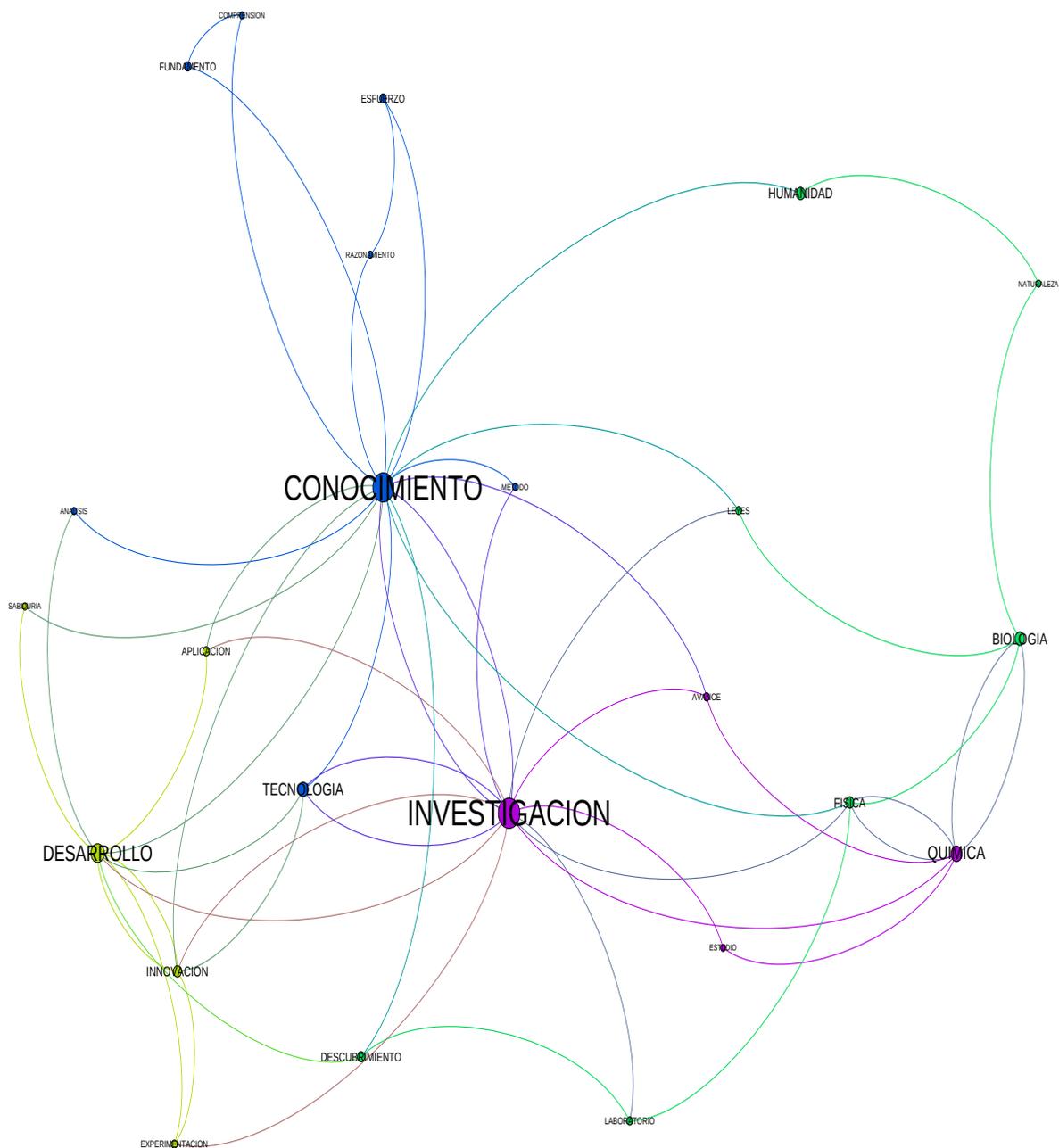


Figura B 3 Grafo de asociación para Ciencia en el grupo poblacional Docentes y Directivos.  
Fuente: Elaboración propia.

# Graph Distance Report

---

## Parameters:

Network Interpretation: directed

## Results:

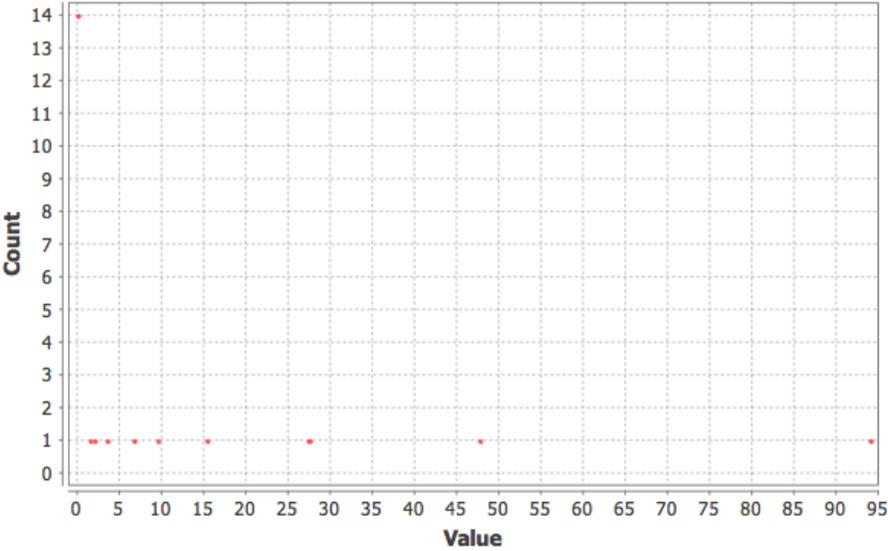
Diameter: 5

Radius: 0

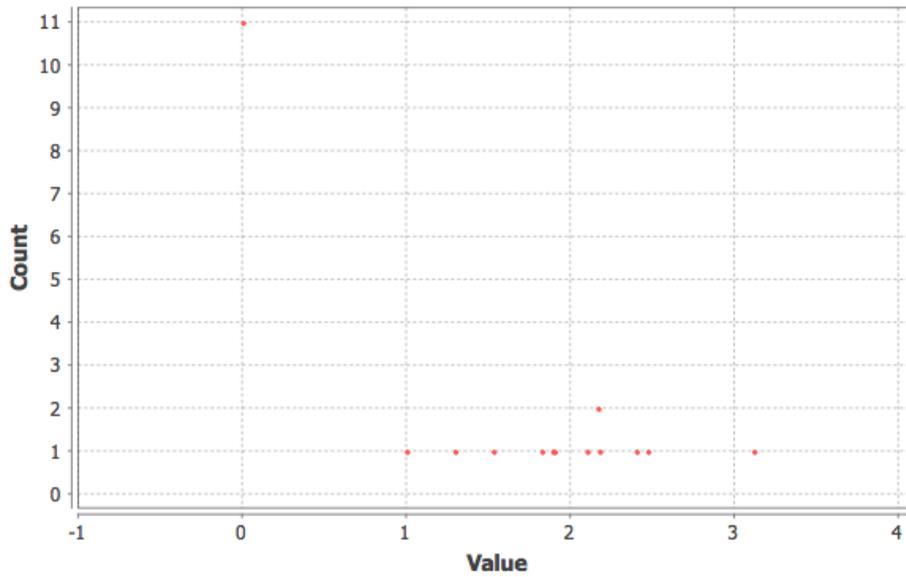
Average Path length: 2.0829493087557602

Number of shortest paths: 217

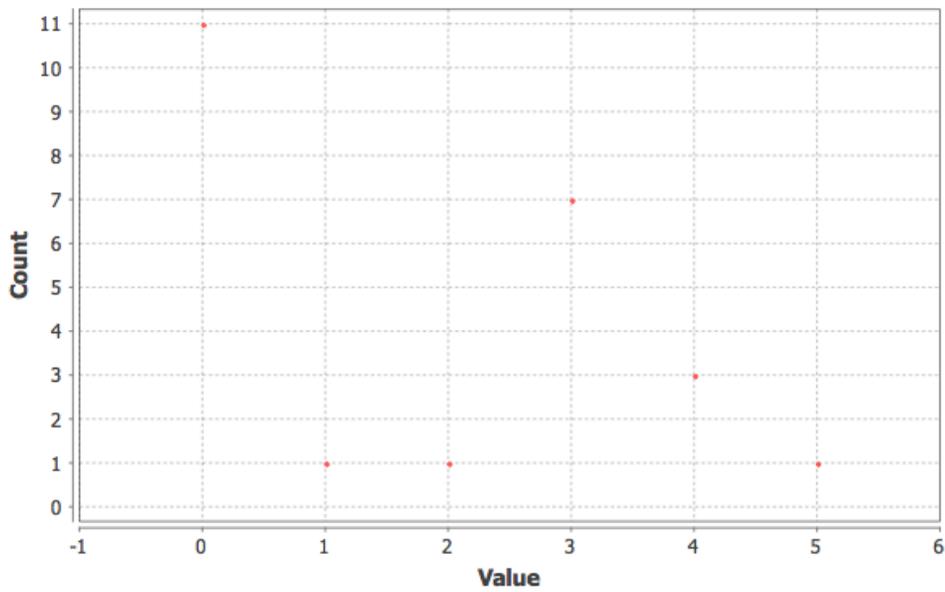
**Betweenness Centrality Distribution**



**Closeness Centrality Distribution**



**Eccentricity Distribution**



**Algorithm:**

Ulrik Brandes, *A Faster Algorithm for Betweenness Centrality*, in *Journal of Mathematical Sociology* 25(2):163-177, (2001)

## Modularity Report

---

### Parameters:

Randomize: On

Use edge weights: On

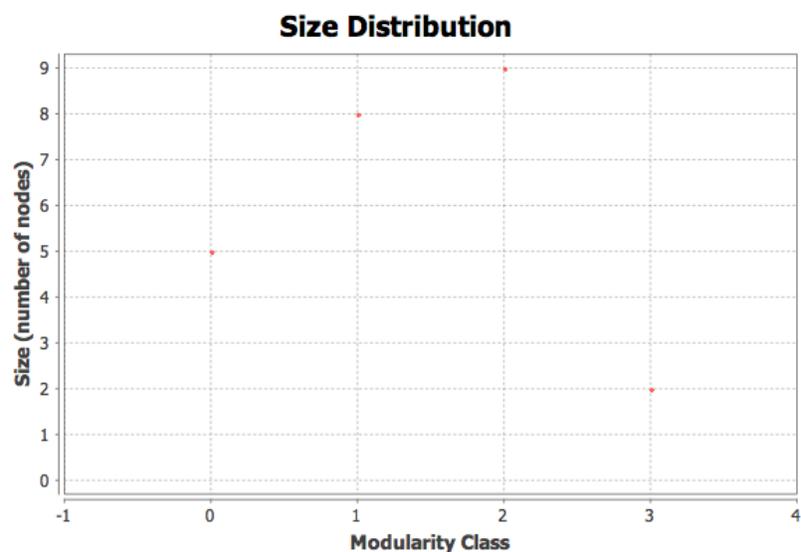
Resolution: 1.0

### Results:

Modularity: 0,288

Modularity with resolution: 0,288

Number of Communities: 4



### Algorithm:

Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, Etienne Lefebvre, *Fast unfolding of communities in large networks*, in Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment 2008 (10), P1000

### Resolution:

R. Lambiotte, J.-C. Delvenne, M. Barahona *Laplacian Dynamics and Multiscale Modular Structure in Networks* 2009

## Resultados de las asociaciones de palabras para *Ciencia* (niveles de confianza entre 0,1 y 1)

Scheme: weka.associations.Apriori -N 300 -T 0 -C 0.1 -D 0.05 -U 1.0 -M 0.02 -S -1.0 -c -1

Relation: CIENCIA

Instances: 318

Attributes: 242

[list of attributes omitted]

=== Associator model (full training set) ===

Apriori

=====

Minimum support: 0.02 (6 instances)

Minimum metric <confidence>: 0.1

Number of cycles performed: 20

Generated sets of large itemsets:

Size of set of large itemsets L(1): 55

Size of set of large itemsets L(2): 81

Size of set of large itemsets L(3): 24

Size of set of large itemsets L(4): 1

Best rules found:

1. FÍSICA=t MATEMÁTICAS=t 8 ==> QUÍMICA=t 8 conf:(1)
2. INVESTIGACIÓN=t FÍSICA=t 6 ==> QUÍMICA=t 6 conf:(1)
3. QUÍMICA=t BIOLOGÍA=t 6 ==> FÍSICA=t 6 conf:(1)
4. FÍSICA=t 17 ==> QUÍMICA=t 16 conf:(0.94)
5. FUNDAMENTO=t 8 ==> CONOCIMIENTO=t 7 conf:(0.88)
6. ACADEMIA=t 7 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.86)
7. SOCIEDAD=t 7 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.86)
8. CONOCIMIENTO=t EVOLUCIÓN=t 7 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.86)
9. FÍSICA=t BIOLOGÍA=t 7 ==> QUÍMICA=t 6 conf:(0.86)
10. VIDA=t 10 ==> CONOCIMIENTO=t 8 conf:(0.8)
11. DESARROLLO=t ESTUDIO=t 10 ==> INVESTIGACIÓN=t 8 conf:(0.8)
12. RAZONAMIENTO=t 19 ==> CONOCIMIENTO=t 15 conf:(0.79)
13. BIOLOGÍA=t 9 ==> FÍSICA=t 7 conf:(0.78)
14. MATEMÁTICAS=t 17 ==> QUÍMICA=t 13 conf:(0.76)
15. DEDICACIÓN=t 8 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.75)
16. METODOLOGÍA=t 8 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.75)
17. DESARROLLO=t EVOLUCIÓN=t 8 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.75)
18. DESARROLLO=t EVOLUCIÓN=t 8 ==> CONOCIMIENTO=t 6 conf:(0.75)
19. DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 8 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.75)
20. DESARROLLO=t TECNOLOGÍA=t 19 ==> INVESTIGACIÓN=t 14 conf:(0.74)
21. SABIDURÍA=t 26 ==> CONOCIMIENTO=t 18 conf:(0.69)
22. CONOCIMIENTO=t DESARROLLO=t 32 ==> INVESTIGACIÓN=t 22 conf:(0.69)
23. DESARROLLO=t 83 ==> INVESTIGACIÓN=t 56 conf:(0.67)

24. LÓGICA=t 9 ==> CONOCIMIENTO=t 6 conf:(0.67)
25. BIOLOGÍA=t 9 ==> QUÍMICA=t 6 conf:(0.67)
26. INVESTIGACIÓN=t EVOLUCIÓN=t 9 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.67)
27. INNOVACIÓN=t ESTUDIO=t 9 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.67)
28. BIOLOGÍA=t 9 ==> QUÍMICA=t FÍSICA=t 6 conf:(0.67)
29. ANÁLISIS=t 22 ==> INVESTIGACIÓN=t 14 conf:(0.64)
30. INVESTIGACIÓN=t SABIDURÍA=t 11 ==> CONOCIMIENTO=t 7 conf:(0.64)
31. EXPERIMENTACIÓN=t ANÁLISIS=t 11 ==> INVESTIGACIÓN=t 7 conf:(0.64)
32. DISCIPLINA=t 16 ==> INVESTIGACIÓN=t 10 conf:(0.63)
33. ESTUDIO=t 45 ==> INVESTIGACIÓN=t 28 conf:(0.62)
34. QUÍMICA=t MATEMÁTICAS=t 13 ==> FÍSICA=t 8 conf:(0.62)
35. LABORATORIO=t 30 ==> INVESTIGACIÓN=t 18 conf:(0.6)
36. EVOLUCIÓN=t 15 ==> INVESTIGACIÓN=t 9 conf:(0.6)
37. APRENDIZAJE=t 10 ==> CONOCIMIENTO=t 6 conf:(0.6)
38. CONOCIMIENTO=t LABORATORIO=t 10 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.6)
39. INVESTIGACIÓN=t INNOVACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 10 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.6)
40. TECNOLOGÍA=t 44 ==> INVESTIGACIÓN=t 26 conf:(0.59)
41. M...TODO=t 22 ==> INVESTIGACIÓN=t 13 conf:(0.59)
42. INNOVACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 17 ==> INVESTIGACIÓN=t 10 conf:(0.59)
43. DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 29 ==> INVESTIGACIÓN=t 17 conf:(0.59)
44. VERDAD=t 12 ==> CONOCIMIENTO=t 7 conf:(0.58)
45. CONOCIMIENTO=t TEORÍA=t 12 ==> INVESTIGACIÓN=t 7 conf:(0.58)
46. DISCIPLINA=t 16 ==> CONOCIMIENTO=t 9 conf:(0.56)
47. TEORÍA=t 31 ==> INVESTIGACIÓN=t 17 conf:(0.55)
48. INVESTIGACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 26 ==> DESARROLLO=t 14 conf:(0.54)
49. TECNOLOGÍA=t AVANCE=t 13 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.54)
50. INNOVACIÓN=t 67 ==> INVESTIGACIÓN=t 36 conf:(0.54)
51. EVOLUCIÓN=t 15 ==> DESARROLLO=t 8 conf:(0.53)
52. CONOCIMIENTO=t DESCUBRIMIENTO=t 19 ==> INVESTIGACIÓN=t 10 conf:(0.53)
53. PROGRESO=t 23 ==> INVESTIGACIÓN=t 12 conf:(0.52)
54. CONOCIMIENTO=t ESTUDIO=t 23 ==> INVESTIGACIÓN=t 12 conf:(0.52)
55. ESTUDIO=t 45 ==> CONOCIMIENTO=t 23 conf:(0.51)
56. ANÁLISIS=t 22 ==> EXPERIMENTACIÓN=t 11 conf:(0.5)
57. QUÍMICA=t FÍSICA=t 16 ==> MATEMÁTICAS=t 8 conf:(0.5)
58. INVESTIGACIÓN=t ANÁLISIS=t 14 ==> EXPERIMENTACIÓN=t 7 conf:(0.5)
59. VERDAD=t 12 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.5)
60. CONOCIMIENTO=t 138 ==> INVESTIGACIÓN=t 68 conf:(0.49)
61. EXPERIMENTACIÓN=t 44 ==> INVESTIGACIÓN=t 21 conf:(0.48)
62. QUÍMICA=t 36 ==> INVESTIGACIÓN=t 17 conf:(0.47)
63. INVESTIGACIÓN=t INNOVACIÓN=t 36 ==> DESARROLLO=t 17 conf:(0.47)
64. MATEMÁTICAS=t 17 ==> FÍSICA=t 8 conf:(0.47)
65. FÍSICA=t 17 ==> MATEMÁTICAS=t 8 conf:(0.47)
66. INNOVACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 17 ==> DESARROLLO=t 8 conf:(0.47)
67. MATEMÁTICAS=t 17 ==> QUÍMICA=t FÍSICA=t 8 conf:(0.47)
68. FÍSICA=t 17 ==> QUÍMICA=t MATEMÁTICAS=t 8 conf:(0.47)
69. EVOLUCIÓN=t 15 ==> CONOCIMIENTO=t 7 conf:(0.47)
70. DESARROLLO=t AVANCE=t 15 ==> CONOCIMIENTO=t 7 conf:(0.47)

71. CONOCIMIENTO=t AVANCE=t 15 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.47)
72. DESARROLLO=t AVANCE=t 15 ==> TECNOLOGÍA=t 7 conf:(0.47)
73. INVESTIGACIÓN=t AVANCE=t 13 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.46)
74. DESCUBRIMIENTO=t 50 ==> INVESTIGACIÓN=t 23 conf:(0.46)
75. M...TODO=t 22 ==> CONOCIMIENTO=t 10 conf:(0.45)
76. CONOCIMIENTO=t INNOVACIÓN=t 22 ==> INVESTIGACIÓN=t 10 conf:(0.45)
77. QUÍMICA=t 36 ==> FÍSICA=t 16 conf:(0.44)
78. INVESTIGACIÓN=t DESCUBRIMIENTO=t 23 ==> CONOCIMIENTO=t 10 conf:(0.43)
79. INNOVACIÓN=t 67 ==> DESARROLLO=t 29 conf:(0.43)
80. TECNOLOGÍA=t 44 ==> DESARROLLO=t 19 conf:(0.43)
81. INVESTIGACIÓN=t ESTUDIO=t 28 ==> CONOCIMIENTO=t 12 conf:(0.43)
82. HIPÓTESIS=t 21 ==> INVESTIGACIÓN=t 9 conf:(0.43)
83. HIPÓTESIS=t 21 ==> CONOCIMIENTO=t 9 conf:(0.43)
84. INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t TECNOLOGÍA=t 14 ==> INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.43)
85. SABIDURÍA=t 26 ==> INVESTIGACIÓN=t 11 conf:(0.42)
86. DESARROLLO=t TECNOLOGÍA=t 19 ==> INNOVACIÓN=t 8 conf:(0.42)
87. MATEMÁTICAS=t 17 ==> INVESTIGACIÓN=t 7 conf:(0.41)
88. FÍSICA=t 17 ==> BIOLOGÍA=t 7 conf:(0.41)
89. INVESTIGACIÓN=t TEORÍA=t 17 ==> CONOCIMIENTO=t 7 conf:(0.41)
90. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> CONOCIMIENTO=t 68 conf:(0.4)
91. CONOCIMIENTO=t TECNOLOGÍA=t 15 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.4)
92. DESARROLLO=t AVANCE=t 15 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.4)
93. EVOLUCIÓN=t 15 ==> INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 6 conf:(0.4)
94. EVOLUCIÓN=t 15 ==> CONOCIMIENTO=t DESARROLLO=t 6 conf:(0.4)
95. AVANCE=t 38 ==> CONOCIMIENTO=t 15 conf:(0.39)
96. AVANCE=t 38 ==> DESARROLLO=t 15 conf:(0.39)
97. INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 56 ==> CONOCIMIENTO=t 22 conf:(0.39)
98. CONOCIMIENTO=t SABIDURÍA=t 18 ==> INVESTIGACIÓN=t 7 conf:(0.39)
99. TEORÍA=t 31 ==> CONOCIMIENTO=t 12 conf:(0.39)
100. TECNOLOGÍA=t 44 ==> INNOVACIÓN=t 17 conf:(0.39)
101. DESARROLLO=t 83 ==> CONOCIMIENTO=t 32 conf:(0.39)
102. INVESTIGACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 26 ==> INNOVACIÓN=t 10 conf:(0.38)
103. DESCUBRIMIENTO=t 50 ==> CONOCIMIENTO=t 19 conf:(0.38)
104. DISCIPLINA=t 16 ==> SABIDURÍA=t 6 conf:(0.38)
105. QUÍMICA=t FÍSICA=t 16 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.38)
106. QUÍMICA=t FÍSICA=t 16 ==> BIOLOGÍA=t 6 conf:(0.38)
107. DESARROLLO=t TECNOLOGÍA=t 19 ==> AVANCE=t 7 conf:(0.37)
108. NATURALEZA=t 22 ==> CONOCIMIENTO=t 8 conf:(0.36)
109. QUÍMICA=t 36 ==> MATEMÁTICAS=t 13 conf:(0.36)
110. FÍSICA=t 17 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.35)
111. INVESTIGACIÓN=t QUÍMICA=t 17 ==> FÍSICA=t 6 conf:(0.35)
112. FÍSICA=t 17 ==> INVESTIGACIÓN=t QUÍMICA=t 6 conf:(0.35)
113. FÍSICA=t 17 ==> QUÍMICA=t BIOLOGÍA=t 6 conf:(0.35)
114. INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 17 ==> TECNOLOGÍA=t 6 conf:(0.35)
115. INNOVACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 17 ==> INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 6 conf:(0.35)
116. DESARROLLO=t 83 ==> INNOVACIÓN=t 29 conf:(0.35)
117. AVANCE=t 38 ==> INVESTIGACIÓN=t 13 conf:(0.34)

118. AVANCE=t 38 ==> TECNOLOGÍA=t 13 conf:(0.34)
119. TECNOLOGÍA=t 44 ==> CONOCIMIENTO=t 15 conf:(0.34)
120. LABORATORIO=t 30 ==> CONOCIMIENTO=t 10 conf:(0.33)
121. HIPÓTESIS=t 21 ==> EXPERIMENTACIÓN=t 7 conf:(0.33)
122. HIPÓTESIS=t 21 ==> TEORÍA=t 7 conf:(0.33)
123. INVESTIGACIÓN=t EXPERIMENTACIÓN=t 21 ==> ANÁLISIS=t 7 conf:(0.33)
124. INVESTIGACIÓN=t LABORATORIO=t 18 ==> CONOCIMIENTO=t 6 conf:(0.33)
125. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> DESARROLLO=t 56 conf:(0.33)
126. INNOVACIÓN=t 67 ==> CONOCIMIENTO=t 22 conf:(0.33)
127. INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 68 ==> DESARROLLO=t 22 conf:(0.32)
128. TEORÍA=t 31 ==> EXPERIMENTACIÓN=t 10 conf:(0.32)
129. TECNOLOGÍA=t 44 ==> INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 14 conf:(0.32)
130. ANÁLISIS=t 22 ==> INVESTIGACIÓN=t EXPERIMENTACIÓN=t 7 conf:(0.32)
131. CONOCIMIENTO=t INNOVACIÓN=t 22 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.32)
132. RAZONAMIENTO=t 19 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.32)
133. DESARROLLO=t TECNOLOGÍA=t 19 ==> INVESTIGACIÓN=t INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.32)
134. PROGRESO=t 23 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.3)
135. INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 56 ==> INNOVACIÓN=t 17 conf:(0.3)
136. TECNOLOGÍA=t 44 ==> AVANCE=t 13 conf:(0.3)
137. INVESTIGACIÓN=t ESTUDIO=t 28 ==> DESARROLLO=t 8 conf:(0.29)
138. INVESTIGACIÓN=t INNOVACIÓN=t 36 ==> CONOCIMIENTO=t 10 conf:(0.28)
139. INVESTIGACIÓN=t INNOVACIÓN=t 36 ==> TECNOLOGÍA=t 10 conf:(0.28)
140. DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 29 ==> TECNOLOGÍA=t 8 conf:(0.28)
141. EXPERIMENTACIÓN=t 44 ==> CONOCIMIENTO=t 12 conf:(0.27)
142. SABIDURÍA=t 26 ==> INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 7 conf:(0.27)
143. ESTUDIO=t 45 ==> INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 12 conf:(0.27)
144. LABORATORIO=t 30 ==> EXPERIMENTACIÓN=t 8 conf:(0.27)
145. DESARROLLO=t 83 ==> INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 22 conf:(0.27)
146. PROGRESO=t 23 ==> CONOCIMIENTO=t 6 conf:(0.26)
147. INNOVACIÓN=t 67 ==> TECNOLOGÍA=t 17 conf:(0.25)
148. INNOVACIÓN=t 67 ==> INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 17 conf:(0.25)
149. INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 56 ==> TECNOLOGÍA=t 14 conf:(0.25)
150. EXPERIMENTACIÓN=t 44 ==> ANÁLISIS=t 11 conf:(0.25)
151. DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 29 ==> CONOCIMIENTO=t 7 conf:(0.24)
152. AVANCE=t 38 ==> INNOVACIÓN=t 9 conf:(0.24)
153. LABORATORIO=t 30 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.23)
154. LABORATORIO=t 30 ==> QUÍMICA=t 7 conf:(0.23)
155. CONOCIMIENTO=t 138 ==> DESARROLLO=t 32 conf:(0.23)
156. SABIDURÍA=t 26 ==> ESTUDIO=t 6 conf:(0.23)
157. SABIDURÍA=t 26 ==> DISCIPLINA=t 6 conf:(0.23)
158. INVESTIGACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 26 ==> CONOCIMIENTO=t 6 conf:(0.23)
159. INVESTIGACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 26 ==> DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.23)
160. DESARROLLO=t 83 ==> TECNOLOGÍA=t 19 conf:(0.23)
161. EXPERIMENTACIÓN=t 44 ==> INNOVACIÓN=t 10 conf:(0.23)
162. EXPERIMENTACIÓN=t 44 ==> TEORÍA=t 10 conf:(0.23)
163. TECNOLOGÍA=t 44 ==> INVESTIGACIÓN=t INNOVACIÓN=t 10 conf:(0.23)
164. TEORÍA=t 31 ==> HIPÓTESIS=t 7 conf:(0.23)

165. TEORÍA=t 31 ==> INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 7 conf:(0.23)
166. ESTUDIO=t 45 ==> DESARROLLO=t 10 conf:(0.22)
167. QUÍMICA=t 36 ==> FÍSICA=t MATEMÁTICAS=t 8 conf:(0.22)
168. CONOCIMIENTO=t DESARROLLO=t 32 ==> INNOVACIÓN=t 7 conf:(0.22)
169. CONOCIMIENTO=t DESARROLLO=t 32 ==> AVANCE=t 7 conf:(0.22)
170. INVESTIGACIÓN=t ESTUDIO=t 28 ==> INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.21)
171. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> INNOVACIÓN=t 36 conf:(0.21)
172. DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 29 ==> INVESTIGACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 6 conf:(0.21)
173. DESARROLLO=t 83 ==> INVESTIGACIÓN=t INNOVACIÓN=t 17 conf:(0.2)
174. DESCUBRIMIENTO=t 50 ==> INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 10 conf:(0.2)
175. ESTUDIO=t 45 ==> INNOVACIÓN=t 9 conf:(0.2)
176. LABORATORIO=t 30 ==> INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 6 conf:(0.2)
177. QUÍMICA=t 36 ==> LABORATORIO=t 7 conf:(0.19)
178. TEORÍA=t 31 ==> DESCUBRIMIENTO=t 6 conf:(0.19)
179. CONOCIMIENTO=t DESARROLLO=t 32 ==> EVOLUCIÓN=t 6 conf:(0.19)
180. AVANCE=t 38 ==> CONOCIMIENTO=t DESARROLLO=t 7 conf:(0.18)
181. AVANCE=t 38 ==> DESARROLLO=t TECNOLOGÍA=t 7 conf:(0.18)
182. EXPERIMENTACIÓN=t 44 ==> DESARROLLO=t 8 conf:(0.18)
183. EXPERIMENTACIÓN=t 44 ==> DESCUBRIMIENTO=t 8 conf:(0.18)
184. EXPERIMENTACIÓN=t 44 ==> LABORATORIO=t 8 conf:(0.18)
185. TECNOLOGÍA=t 44 ==> DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 8 conf:(0.18)
186. DESARROLLO=t 83 ==> AVANCE=t 15 conf:(0.18)
187. ESTUDIO=t 45 ==> INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 8 conf:(0.18)
188. INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 68 ==> ESTUDIO=t 12 conf:(0.18)
189. DESARROLLO=t 83 ==> INVESTIGACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 14 conf:(0.17)
190. CONOCIMIENTO=t 138 ==> ESTUDIO=t 23 conf:(0.17)
191. QUÍMICA=t 36 ==> CONOCIMIENTO=t 6 conf:(0.17)
192. QUÍMICA=t 36 ==> BIOLOGÍA=t 6 conf:(0.17)
193. INVESTIGACIÓN=t INNOVACIÓN=t 36 ==> ESTUDIO=t 6 conf:(0.17)
194. QUÍMICA=t 36 ==> INVESTIGACIÓN=t FÍSICA=t 6 conf:(0.17)
195. QUÍMICA=t 36 ==> FÍSICA=t BIOLOGÍA=t 6 conf:(0.17)
196. INVESTIGACIÓN=t INNOVACIÓN=t 36 ==> DESARROLLO=t TECNOLOGÍA=t 6 conf:(0.17)
197. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> ESTUDIO=t 28 conf:(0.16)
198. DESCUBRIMIENTO=t 50 ==> DESARROLLO=t 8 conf:(0.16)
199. DESCUBRIMIENTO=t 50 ==> EXPERIMENTACIÓN=t 8 conf:(0.16)
200. CONOCIMIENTO=t 138 ==> INNOVACIÓN=t 22 conf:(0.16)
201. CONOCIMIENTO=t 138 ==> INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 22 conf:(0.16)
202. EXPERIMENTACIÓN=t 44 ==> HIPÓTESIS=t 7 conf:(0.16)
203. EXPERIMENTACIÓN=t 44 ==> INVESTIGACIÓN=t ANÁLISIS=t 7 conf:(0.16)
204. TECNOLOGÍA=t 44 ==> DESARROLLO=t AVANCE=t 7 conf:(0.16)
205. AVANCE=t 38 ==> DESCUBRIMIENTO=t 6 conf:(0.16)
206. AVANCE=t 38 ==> INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 6 conf:(0.16)
207. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> TECNOLOGÍA=t 26 conf:(0.15)
208. INNOVACIÓN=t 67 ==> EXPERIMENTACIÓN=t 10 conf:(0.15)
209. INNOVACIÓN=t 67 ==> INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 10 conf:(0.15)
210. INNOVACIÓN=t 67 ==> INVESTIGACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 10 conf:(0.15)
211. INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 68 ==> INNOVACIÓN=t 10 conf:(0.15)

212. INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 68 ==> DESCUBRIMIENTO=t 10 conf:(0.15)
213. INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 56 ==> ESTUDIO=t 8 conf:(0.14)
214. DESCUBRIMIENTO=t 50 ==> INNOVACIÓN=t 7 conf:(0.14)
215. CONOCIMIENTO=t 138 ==> DESCUBRIMIENTO=t 19 conf:(0.14)
216. TECNOLOGÍA=t 44 ==> DESCUBRIMIENTO=t 6 conf:(0.14)
217. TECNOLOGÍA=t 44 ==> INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 6 conf:(0.14)
218. TECNOLOGÍA=t 44 ==> INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.14)
219. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> DESCUBRIMIENTO=t 23 conf:(0.14)
220. INNOVACIÓN=t 67 ==> ESTUDIO=t 9 conf:(0.13)
221. INNOVACIÓN=t 67 ==> AVANCE=t 9 conf:(0.13)
222. ESTUDIO=t 45 ==> SABIDURÍA=t 6 conf:(0.13)
223. ESTUDIO=t 45 ==> INVESTIGACIÓN=t INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.13)
224. CONOCIMIENTO=t 138 ==> SABIDURÍA=t 18 conf:(0.13)
225. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> CONOCIMIENTO=t DESARROLLO=t 22 conf:(0.13)
226. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> EXPERIMENTACIÓN=t 21 conf:(0.12)
227. DESARROLLO=t 83 ==> ESTUDIO=t 10 conf:(0.12)
228. DESCUBRIMIENTO=t 50 ==> TECNOLOGÍA=t 6 conf:(0.12)
229. DESCUBRIMIENTO=t 50 ==> AVANCE=t 6 conf:(0.12)
230. DESCUBRIMIENTO=t 50 ==> TEORÍA=t 6 conf:(0.12)
231. INNOVACIÓN=t 67 ==> DESARROLLO=t TECNOLOGÍA=t 8 conf:(0.12)
232. CONOCIMIENTO=t 138 ==> TECNOLOGÍA=t 15 conf:(0.11)
233. CONOCIMIENTO=t 138 ==> AVANCE=t 15 conf:(0.11)
234. CONOCIMIENTO=t 138 ==> RAZONAMIENTO=t 15 conf:(0.11)
235. INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 56 ==> AVANCE=t 6 conf:(0.11)
236. INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 56 ==> EVOLUCIÓN=t 6 conf:(0.11)
237. INVESTIGACIÓN=t DESARROLLO=t 56 ==> INNOVACIÓN=t TECNOLOGÍA=t 6 conf:(0.11)
238. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> LABORATORIO=t 18 conf:(0.11)
239. INNOVACIÓN=t 67 ==> DESCUBRIMIENTO=t 7 conf:(0.1)
240. INNOVACIÓN=t 67 ==> CONOCIMIENTO=t DESARROLLO=t 7 conf:(0.1)
241. INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 68 ==> TEORÍA=t 7 conf:(0.1)
242. INVESTIGACIÓN=t CONOCIMIENTO=t 68 ==> SABIDURÍA=t 7 conf:(0.1)
243. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> QUÍMICA=t 17 conf:(0.1)
244. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> TEORÍA=t 17 conf:(0.1)
245. INVESTIGACIÓN=t 170 ==> DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 17 conf:(0.1)

## Anexo C

### Tablas de frecuencias según orden y subgrupo población de estudio para la definición de *Tecnología*

**Tabla C 1**

Frecuencias según orden de clasificación Total para Tecnología de las 15 primeras palabras

PALABRA	ORDEN					TOTAL
	1	2	3	4	5	
DESARROLLO	32	39	21	20	14	126
INNOVACIÓN	58	21	13	16	15	123
AVANCE	26	22	19	10	10	87
CIENCIA	11	4	13	12	9	49
APLICACIÓN	12	6	13	6	7	44
COMPUTADORES	18	6	1	5	5	35
FUTURO	6	7	8	8	5	34
HERRAMIENTA	9	8	3	9	4	33
CONOCIMIENTO	8	9	5	6	4	32
INVESTIGACIÓN	7	9	5	7	1	29
FACILIDAD	4	5	6	8	4	27
MEJORAMIENTO	2	5	4	7	7	25
COMUNICACIÓN	3	4	4	4	7	22
PROGRESO	5	2	3	9	3	22
INGENIERÍA	5	2	4	3	7	21

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C 2**

Frecuencias según orden de clasificación para subgrupo poblacional Estudiantes

PALABRA	ORDEN					TOTAL
	1	2	3	4	5	
DESARROLLO	21	30	15	12	8	86
INNOVACIÓN	42	10	8	12	10	82
AVANCE	20	15	16	8	9	68
CIENCIA	7	2	8	8	5	30
APLICACIÓN	6	2	8	4	3	23
COMPUTADORES	8	5	1	3	4	21
FUTURO	3	6	5	8	2	24
HERRAMIENTA	7	7	1	4	3	22
CONOCIMIENTO	3	4	3	5	0	15
INVESTIGACIÓN	3	3	3	1	1	11
FACILIDAD	3	5	5	7	3	23
MEJORAMIENTO	1	4	1	5	6	17
COMUNICACIÓN	2	3	1	1	3	10
PROGRESO	1	2	2	6	1	12
INGENIERÍA	2	1	2	2	5	12

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C 3**

Frecuencias según orden de clasificación para subgrupo poblacional Profesional

PALABRA	ORDEN					TOTAL
	1	2	3	4	5	
DESARROLLO	9	7	5	5	5	31
INNOVACIÓN	14	7	4	2	3	30
AVANCE	6	7	3	1	1	18
CIENCIA	2	1	4	3	2	12
APLICACIÓN	5	2	2	2	3	14
COMPUTADORES	8	1	0	1	1	11
FUTURO	2	1	3	0	3	9
HERRAMIENTA	1	0	2	3	1	7
CONOCIMIENTO	1	5	2	1	3	12
INVESTIGACIÓN	3	5	2	5	0	15
FACILIDAD	1	0	1	1	1	4
MEJORAMIENTO	1	1	3	2	1	8
COMUNICACIÓN	0	1	3	3	2	9
PROGRESO	4	0	1	3	2	10
INGENIERÍA	2	1	1	1	1	6

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C 4**

Frecuencias según orden de clasificación para subgrupo poblacional Docentes y Directivos

PALABRA	ORDEN					TOTAL
	1	2	3	4	5	
DESARROLLO	2	2	1	3	1	9
INNOVACIÓN	2	4	1	2	2	11
AVANCE	0	0	0	1	0	1
CIENCIA	2	1	1	1	2	7
APLICACIÓN	1	2	3	0	1	7
COMPUTADORES	2	0	0	1	0	3
FUTURO	1	0	0	0	0	1
HERRAMIENTA	1	1	0	2	0	4
CONOCIMIENTO	4	0	0	0	1	5
INVESTIGACIÓN	1	1	0	1	0	3
FACILIDAD	0	0	0	0	0	0
MEJORAMIENTO	0	0	0	0	0	0
COMUNICACIÓN	1	0	0	0	2	3
PROGRESO	0	0	0	0	0	0
INGENIERÍA	1	0	1	0	1	3

Fuente: Elaboración propia

## Parámetros de asociación Tecnología Total

Resultados de los parámetros de asociación y de modularidad junto con los algoritmos utilizados para calcular dichos parámetros.

### Graph Distance Report

---

#### Parameters:

Network Interpretation: directed

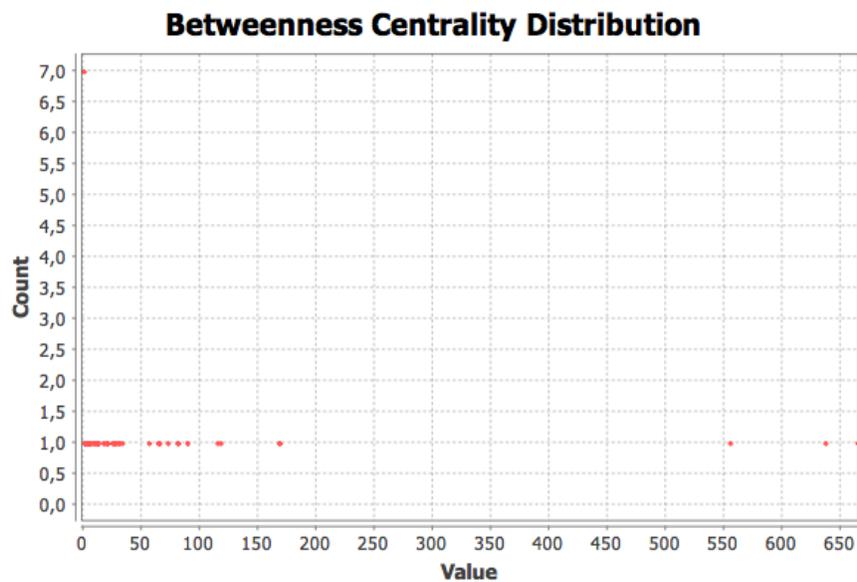
#### Results:

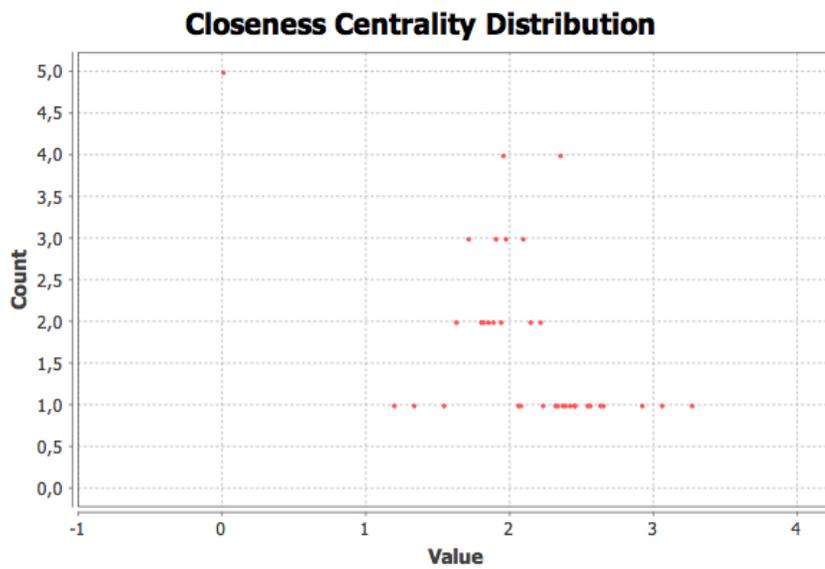
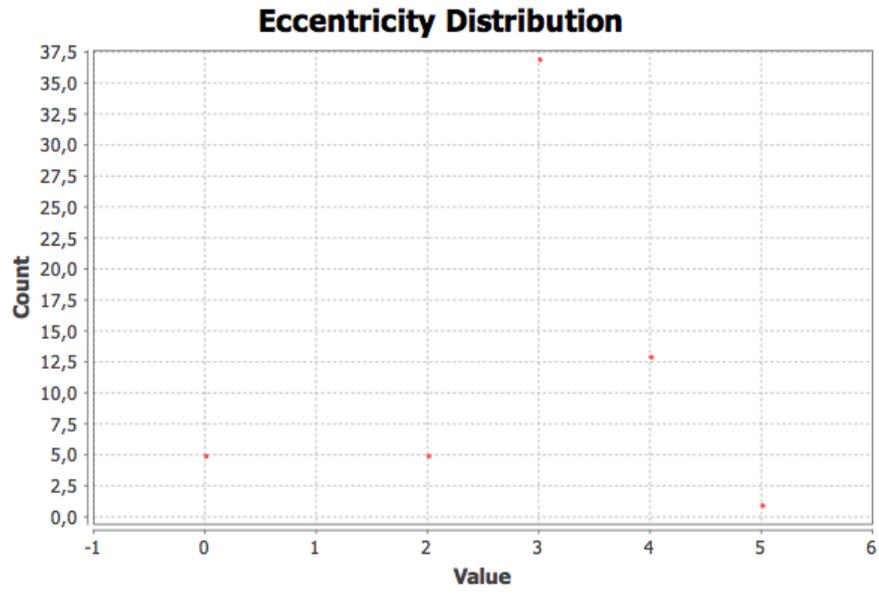
Diameter: 5

Radius: 0

Average Path length: 2.0938461538461537

Number of shortest paths: 3250





**Algorithm:**

Ulrik Brandes, *A Faster Algorithm for Betweenness Centrality*, in *Journal of Mathematical Sociology* 25(2):163-177, (2001)

## Modularity Report

---

### Parameters:

Randomize: On

Use edge weights: On

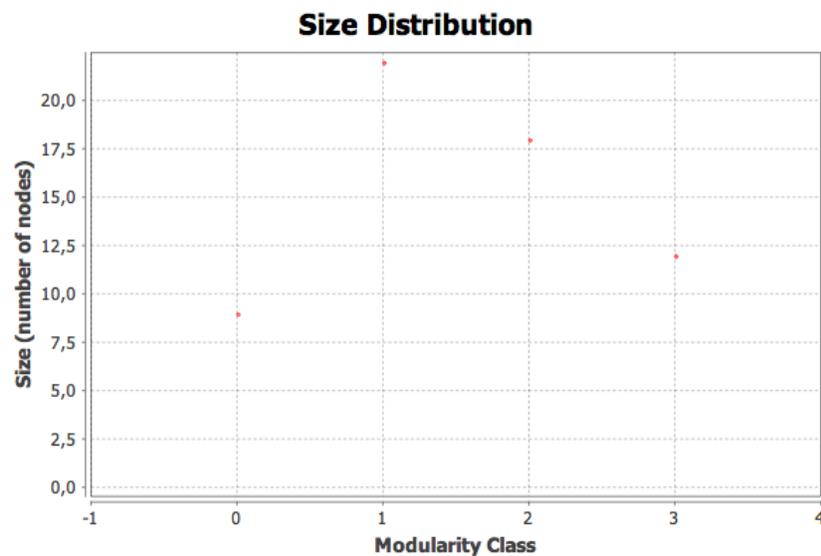
Resolution: 1.0

### Results:

Modularity: 0,154

Modularity with resolution: 0,154

Number of Communities: 4



### Algorithm:

Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, Etienne Lefebvre, *Fast unfolding of communities in large networks*, in Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment 2008 (10), P1000

### Resolution:

R. Lambiotte, J.-C. Delvenne, M. Barahona *Laplacian Dynamics and Multiscale Modular Structure in Networks* 2009



# Graph Distance Report

---

## Parameters:

Network Interpretation: directed

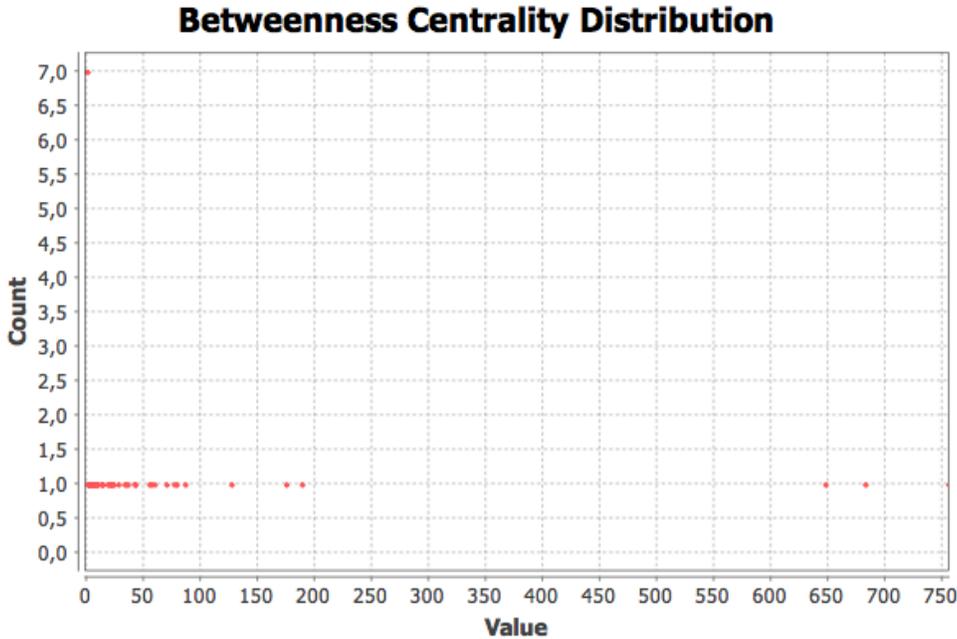
## Results:

Diameter: 5

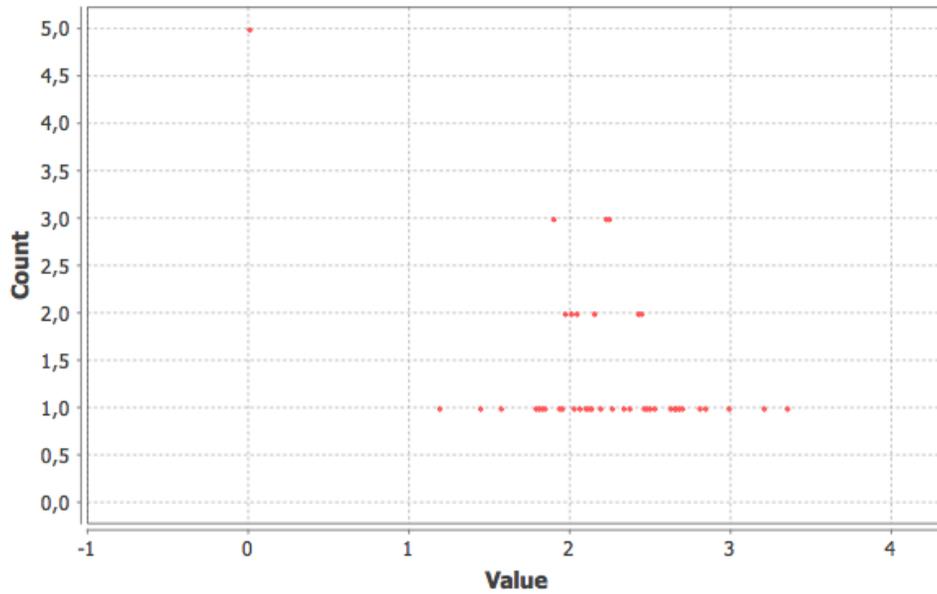
Radius: 0

Average Path length: 2.231059307507713

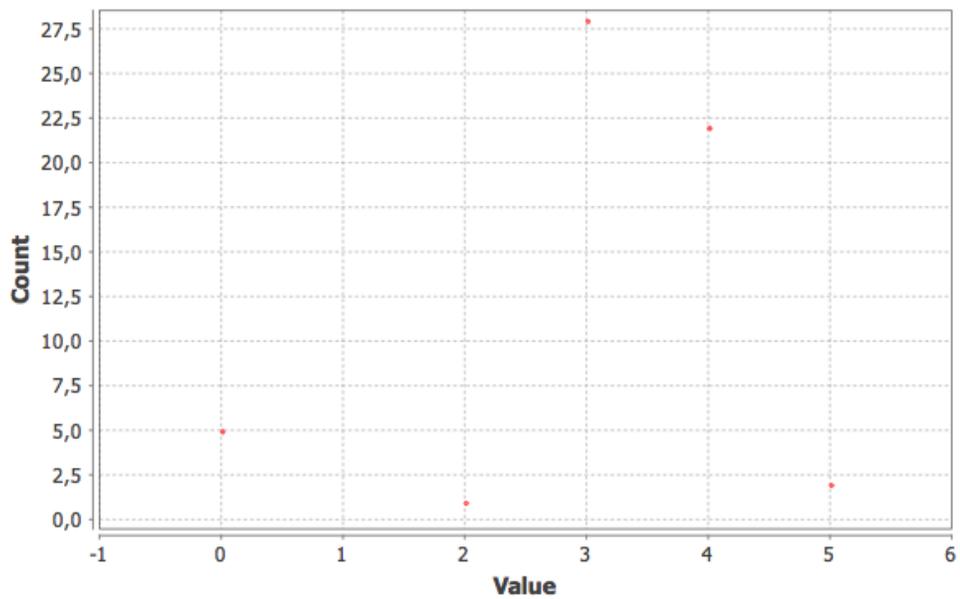
Number of shortest paths: 2917



**Closeness Centrality Distribution**



**Eccentricity Distribution**



**Algorithm:**

Ulrik Brandes, *A Faster Algorithm for Betweenness Centrality*, in Journal of Mathematical Sociology 25(2):163-177, (2001)

## Modularity Report

---

### Parameters:

Randomize: On

Use edge weights: On

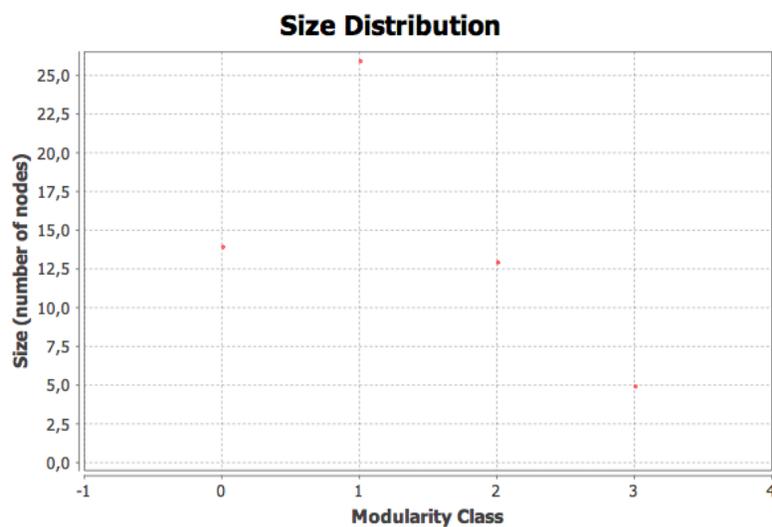
Resolution: 1.0

### Results:

Modularity: 0,140

Modularity with resolution: 0,140

Number of Communities: 4



### Algorithm:

Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, Etienne Lefebvre, *Fast unfolding of communities in large networks*, in Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment 2008 (10), P1000

### Resolution:

R. Lambiotte, J.-C. Delvenne, M. Barahona *Laplacian Dynamics and Multiscale Modular Structure in Networks* 2009



# Graph Distance Report

---

## Parameters:

Network Interpretation: directed

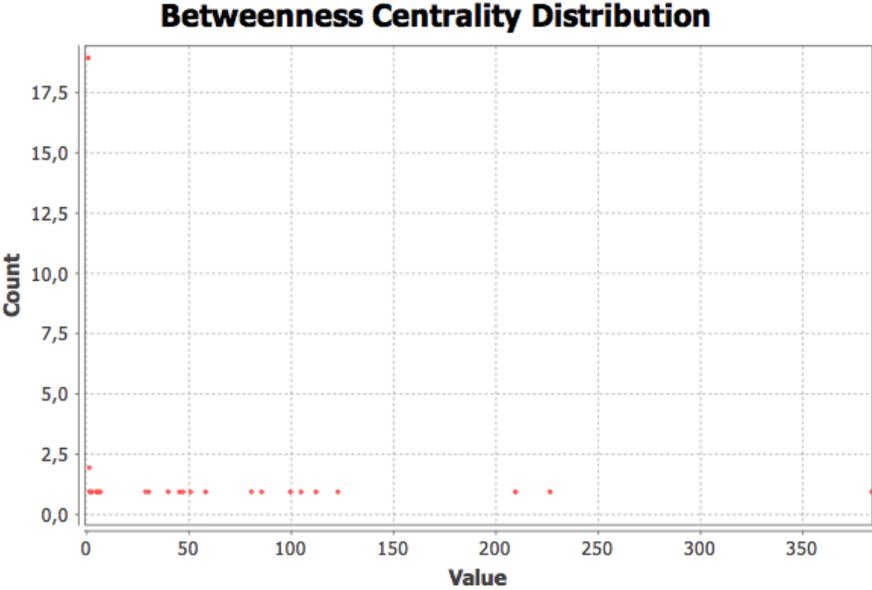
## Results:

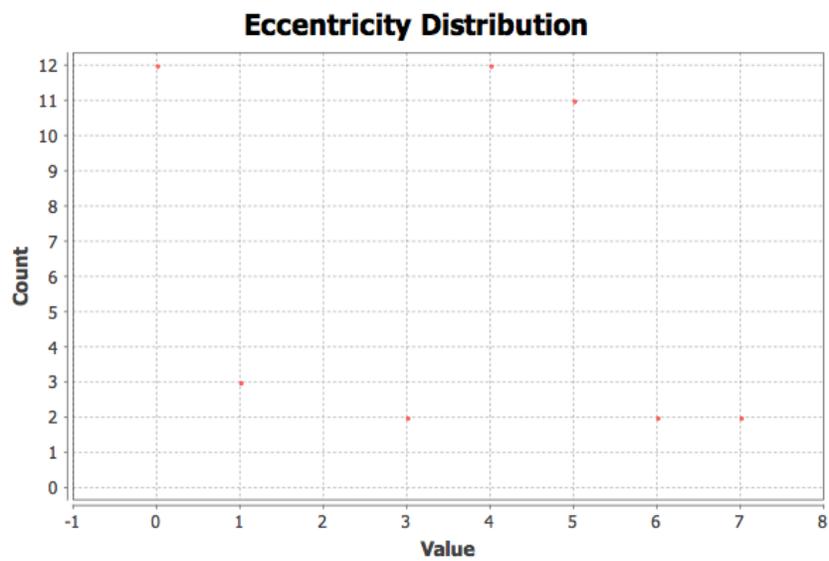
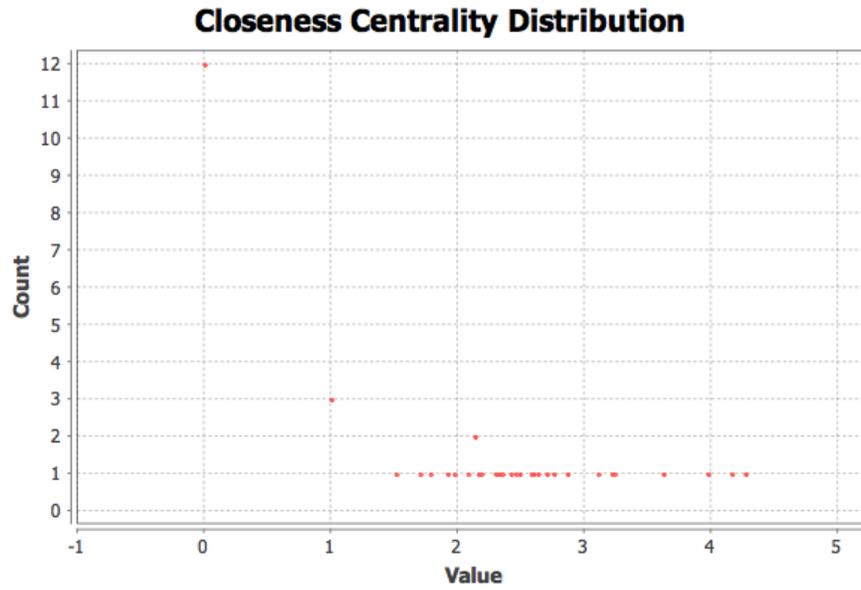
Diameter: 7

Radius: 0

Average Path length: 2.6053604436229203

Number of shortest paths: 1082





**Algorithm:**

Ulrik Brandes, *A Faster Algorithm for Betweenness Centrality*, in *Journal of Mathematical Sociology* 25(2):163-177, (2001)

## Modularity Report

---

### Parameters:

Randomize: On

Use edge weights: On

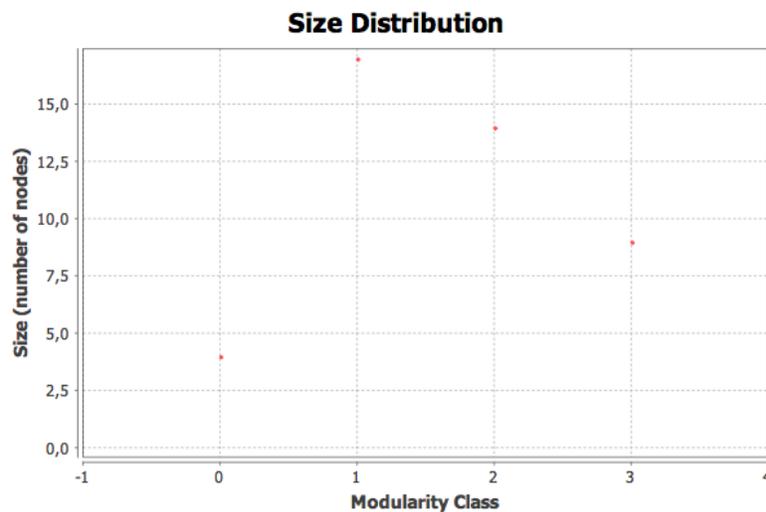
Resolution: 1.0

### Results:

Modularity: 0,242

Modularity with resolution: 0,242

Number of Communities: 4



### Algorithm:

Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, Etienne Lefebvre, *Fast unfolding of communities in large networks*, in *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* 2008 (10), P1000

### Resolution:

R. Lambiotte, J.-C. Delvenne, M. Barahona *Laplacian Dynamics and Multiscale Modular Structure in Networks* 2009

## Grafo de asociación y parámetros de asociación para *Tecnología* en el grupo poblacional Docentes y Directivos

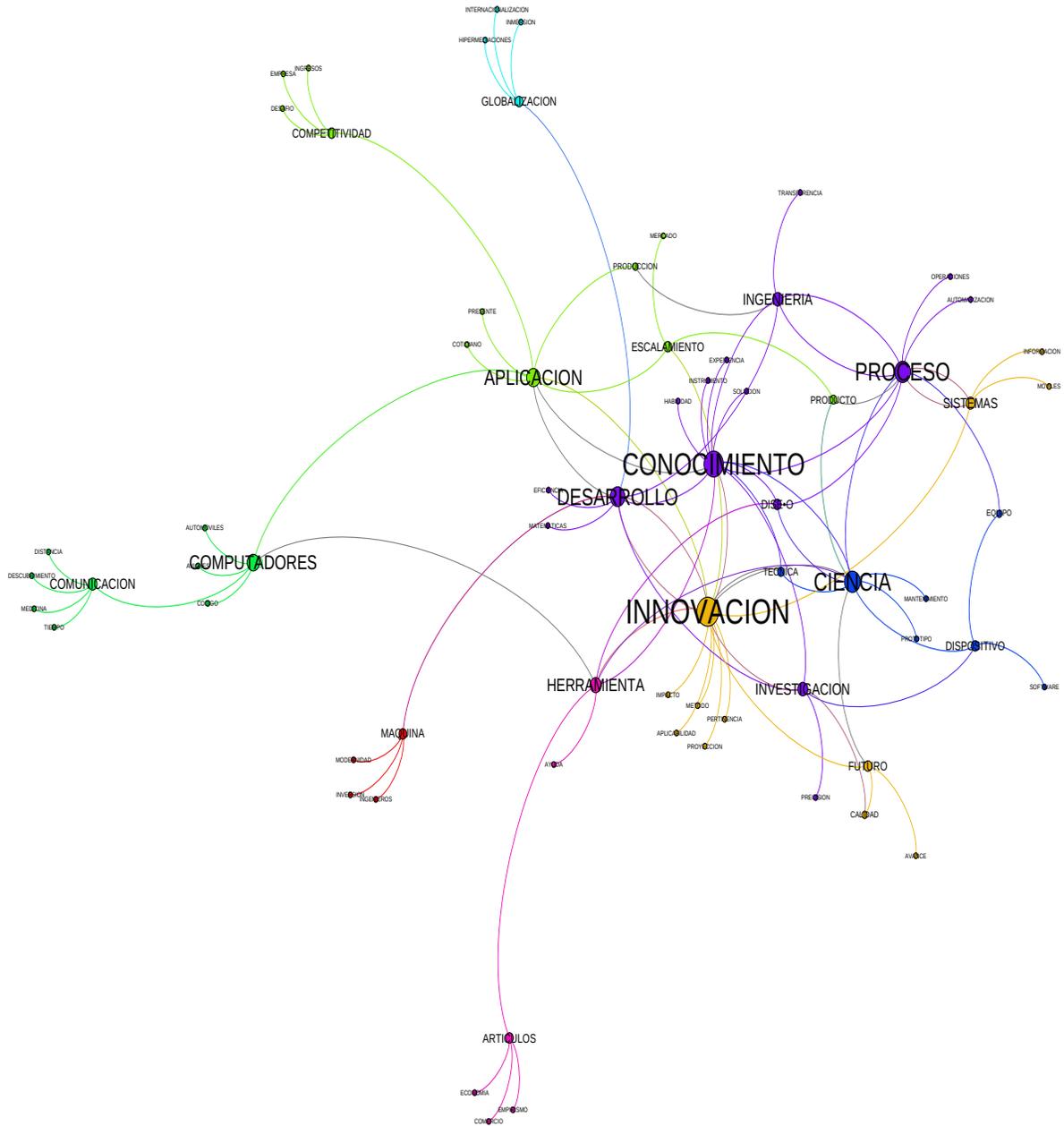


Figura C 3 Grafo de asociación para Tecnología en el grupo poblacional Docentes y Directivos.  
Fuente: Elaboración propia.

# Graph Distance Report

---

**Parameters:**

Network Interpretation: directed

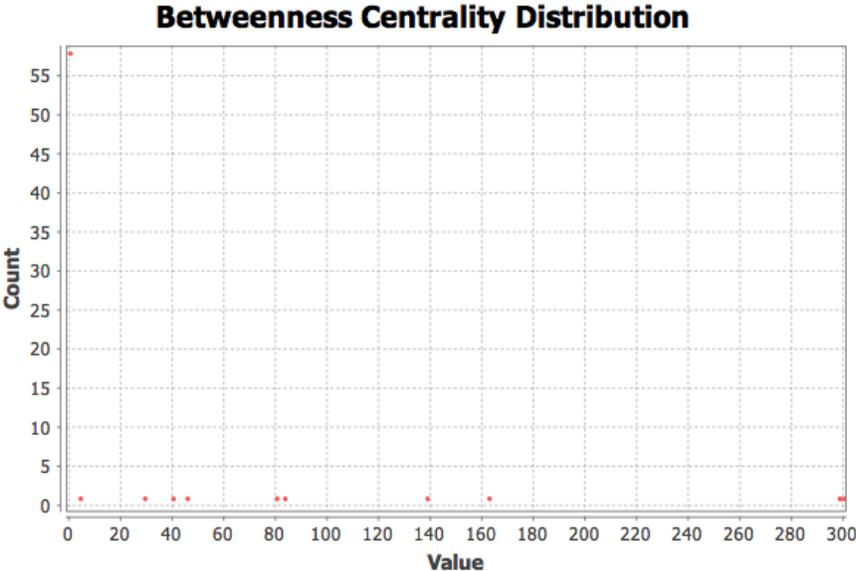
**Results:**

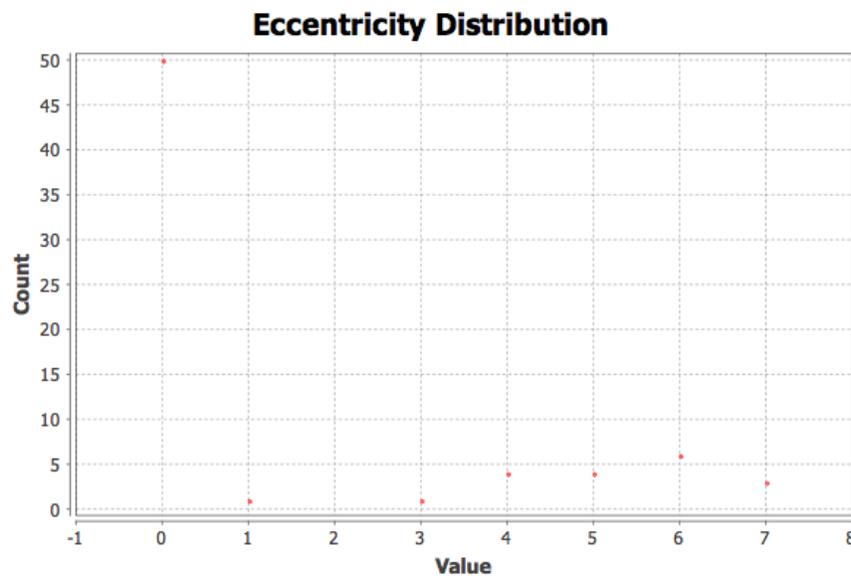
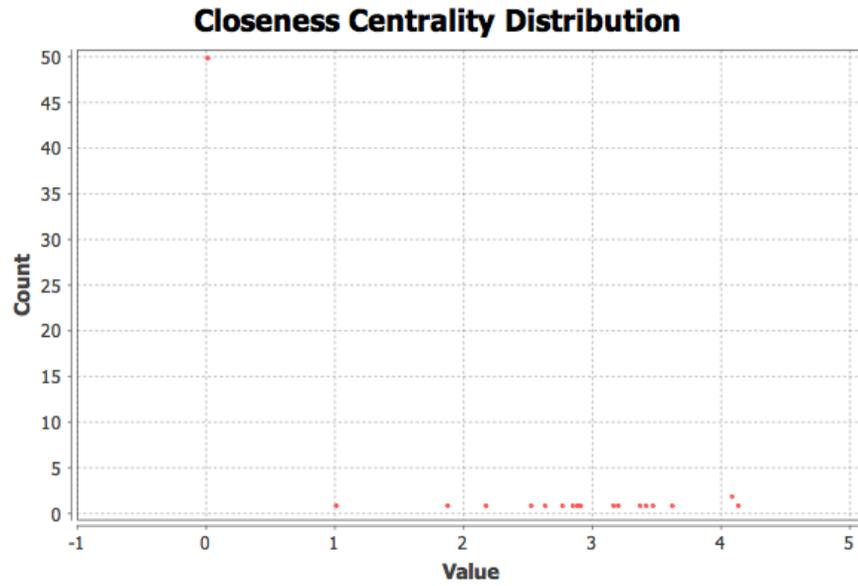
Diameter: 7

Radius: 0

Average Path length: 3.1112696148359484

Number of shortest paths: 701





**Algorithm:**

Ulrik Brandes, *A Faster Algorithm for Betweenness Centrality*, in *Journal of Mathematical Sociology* 25(2):163-177, (2001)

## Modularity Report

---

### Parameters:

Randomize: On

Use edge weights: On

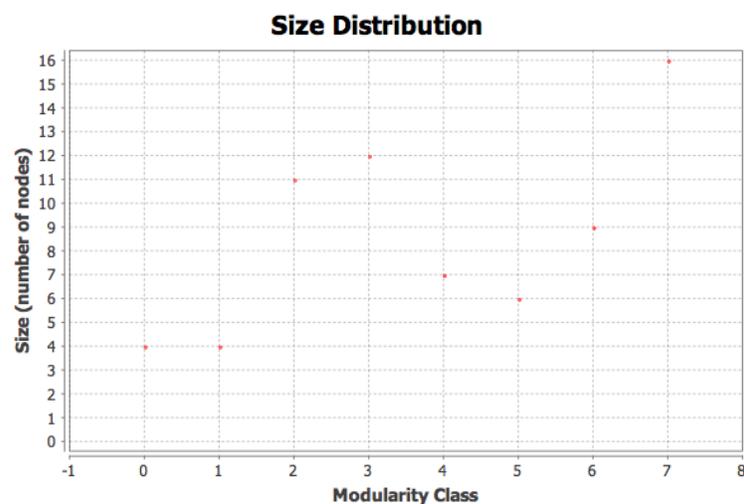
Resolution: 1.0

### Results:

Modularity: 0,503

Modularity with resolution: 0,503

Number of Communities: 8



### Algorithm:

Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, Etienne Lefebvre, *Fast unfolding of communities in large networks*, in Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment 2008 (10), P1000

### Resolution:

R. Lambiotte, J.-C. Delvenne, M. Barahona *Laplacian Dynamics and Multiscale Modular Structure in Networks* 2009

## Resultados de las asociaciones de palabras para *Tecnología* (niveles de confianza entre 0,1 y 1)

Scheme: weka.associations.Apriori -N 300 -T 0 -C 0.1 -D 0.05 -U 1.0 -M 0.02 -S -1.0 -c -1  
Relation: TECNOLOGIA

Instances: 318

Attributes: 307

[list of attributes omitted]

=== Associator model (full training set) ===

Apriori

=====

Minimum support: 0.02 (6 instances)

Minimum metric <confidence>: 0.1

Number of cycles performed: 20

Generated sets of large itemsets:

Size of set of large itemsets L(1): 60

Size of set of large itemsets L(2): 67

Size of set of large itemsets L(3): 11

Best rules found:

1. AVANCE=t EVOLUCIÓN=t 6 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(1)
2. INGENIERÍA=t INVESTIGACIÓN=t 6 ==> INNOVACIÓN=t 6 conf:(1)
3. CONOCIMIENTO=t INVESTIGACIÓN=t 7 ==> INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.86)
4. INVENTO=t 16 ==> DESARROLLO=t 12 conf:(0.75)
5. CREATIVIDAD=t 8 ==> INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.75)
6. GLOBALIZACIÓN=t 8 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.75)
7. APLICACIÓN=t PROGRESO=t 8 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.75)
8. DESARROLLO=t INVESTIGACIÓN=t 18 ==> INNOVACIÓN=t 13 conf:(0.72)
9. INVESTIGACIÓN=t 29 ==> INNOVACIÓN=t 20 conf:(0.69)
10. SOLUCIÓN=t 9 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.67)
11. AVANCE=t MEJORAMIENTO=t 9 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.67)
12. INNOVACIÓN=t INVESTIGACIÓN=t 20 ==> DESARROLLO=t 13 conf:(0.65)
13. PROGRAMACIÓN=t 14 ==> COMPUTADORES=t 9 conf:(0.64)
14. INDUSTRIA=t 14 ==> DESARROLLO=t 9 conf:(0.64)
15. PROGRESO=t 22 ==> DESARROLLO=t 14 conf:(0.64)
16. INVESTIGACIÓN=t 29 ==> DESARROLLO=t 18 conf:(0.62)
17. CALIDAD=t 13 ==> INNOVACIÓN=t 8 conf:(0.62)
18. SOFTWARE=t 13 ==> COMPUTADORES=t 8 conf:(0.62)
19. DESARROLLO=t EVOLUCIÓN=t 10 ==> AVANCE=t 6 conf:(0.6)
20. DESARROLLO=t MEJORAMIENTO=t 10 ==> AVANCE=t 6 conf:(0.6)
21. EVOLUCIÓN=t 17 ==> DESARROLLO=t 10 conf:(0.59)
22. INNOVACIÓN=t PROGRESO=t 12 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.58)
23. INGENIERÍA=t 21 ==> INNOVACIÓN=t 12 conf:(0.57)
24. FUTURO=t 34 ==> AVANCE=t 19 conf:(0.56)
25. PROGRESO=t 22 ==> INNOVACIÓN=t 12 conf:(0.55)

26. AUTOMATIZACIÓN=t 11 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.55)
27. CONOCIMIENTO=t INNOVACIÓN=t 11 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.55)
28. CALIDAD=t 13 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.54)
29. OPTIMIZACIÓN=t 13 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.54)
30. EVOLUCIÓN=t 17 ==> INNOVACIÓN=t 9 conf:(0.53)
31. CIENCIA=t DESARROLLO=t 16 ==> INNOVACIÓN=t 8 conf:(0.5)
32. DESARROLLO=t PROGRESO=t 14 ==> INNOVACIÓN=t 7 conf:(0.5)
33. INFORMACIÓN=t 12 ==> INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.5)
34. DESARROLLO=t FUTURO=t 12 ==> AVANCE=t 6 conf:(0.5)
35. INGENIERÍA=t INNOVACIÓN=t 12 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.5)
36. APLICACIÓN=t 44 ==> DESARROLLO=t 21 conf:(0.48)
37. PRÁCTICA=t 13 ==> INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.46)
38. INVESTIGACIÓN=t 29 ==> DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 13 conf:(0.45)
39. EFICIENCIA=t 16 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.44)
40. INNOVACIÓN=t 123 ==> DESARROLLO=t 53 conf:(0.43)
41. CIENCIA=t 49 ==> INNOVACIÓN=t 21 conf:(0.43)
42. INGENIERÍA=t 21 ==> DESARROLLO=t 9 conf:(0.43)
43. APLICACIÓN=t INNOVACIÓN=t 14 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.43)
44. DESARROLLO=t PROGRESO=t 14 ==> APLICACIÓN=t 6 conf:(0.43)
45. DESARROLLO=t 126 ==> INNOVACIÓN=t 53 conf:(0.42)
46. AVANCE=t INNOVACIÓN=t 29 ==> DESARROLLO=t 12 conf:(0.41)
47. FACILIDAD=t 27 ==> INNOVACIÓN=t 11 conf:(0.41)
48. AVANCE=t 87 ==> DESARROLLO=t 35 conf:(0.4)
49. MEJORAMIENTO=t 25 ==> DESARROLLO=t 10 conf:(0.4)
50. FALTANTE=t 28 ==> INNOVACIÓN=t 11 conf:(0.39)
51. CIENCIA=t INNOVACIÓN=t 21 ==> DESARROLLO=t 8 conf:(0.38)
52. INVENTO=t 16 ==> AVANCE=t 6 conf:(0.38)
53. TÉCNICA=t 16 ==> CIENCIA=t 6 conf:(0.38)
54. TÉCNICA=t 16 ==> INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.38)
55. PROGRESO=t 22 ==> APLICACIÓN=t 8 conf:(0.36)
56. MEJORAMIENTO=t 25 ==> AVANCE=t 9 conf:(0.36)
57. FUTURO=t 34 ==> DESARROLLO=t 12 conf:(0.35)
58. EVOLUCIÓN=t 17 ==> AVANCE=t 6 conf:(0.35)
59. EVOLUCIÓN=t 17 ==> AVANCE=t DESARROLLO=t 6 conf:(0.35)
60. CONOCIMIENTO=t 32 ==> DESARROLLO=t 11 conf:(0.34)
61. CONOCIMIENTO=t 32 ==> INNOVACIÓN=t 11 conf:(0.34)
62. AVANCE=t DESARROLLO=t 35 ==> INNOVACIÓN=t 12 conf:(0.34)
63. AVANCE=t 87 ==> INNOVACIÓN=t 29 conf:(0.33)
64. CIENCIA=t 49 ==> DESARROLLO=t 16 conf:(0.33)
65. APLICACIÓN=t 44 ==> INNOVACIÓN=t 14 conf:(0.32)
66. COMUNICACIÓN=t 22 ==> AVANCE=t 7 conf:(0.32)
67. COMUNICACIÓN=t 22 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.32)
68. PROGRESO=t 22 ==> DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 7 conf:(0.32)
69. DISEÑO=t 19 ==> CIENCIA=t 6 conf:(0.32)
70. DISEÑO=t 19 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.32)
71. AVANCE=t FUTURO=t 19 ==> DESARROLLO=t 6 conf:(0.32)
72. HERRAMIENTA=t 33 ==> AVANCE=t 10 conf:(0.3)

73. INNOVACIÓN=t INVESTIGACIÓN=t 20 ==> CONOCIMIENTO=t 6 conf:(0.3)
74. INNOVACIÓN=t INVESTIGACIÓN=t 20 ==> INGENIERÍA=t 6 conf:(0.3)
75. FACILIDAD=t 27 ==> AVANCE=t 8 conf:(0.3)
76. FACILIDAD=t 27 ==> DESARROLLO=t 8 conf:(0.3)
77. FACILIDAD=t 27 ==> HERRAMIENTA=t 8 conf:(0.3)
78. FALTANTE=t 28 ==> DESARROLLO=t 8 conf:(0.29)
79. INGENIERÍA=t 21 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.29)
80. APLICACIÓN=t DESARROLLO=t 21 ==> INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.29)
81. APLICACIÓN=t DESARROLLO=t 21 ==> PROGRESO=t 6 conf:(0.29)
82. INGENIERÍA=t 21 ==> INNOVACIÓN=t INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.29)
83. MEJORAMIENTO=t 25 ==> APLICACIÓN=t 7 conf:(0.28)
84. MEJORAMIENTO=t 25 ==> INNOVACIÓN=t 7 conf:(0.28)
85. DESARROLLO=t 126 ==> AVANCE=t 35 conf:(0.28)
86. INVESTIGACIÓN=t 29 ==> AVANCE=t 8 conf:(0.28)
87. HERRAMIENTA=t 33 ==> INNOVACIÓN=t 9 conf:(0.27)
88. COMUNICACIÓN=t 22 ==> INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.27)
89. PROGRESO=t 22 ==> APLICACIÓN=t DESARROLLO=t 6 conf:(0.27)
90. CIENCIA=t 49 ==> AVANCE=t 13 conf:(0.27)
91. COMPUTADORES=t 34 ==> PROGRAMACIÓN=t 9 conf:(0.26)
92. CONOCIMIENTO=t 32 ==> CIENCIA=t 8 conf:(0.25)
93. DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 53 ==> INVESTIGACIÓN=t 13 conf:(0.25)
94. HERRAMIENTA=t 33 ==> FACILIDAD=t 8 conf:(0.24)
95. INVESTIGACIÓN=t 29 ==> CONOCIMIENTO=t 7 conf:(0.24)
96. MEJORAMIENTO=t 25 ==> AVANCE=t DESARROLLO=t 6 conf:(0.24)
97. INNOVACIÓN=t 123 ==> AVANCE=t 29 conf:(0.24)
98. COMPUTADORES=t 34 ==> INNOVACIÓN=t 8 conf:(0.24)
99. COMPUTADORES=t 34 ==> SOFTWARE=t 8 conf:(0.24)
100. FUTURO=t 34 ==> INNOVACIÓN=t 8 conf:(0.24)
101. DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 53 ==> AVANCE=t 12 conf:(0.23)
102. CONOCIMIENTO=t 32 ==> INVESTIGACIÓN=t 7 conf:(0.22)
103. AVANCE=t 87 ==> FUTURO=t 19 conf:(0.22)
104. HERRAMIENTA=t 33 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.21)
105. INVESTIGACIÓN=t 29 ==> CIENCIA=t 6 conf:(0.21)
106. INVESTIGACIÓN=t 29 ==> INGENIERÍA=t 6 conf:(0.21)
107. INVESTIGACIÓN=t 29 ==> CONOCIMIENTO=t INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.21)
108. INVESTIGACIÓN=t 29 ==> INGENIERÍA=t INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.21)
109. COMPUTADORES=t 34 ==> DESARROLLO=t 7 conf:(0.21)
110. APLICACIÓN=t 44 ==> AVANCE=t 9 conf:(0.2)
111. CONOCIMIENTO=t 32 ==> INNOVACIÓN=t INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.19)
112. APLICACIÓN=t 44 ==> PROGRESO=t 8 conf:(0.18)
113. HERRAMIENTA=t 33 ==> CIENCIA=t 6 conf:(0.18)
114. FUTURO=t 34 ==> AVANCE=t DESARROLLO=t 6 conf:(0.18)
115. AVANCE=t DESARROLLO=t 35 ==> EVOLUCIÓN=t 6 conf:(0.17)
116. AVANCE=t DESARROLLO=t 35 ==> FUTURO=t 6 conf:(0.17)
117. AVANCE=t DESARROLLO=t 35 ==> MEJORAMIENTO=t 6 conf:(0.17)
118. INNOVACIÓN=t 123 ==> CIENCIA=t 21 conf:(0.17)
119. DESARROLLO=t 126 ==> APLICACIÓN=t 21 conf:(0.17)

120. CIENCIA=t 49 ==> CONOCIMIENTO=t 8 conf:(0.16)
121. CIENCIA=t 49 ==> DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 8 conf:(0.16)
122. INNOVACIÓN=t 123 ==> INVESTIGACIÓN=t 20 conf:(0.16)
123. APLICACIÓN=t 44 ==> MEJORAMIENTO=t 7 conf:(0.16)
124. DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 53 ==> CIENCIA=t 8 conf:(0.15)
125. AVANCE=t 87 ==> CIENCIA=t 13 conf:(0.15)
126. DESARROLLO=t 126 ==> INVESTIGACIÓN=t 18 conf:(0.14)
127. AVANCE=t 87 ==> DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 12 conf:(0.14)
128. APLICACIÓN=t 44 ==> DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 6 conf:(0.14)
129. APLICACIÓN=t 44 ==> DESARROLLO=t PROGRESO=t 6 conf:(0.14)
130. DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 53 ==> PROGRESO=t 7 conf:(0.13)
131. DESARROLLO=t 126 ==> CIENCIA=t 16 conf:(0.13)
132. CIENCIA=t 49 ==> DISEÑO=t 6 conf:(0.12)
133. CIENCIA=t 49 ==> HERRAMIENTA=t 6 conf:(0.12)
134. CIENCIA=t 49 ==> INVESTIGACIÓN=t 6 conf:(0.12)
135. CIENCIA=t 49 ==> TÉCNICA=t 6 conf:(0.12)
136. AVANCE=t 87 ==> HERRAMIENTA=t 10 conf:(0.11)
137. INNOVACIÓN=t 123 ==> APLICACIÓN=t 14 conf:(0.11)
138. DESARROLLO=t INNOVACIÓN=t 53 ==> APLICACIÓN=t 6 conf:(0.11)
139. DESARROLLO=t 126 ==> PROGRESO=t 14 conf:(0.11)
140. INNOVACIÓN=t 123 ==> DESARROLLO=t INVESTIGACIÓN=t 13 conf:(0.11)
141. AVANCE=t 87 ==> APLICACIÓN=t 9 conf:(0.1)
142. AVANCE=t 87 ==> MEJORAMIENTO=t 9 conf:(0.1)
143. DESARROLLO=t 126 ==> INNOVACIÓN=t INVESTIGACIÓN=t 13