

40

Fecha de presentación: diciembre, 2022

Fecha de aceptación: febrero, 2023

Fecha de publicación: abril, 2023

CULTURA CIENTÍFICA:

PERCEPCIONES DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS SOBRE QUÍMICA Y SOCIEDAD

SCIENTIFIC CULTURE: UNIVERSITY STUDENTS' PERCEPTIONS ABOUT CHEMISTRY AND SOCIETY

Yoandra Olivert Fernández¹

E-mail: yoandraolivert@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6225-2404>

¹Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Olivert Fernández, Y. (2023). Cultura científica: Percepciones de estudiantes universitarios sobre química y sociedad. *Universidad y Sociedad*, 15(S1), 404-415.

RESUMEN

Este artículo expone la importancia y necesidad de realizar un estudio sobre Cultura científica en Química y Sociedad (CQS) en los estudiantes de Grados de Ciencias químicas, Ingeniería química, del Máster de Investigación y de Profesorado egresados de ambas especialidades, de la Universidad de Zaragoza. Se hizo un diagnóstico inicial de las fortalezas y debilidades de los contenidos en Química y Sociedad que se plantean en el currículo de grados. Se aplicó de manera conjunta varias técnicas de recogida de información: los Cuestionarios (Química y Sociedad I y II) elaborados ex novo para esta investigación. La metodología obedece a una perspectiva empírica-analítica-explicativa y tiene como propósito específico, identificar y clasificar los principales elementos de "percepción" mediante las actividades de categorización, codificación, y también el tratamiento estadístico del conjunto de datos, y a partir de cinco categorías de análisis: actualización en Química y Sociedad (1); conocimientos de relación sobre Química y Sociedad (2); percepción de riesgos químicos (3); ética científica y cuestiones morales en los científicos y en las científicas (4); comunicación de conocimientos de Química y Sociedad (5). En este estudio se identificaron los determinantes y las causas que pueden estar influyendo en la Cultura científica.

Palabras clave: ciencia, tecnología, química, sociedad, cultura científica, comunicación.

ABSTRACT

This article deals with the importance and need to carry out a study on Scientific Culture in Chemistry and Society (CQS) in Chemical Sciences and Chemical Engineering students of the Master of Research and of Faculty graduated from both specialties, from Zaragoza University. An initial diagnosis was made of the strengths and weaknesses that are in the undergraduate curriculum of Chemistry and Society contents. Several information gathering techniques were applied jointly: the Questionnaires (Chemistry and Society I and II) prepared ex novo for this research. The methodology obeys an empirical-analytical-explanatory perspective and its specific purpose is to identify and classify the main elements of "perception" through the activities of categorization, coding, and also the statistical treatment of the data set, and from five analysis categories: update in Chemistry and Society (1); related knowledge about Chemistry and Society (2); perception of chemical risks (3); scientific ethics and moral issues in men and women scientists (4); communication of knowledge of Chemistry and Society (5). In this study, the determinants and causes that may be influencing scientific culture were identified.

Keywords: science, technology, chemistry, society, scientific culture, communication.

INTRODUCCIÓN

Durante las dos últimas décadas las universidades europeas, norteamericanas y latinoamericanas han incrementado los estudios que resaltan la importancia del papel humanístico y cultural de la ciencia y la tecnología dentro de un horizonte universitario de cambios políticos, económicos, sociales, ambientales, éticos y culturales. En la actualidad, la extensión de metodologías se vincula a Estudio de casos para realizar valoraciones sobre el aprendizaje social de la ciencia, de forma general, y obtener información sobre percepciones de Cultura científica en Química y Sociedad, en particular.

El artículo parte de que el enfoque social de la Ciencia y la Tecnología (CTS), que se abrió paso en la década de los 60, se ha ido enriqueciendo considerablemente Osorio, (2001,p.119) señala...”por un conjunto de reacciones académicas y sociales contra la tradicional concepción esencialista y triunfalista de la ciencia”, y se presenta en diversas perspectivas, la Didáctica de la ciencia; la Sociología de la ciencia, la Psicología, la Filosofía de la ciencia o las Ciencias experimentales que superan la visión simplificada de entender las teorías científicas al margen de los procesos cotidianos a las que ellas se remiten. Se suma a lo anterior a criterio de Osorio, (2019, p.105), que el aprendizaje de ciencias a través del análisis de las controversias desde la perspectiva (CTS), tiene como punto de partida la no separación entre ciencia y sociedad, es decir, el ámbito cognoscitivo y valorativo se encuentran presentes en la producción del conocimiento científico, tecnológico. Asimismo, Barceló, (2019, p.167), insiste que el papel actual de las Universidades se centra en...” promover la visibilidad de su producción científica e incrementar el impacto de sus contenidos”.

En el contexto de la Enseñanza Universitaria en España se constata estudios y esfuerzos que incrementan el enfoque de relación CTS. Quintanilla, (2021), afirma cómo la capacidad y la intensidad de las innovaciones tecnológicas en distintos tipos de sistemas sociales, pueden verse afectadas por factores culturales.

A la luz de la actualidad se puede entender la desafortunada confrontación que quiere hacerse entre ciencias y lo que significa sus aportaciones culturales para la vida actual, y, en respuesta, las ciencias no parecen formar parte de lo que para muchos es cultura. En torno a la Cultura científica la perspectiva más utilizada, como señalan Quintanilla (2010) & López Cerezo (2005), implica que entre ciencia y Cultura científica hay diferencias entre sí por dos principios.

a) La ciencia es siempre una parte de la cultura de una sociedad.

b) No toda la cultura científica de una sociedad es parte de la ciencia.

Un estudio de la Cultura científica en Química y Sociedad situándonos en el ámbito educativo, concretamente en la Enseñanza de la Química en los Grados de Ciencias químicas e Ingeniería química, permite indagar, en primer lugar, qué tipo de tendencia de Cultura científica está presente en la Enseñanza de la Química, si se trabaja con contenidos de Química que estimulan los conocimientos de teorías, normas, conceptos de Química y de otras ciencias, y el desarrollo de habilidades y destrezas tecnológicas, o, en cambio, si se dispone de estrategias de control que permita identificar las dificultades en el estado de la comprensión sobre Química y Sociedad, estimule a generar nuevas ideas, productos, procesos competentes y promueva la valoración de la importancia de la aplicabilidad de los conocimientos químicos y lo que significa su uso y comunicación en la sociedad.

Los artefactos, y sistemas químicos, no solo están hechos de metal, vidrio, otros, también integran valores y responden a intereses. En todo momento, un Ingeniero químico debe ser competente para desarrollar prácticas de laboratorio como buen comunicador y buen gestor, para comprender su responsabilidad social en un mundo complejo y global. Según Toscano & Cerezo (2019, p.124) “la mejora del curriculum del Ingeniero es entonces cuestión de reunir la diversidad de competencias que necesitará en su vida profesional”. Asimismo, Carrascosa & Gil (1985, p.113), afirman, “evidencias experimentales de la existencia de una metodología de la superficialidad fundamentalmente asumida por los alumnos, y profesores que la enseñanza habitual de las ciencias no solo trata de corregir, sino que incluso estimula”, especialmente cuando se trabaja con contenidos científicos importados del contexto cotidiano. El análisis, posibilita conocer el papel de los futuros químicos en una sociedad, importante para generar avances curriculares y recursos didácticos que estimulen actitudes críticas, y fomenten conciencia social. De igual modo, Zambrano Martínez, (2020.p.1), aboga por...”el incremento de la frecuencia de la práctica reflexiva, haciendo énfasis en la reflexión pedagógica (enseñanza aprendizaje), y la reflexión crítica”, enfoque que también resulta relevante para el proceso de investigación reflexivo que los estudiantes de las carreras de formación en Química realizan en el aula.

En segundo lugar, explorar qué tipo de tendencia predomina en investigaciones realizadas de Cultura científica en el ámbito de la enseñanza universitaria, si han enfatizado más en la perspectiva científica y tecnológica y/o didáctica de la enseñanza de la ciencia, o en cambio, si los resultados y las discusiones se enfocan más hacia

el lado conocido de Indicadores de Cultura científica, de Percepción, Apropiación social y Participación de la ciudadanía, concretamente para enriquecer la participación de los estudiantes en Química y Sociedad (QS).

El enfoque se complementa con López Cerezo, (2005.p.351), que identifica a la ciencia con... "nuevos espacios de oportunidad para la democratización de la ciencia y se aborda en particular una modalidad de participación ciudadana conocida como participación formativa" que contribuye a enriquecer los espacios de aprendizaje y dialogo previstos para el intercambio de asuntos públicos relacionados con la Ciencia y la Tecnología, entre los futuros científicos, las científicas y la ciudadanía, López Cerezo, (2003), debido al vínculo de los estudiantes en los Grados de Química con las industrias, los laboratorios y otros ciudadanos. De igual modo, cuando decidimos resaltar en los espacios de participación formativa la noción de confianza o desconfianza de los futuros científicos y científicas sobre los impactos de las aplicaciones químicas en la sociedad, se hace necesario resaltar ciertos aspectos, como la expectativa, la vulnerabilidad y el riesgo, López Cerezo, (2020).

La Cultura científica es un fenómeno multidimensional complejo que en ese mismo sentido puede expresarse en una diversidad de planos y generar diversos tipos de experiencias. Ni el contenido, ni el significado de esta pueden simplemente restringirse a un conjunto de saberes científicos y destrezas tecnológicas, sino que su "significatividad está vinculada a que genera opiniones, decisiones y acciones ciudadanas igualmente justificadas y motivadas por consideraciones sociales y humanísticas" (Sanz & López, 2012, p.57). En Cuba, Lage, (2017), insiste en la necesidad de percibir el pensamiento y el método científico como parte indisoluble de la cultura, a modo de conocimientos integrados, necesarios para comprender y actuar en la vida. Asimismo, López Bastida, (2023.p.18), aboga por... "la comprensión de la ciencia, la técnica, la innovación tecnológica, mediante la participación en las políticas que tiene los gobiernos con respecto a este tema"

Luego de algunas reflexiones en torno a los enfoques de las teorías de Cultura científica (CC), la más pertinente para esta investigación (QS), es aquella en la que se identifica a la Cultura con el conocimiento de la ciencia propiamente dicha, y también, con la representación práctica y valorativa de esos conocimientos, como parte de la cultura general del grupo aunque en ocasiones no forme parte de una actividad científica como tal.

En esta investigación, supone, explorar el interés sobre qué ciencia y tecnología conocen los futuros científicos

y las científicas, cómo se ejecutan los conocimientos de ciencia y tecnología en el contexto cotidiano, cómo se le comunica a la sociedad, y la influencia que ello tiene en el desempeño personal. Pesar en el valor social de la ciencia Química, Ingeniería química, desde la perspectiva de "integralidad de los saberes científicos, tecnológicos, sociales, actitudinales y de valores" (Ramallo et al., 2019).

Perspectivas de análisis (CQS)

La perspectiva en Didáctica de la ciencia, permite indagar en las teorías, los conceptos, y las metodologías de la relación CTS que se abordan en los Planes de estudios de Grados de Ciencias químicas, Ingeniería química. Se consulta el enfoque CTS en la Enseñanza de las Ciencias Experimentales (Acevedo, 2001), para fundamentar el vínculo Química y Sociedad. El modelo constructivista de aprendizaje, formulación de conceptos (Pozo, Gómez, et al., 1991), posibilitó enriquecer la teoría de Cultura científica a partir de los elementos expuestos sobre el desarrollo del razonamiento y el cambio conceptual. Lo cognitivo y cultural, dos caras de la misma moneda (Galagovsky, 2004), propició un mayor acercamiento a los procesos de modelización de los cambios químicos para interpretar experimentos de química en aulas. El aprendizaje significativo (Meróni, et al, 2015), permitió profundizar cómo la Enseñanza de la Química influye en el significado de aprendizaje de conceptos. Asimismo, el papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la Cultura científica, (Sánchez & Macías, 2019), ofrece una metodología para predecir los efectos de distintas modalidades de comunicación pública, que van desde el entretenimiento hasta el aprendizaje informal. La competencia investigativa (Salamanca & Hernández, 2018, p.2), porque tiene que ver con la capacidad de comprender, usar, gestionar, y comunicar conceptos, teorías y modelos de la Química en la solución de problemas sociales.

Los Estudios Sociales de la Ciencia para la ciudadanía (CTS), permiten enriquecer los conocimientos sobre qué espacios de aprendizaje y diálogo usan los estudiantes de conjunto con la ciudadanía para el intercambio de temas de ciencia, tecnología, sociedad y metodologías afines. Con este propósito se analizan en dos bloques los esfuerzos de investigaciones sociales de la ciencia. En el primer bloque, se analizan los estudios del Programa fuerte de la Sociología del Conocimiento científico (Otero, 1998) la alfabetización científica (Jiménez, 2009), el enfoque culturalista de la ciencia (Barnes, 1985).

En un segundo bloque, se ubican los correlatos de la cultura ciudadana (Torres, 2010), los Estudios de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) y la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI),

con la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) (Albornoz, 2009). En este último, se analizan las Encuestas Nacionales sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España realizados desde el 2002 hasta 2018, para conocer cuánto saben de Ciencia y Tecnología los ciudadanos de un país o de países con desarrollo en Ciencia y Tecnología. También los estudios sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología realizados en ese mismo periodo, Indicadores Iberoamericanos, Interamericanos, para interpretar temas de educación científica, participación cultural o las brechas de género en la producción científica Iberoamericana (Albornoz, 2018), así como el nivel de interés de la ciudadanía. Se recogen los indicadores más relevantes para el quinquenio (2015 -2019), de recursos y actividades en cultura científica de universidades, organismos públicos de investigación y museos de ciencia en España, recopilados en el marco del protocolo de recogida de datos puesto en marcha por (FECYT,2020), para analizar la evolución del estado de la cultura científica en España, permitiendo conocer los principales resultados de investigación, y la organización de actividades de divulgación de la ciencia y la tecnología. Asimismo, se explora en las actividades de Divulgación de la ciencia y de innovación dirigidas a aumentar el interés y la participación de los ciudadanos en la ciencia en el mismo periodo, prestando atención a los “aspectos multiculturales que hay que tener en cuenta para mejorar la comprensión pública de la ciencia (Acevedo, et al. 2005). Los resultados, constituyen un campo de análisis propicio para comprender y gestionar con mayor eficiencia las aplicaciones químicas en un mercado laboral cada vez más condicionado por la ciencia y la tecnología.

El Contexto cotidiano y para la vida, permiten ahondar en los sesgos cognitivos y culturales que están presentes en la actividad de aplicación y comunicación de conocimientos químicos en la vida diaria. Se han consultado estudios sobre ciencia y contexto, los conceptos de Química y modelización (Caamaño, 2011) que permitieron un acercamiento a la modelización de problemas ambientales. Se han revisado estudios sobre didácticas de prácticas auténticas y especializadas (Marchán y Sanmartí, 2015) y Estrategias didácticas en Química (Mora, 2015), ambas con el fin de conocer cómo se vinculan los conocimientos de química a prácticas cotidianas. Contextualizar la ciencia (Caamaño, 2011), para conocer cómo contextualizar los conocimientos de química a situaciones cotidianas. Desde esta perspectiva, se explora, cómo los conocimientos químicos influyen en la construcción de formas de vida personal y comunitaria de los futuros científicos y científicas portadores de representaciones y valores.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se plantea como objetivo general, analizar y explicar las percepciones de Cultura científica en Química y Sociedad (CQS), de los estudiantes en el contexto de la investigación, Universidad de Zaragoza, España. La selección de esta Universidad obedece entre otras razones, a las competencias que se plantean en el currículo de estas titulaciones, su adaptación a los acuerdos del espacio Europeo, (ANECA, 2005), y por la similitud detectada mediante el análisis curricular realizado por esta investigación, entre los Planes de estudios de estas Titulaciones con los Planes de estudio de otras Universidades de España, Universidad de Barcelona, Complutense de Madrid, Universidad de Sevilla, que ofrecen excelentes oportunidades para interpretar la relación (QS). Se plantea como objetivos específicos: Identificar las percepciones de los estudiantes sobre Cultura científica desde la perspectiva Química y Sociedad. Analizar las percepciones de los estudiantes de los grados de Ciencias químicas e Ingeniería química desde diferentes interacciones: (1) influencia de los conocimientos de química en la futura vida profesional (2) influencia de los conocimientos de química en la vida personal (3) vínculo entre conocimientos químicos y sociedad.

Para esta investigación resulta relevante las descripciones detalladas de situaciones, personas, interacciones, conductas observadas y sus manifestaciones, sin ser indispensable la generación 30 de hipótesis previas antes de llegar al “campo”, porque consideramos que estas se generan durante el proceso y van refinándose conforme se recaban más datos, o son un resultado de nuestro estudio. De acuerdo a esta orientación, el enfoque utilizado en esta investigación es el cualitativo, se interesa por la vivencia concreta en su contexto natural y en su contexto histórico, por las interpretaciones y los significados que se atribuyen a una cultura o subcultura particular, por los valores y los sentimientos que se originan, el estudio de la “realidad” tal y cómo la interpretan los sujetos, respetando el contexto donde la “realidad social” es construida.

En función de las características del problema de la investigación planteado, la metodología que más se adapta a las características de nuestra investigación es el estudio de caso. ...”el método de estudio de caso es una herramienta valiosa de investigación, y su mayor fortaleza radica en que a través del mismo se mide y registra la conducta de las personas involucradas en el fenómeno estudiado, mientras que los métodos cuantitativos sólo se centran en información verbal obtenida a través de encuestas por cuestionarios”(Ying, 2009). La metodología de estudio de caso que empleamos en esta investigación obedece a una perspectiva empírica-analítica-explicativa

que enriquece la comprensión sobre el fenómeno objeto de estudio. Y también tiene como propósito la exploración de los datos como producto de una medición y el tratamiento estadístico, lo que resulta apropiado cuando se pretende el análisis de “percepciones”.

El Método Mixto

En la actualidad se realizan importantes contribuciones a la hora de sintetizar las teorías, los métodos y nuevos enfoques cualitativos de la investigación (Flick, 2004), que ofrecen una visión menos fragmentada de las estrategias metodológicas cualitativas, prestándose debida atención al estudio integrado de los significados, la comprensión y el contexto.

La aplicación conjunta de los diversos métodos para el tratamiento del problema esta investigación, posibilita un análisis integrado de las percepciones, no solo como un concepto teórico o metodológico justificado, sino a partir de la interpretación de las interacciones cognitivas, comportamentales y valorativas que se establecen. Se trata de un estudio con particularidad temporal y local que puede, con mayor facilidad, extenderse a otras Universidades españolas con similares características en su proceso de formación científica y tecnológica, en el que se permita extraer alguna conclusión válida de la comprensión sobre la perspectiva social de los conocimientos químicos con un carácter más general.

La asociación de varios métodos de investigación (Bisquerra, 1989) ...”constituye el camino para llegar al conocimiento científico; son un procedimiento o conjunto de procedimientos que sirven de instrumento para alcanzar los fines de la investigación. Los distintos métodos de investigación son aproximaciones para la recogida y el análisis de datos que conducirán a unas conclusiones, de las cuales podrán derivarse unas decisiones o implicaciones para la práctica”.

En este caso, el término de mixto, lo utilizamos para denominar la combinación de métodos, grupos de estudios, entornos locales y temporales y perspectivas teóricas diferentes al ocuparse de un fenómeno.

El estudio de caso a criterio de (Flick, 2004) enfatiza que... ”la triangulación de método, investigador, teoría y datos sigue siendo la estrategia más sólida de construcción de teoría, y dentro de la triangulación metodológica se deben de diferenciar dos subtipos: la triangulación dentro del método y entre métodos. La extensión adicional del anterior enfoque es consecuencia de la triangulación sistemática de las distintas perspectivas teóricas vinculadas a los distintos tipos de métodos cualitativos”.

La aplicación de los métodos en conjunto, permiten analizar con mayor profundidad el fenómeno de Cultura científica: Química y Sociedad, a partir de reconocer y analizar datos desde distintos ángulos, compararlos y contrastarlos entre sí. Dicho de otra manera, en nuestra investigación también se optó por aplicar la modalidad conocida como triangulación de fuentes, que consiste en utilizar diversas y diferentes fuentes para el estudio de un único fenómeno, en este caso de Cultura científica. La aplicación del método mixto, permitirá realizar un análisis del fenómeno de cultura científica en diferentes perspectivas teóricas, fundamentar la teoría inicial y aportar nuevos elementos teóricos. De esta forma, el rigor científico de esta investigación se encuadrada tanto en procedimientos estadísticos como interpretativos, con vista a analizar la naturaleza del problema que se investiga con mayor precisión.

Estamos de acuerdo con aquellos autores y autoras que expresan la necesidad de no limitarnos a explicar cómo ocurre el proceso de recogida de datos sobre “percepciones”, sino de explicar cómo y por qué ocurren.

Población y Muestra

El muestreo utilizado es no probabilístico-incidental (Bisquerra, 2004). La muestra se seleccionó de forma directa e intencionada.

La población de esta investigación está constituida por 257 estudiantes de Ciencias químicas de la Facultad de Ciencias, e Ingeniería química de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura. Además 21 participantes de Másteres. Para un universo de 278 estudiantes que cumplen estas características, la mayoría eran mujeres, (53.6 %) frente al (46.4 %) de hombres. En edad, la mayoría se encontraba entre 17 y 19 años (68.4%), seguidos de los de 20 a 25 años (34.6%), dato en el que se incluyen a los egresados del Máster de Investigación y de Profesorado. Se seleccionaron dos grupos de muestras.

En una primera muestra, participaron estudiantes de primero y segundo de ambos grados, para un total de 176 estudiantes. En Ciencias químicas, 85 cursando el primer año y 32 el segundo. En Ingeniería química, 38 de primer curso y 21 el segundo. En una segunda muestra, participaron estudiantes de tercero y cuarto de ambos grados. Para un total de 81 estudiantes. En Ciencias químicas, 10 estudiantes de tercer año y 20 de cuarto. En Ingeniería química, 18 de tercer año, y 12 de cuarto. Además, 7 del Máster del profesorado y 14 del Máster de investigación.

El Cuestionario. Características

El Cuestionario que ha sido elaborado para esta investigación tuvo en cuenta como objetivo general, conocer

criterios sobre la influencia de los conocimientos químicos en el desempeño personal, profesional y social de los futuros científicos y las científicas, atendiendo a las características de la muestra seleccionada. Aunque existe una amplia modalidad de cuestionarios, por medio de estos se persigue sondear en opiniones, expectativas, intenciones, sistemas de valores que dependen de cada individuo, y de cómo este percibe la realidad y su propia acción (Rodríguez, 1999).

Se han elaborado dos Cuestionarios “ex novo” adaptados al contexto de la investigación y a la población seleccionada. Estos han constituido una técnica de recogida valiosa de información sobre la base de un formulario que permite estructurar y estandarizar datos que proceden de respuestas a las preguntas realizadas, y posteriormente estos datos se analizan mediante análisis estadístico.

El primer Cuestionario: “Química y sociedad I” ha sido diseñado para estudiantes de primero y segundo curso de Ciencias químicas e Ingeniería química. El segundo cuestionario: “Química y sociedad II” se diseñó para estudiantes de tercer y cuarto curso de ambos grados y egresados del Máster de profesorado y de investigación en ambas especialidades. Ambos fueron elaborados teniendo en cuenta las debilidades y fortalezas de los Planes de estudios de ambos grados, a partir de la valoración de las potencialidades de los contenidos de las materias en cada curso, de las competencias previstos en cada titulación para el tratamiento de la perspectiva social de la Química. También se consideró como referente el Instrumento Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos. Se trata de un Proyecto Estándar Iberoamericano de Indicadores de percepción pública, Cultura científica y participación ciudadana 2005-2009 aplicado a la ciudadanía en general, en el que participaron profesores de Universidades Españolas y de países Iberoamericanos, y una pequeña muestra de estudiantes universitarios.

El Cuestionario ex novo elaborado varía respecto al estudio de referencia en cuanto a reglas: (1). Definición de los objetivos. El objetivo de los cuestionarios (Química y Sociedad I y Química y Sociedad II) de esta investigación se corresponde con el problema planteado (2). En relación al tipo o formato de preguntas utilizadas. En ambos cuestionarios, el número de respuestas “cerradas” es proporcional a las “abiertas”, y han permitido recabar información por igual de la relación Química y Sociedad. En el test de referencia predominan las preguntas “cerradas”, a partir de la selección de un número de respuestas prefijadas para indagar en cuestiones generales de Ciencia y Tecnología. (3) Redacción. El problema de la investigación generó una serie de preguntas que indagan

de manera exclusiva, clara y precisa en aspectos de relación Química y Sociedad. En el Cuestionario patrón no se ha puntualizado en esta relación en sus ítems, ejemplo, cuando se explora en el conocimiento de las profesiones, las áreas, los sectores y en otros aspectos que indagan en el conocimiento de la relación Ciencia y Tecnología. (4) Atendiendo al orden de secuencia de las preguntas se conformó una batería de preguntas comunes que indagan en criterios de conocimientos y actualización de la relación (QS), vinculados con cuestiones morales, comunicar la ciencia, y hacer valoraciones sociales de la Química, que no han sido abordados en el estudio patrón. Ambos estudios tienen aspectos comunes. El estudio patrón explora qué saben los ciudadanos de ciencia y tecnología. En (QS) qué saben los estudiantes de Química y sobre Química en su relación con la sociedad. Retoma del estudio patrón, la problemática que ha indagado en... “proporcionar a la sociedad información científica (alfabetismo científico) es considerada cada vez más una actividad de orden estratégico”(Torres Ochoa, 2010, p. 1).

Cada uno de los cuestionarios consta de 13 preguntas o ítems, con un total de 26 preguntas relacionadas con los núcleos (CTS), o temas de relación (CQS), que han permitido obtener una mayor comprensión del fenómeno objeto de estudio de los participantes y concretarse a modo de categorías: (1) Conocimientos sobre la relación Química y Sociedad. (2) Actualización en Química y Sociedad. (3) Percepción de Riesgos químicos. (4) Ética científica y cuestiones morales de los científicos y las científicas. (5) Comunicación de conocimientos de Química y sociedad. La conjugación de preguntas “abiertas y cerradas” le ofreció a los encuestados una mayor oportunidad de alternativas de respuestas sobre la relación (CQS).

Las preguntas abiertas, permiten indagar en criterios de interés y de información de los encuestados para formarse en Química y Sociedad, las áreas de trabajo que consideran más interesantes para su futura vida laboral, el uso de los medios de comunicación para actualizarse en temas de Ciencia y Tecnología, el conocimiento de los riesgos y beneficios de la Industria química en la sociedad en los próximos 20 años a tenor de los descubrimientos en Ciencia y Tecnología que consideran importantes para el desarrollo del país. Las preguntas cerradas, exploran en el conocimiento de los riesgos que entraña las aplicaciones de la Ciencia química e Ingeniería química en la Salud, el Medioambiente. La importancia de que los científicos y las científicas le comuniquen a su entorno, grupo y ciudadanía las aplicaciones de química.

El tratamiento de los datos se hizo de forma cualitativa y cuantitativa. La valoración que se asume para el análisis estadístico de las respuestas al cuestionario se extiende

en un rango desde 5,00 a 2,00. La baremación se hizo atendiendo a la estructura y los contenidos a evaluar en cada una de las preguntas y centrada en clasificar las alternativas de respuestas agrupadas y entendidas en ese rango, salvo algunas excepciones de preguntas en que la puntuación se evaluó con puntaje de 1,00. El criterio de valoración es: (5,00) Respuestas de significado alto. (4,00) significado aceptable. (3,00) significado intermedio. (2,00) significado bajo. (1,00) significado más bajo.

Etapas de validación y evaluación del Cuestionario

En esta investigación se validó el Cuestionario por medio de criterios de un grupo de jueces en dos etapas que dio lugar a la corrección o propuesta de mejora para cada una de las cuestiones y a la valoración general del Cuestionario. Buendía et al. (1997), Cabrera & Espín (1986), Cohen & Manion (2002) y Del Rincón, et al, (1995) nos han orientado hacia la descripción de las fases que conforman la elaboración y validación de cuestionario. En la primera etapa, el proceso de validación del Cuestionario se seleccionaron tres jueces y con ellos se realizó un trabajo colaborativo de debate de la formulación y los contenidos a tratar. En la segunda etapa, participaron cinco jueces y se les envió un protocolo y la plantilla de valoración aprobada con el objetivo de que analizaran la actualidad de los contenidos (CTS) en las preguntas y anotar las sugerencias de cambios. Los jueces se seleccionaron teniendo en cuenta varios criterios: profesorado de la Universidad de Zaragoza en los grados objeto de estudio y del Bachillerato de Ciencias. Expertos en divulgación y comunicación de la Ciencia; también vinculados al área de aspectos sociales de la ciencia, (CTS).

Recogida y análisis de la información

Corroborada la validez de los Cuestionarios y pasado a su aplicación se procedió a su codificación, al procesamiento de la información y su análisis cuantitativo. Se escogió el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales SPSS/PC, versión 12.0. El análisis de las respuestas se hizo en función de variable sexo y variable grado. Por cada variable se analizó el valor del promedio de respuestas lo que permitió conocer si existió mucha o poca variación entre las respuestas, los valores de la desviación estándar que permitió conocer el valor de la dispersión entre las respuestas, y el valor crítico o nivel de significación ($p < 0,05$), permitió determinar si se producían diferencias o no en relación al contenido de cada pregunta. Se examinaron los datos en cada una de las respuestas abiertas del Cuestionario. Primero, se examinaron las unidades de respuestas individuales y se agruparon en "similares o semejantes". Segundo, las respuestas se codificaron en

porcentajes y se asociaron en Categorías. La asociación de respuestas en categorías tuvo lugar en varias etapas: Comparación de respuestas codificadas en una misma categoría. Comparación de respuestas codificadas en distintas categorías. Construcción de los núcleos o componentes temáticos CTS/ CQS. La elaboración de informes, y comprobación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Categoría 1. Conocimientos sobre la relación Química y Sociedad

En las respuestas a las preguntas que indagan los conocimientos sobre la relación Química y Sociedad, se puede generalizar que el 95% de los estudiantes señalan que tienen conocimientos de esta relación, y están interesados en recibir formación de este particular.

Un grupo reducido aporta los conocimientos que tiene de esta relación, alegan, porque les permitirá buscar trabajo como químicos o ingenieros en el futuro, conocer las aplicaciones sociales de la profesión (23,9%), porque los conocimientos de Química se utilizan en campos importantes de la sociedad, alimentación, energía, en campos de investigación de fármacos y el cuidado del Medioambiente (21,0%). Otro número reducido refiere que estos conocimientos son importantes para entender los efectos positivos y negativos de la Química en la sociedad; porque la Química es la base de todo lo que ocurre a nuestro alrededor; conocer cómo la Química se utiliza en la vida cotidiana. Para saber comunicar las utilidades de la ciencia Química; conocer la influencia y aceptación de las aplicaciones químicas en la Sociedad. Consideran que los avances en Química son muy continuos y benefician a la sociedad.

Con ejemplos recogemos las respuestas comunes:

... "resulta interesante entender el funcionamiento de las baterías, del microondas, los semiconductores. Entender ¿cómo funcionan los imanes?".

... "¿en qué consisten los alimentos transgénicos?, o el rechazo a la medicina homeopática".

... "la utilización del hidrógeno y su utilidad en la automoción, la importancia del diseño y la combustión de un motor de explosión".

Respecto a otras áreas de trabajo más interesantes en su futura vida laboral, las mujeres y los hombres tienen interés por igual en buscar empleo como químicos, ingenieros en campos de investigación importantes de obtención de fármacos de especies biológicas y de productos para el cuidado del Medioambiente. Las mujeres expresan

mayor interés que los varones en conocer las aplicaciones sociales de la química y sus impactos.

Ambos tienen prioridad en “términos intermedios” por desempeñarse en el futuro en Educación y en Proyectos de Ciencia y Tecnología. Las mujeres expresan mayor interés por trabajar en áreas de industrias químicas, farmacología, laboratorios, investigación médica, genética, química nuclear, cuántica, bioquímica. Los hombres, en autenticación de obras, cuerpo nacional de seguridad, deportes, gestión de residuos.

Categoría 2. Actualización en Química y Sociedad

En la pregunta que indaga con qué frecuencia usan a diario los medios de comunicación para buscar información de aspectos sociales de la Química, el 95% señala que el medio que usan con más “frecuencia” es internet y/o las redes sociales para informarse de aspectos generales de Ciencia y Tecnología.

El (40,0%) se informa por este medio de aspectos generales de la relación: Ciencia y Tecnología. “Pocas veces” consultan los programas o documentales de la televisión, las noticias en la prensa escrita o digital y las revistas de divulgación para informarse de curiosidades de la Química, la vida y obra de los científicos y las científicas, la relación entre la química, el arte y la literatura (2,4%). No se actualizan mediante Programas de radio o podcast. En internet, poco se informan de la composición y aplicaciones de los materiales, aspectos de diseño de artefactos, equipos en las industrias (7,4%). Algunos ejemplos de respuestas comunes:

... “muy importante conocer sobre la energía de fusión nuclear, la obtención y desarrollo del grafeno, la obtención y uso de combustibles alternativos, la energía eólica, hidráulica”.

... “los descubrimientos en nanopartículas, los biomateriales, implantes electrónicos biodegradables, los polímeros y fármacos”.

... “es importante conocer cómo funcionan los coches eléctricos”.

... “la obtención de catalizadores homogéneos y heterogéneos para la producción de materias primas”.

Categoría 3. Percepción de Riesgos químicos y cuestiones morales

La mayoría (74,0%) señala que la Industria química en la sociedad en los próximos 20 años traerá “beneficios” para el Medioambiente y la salud, confían en que los procesos químicos están supe controlados. Añaden, que la experimentación en química, los elevados costos de los

productos químicos en el mercado, la automatización de procesos que conlleven a menos mano de obra, repercutirán de forma negativa en la sociedad (22,2%). Las mujeres muestran diferencia con los varones cuando expresan que en los próximos años se incrementará la percepción de la ciudadanía tanto de los riesgos como de los beneficios que aporta la química. Los estudiantes del Máster de profesorado señalan que las empresas deben incrementar la concienciación medioambiental y realizar modelaciones de los impactos sociales que generan sus productos químicos. La mayoría considera importante el incremento de la formación en la ciudadanía en temas de Medioambiente.

Sobre los descubrimientos en Ciencia y Tecnología importantes para el desarrollo del país, señalan la presencia de Industrias de Ingeniería biomédica (33,3%), Ingeniería de Tejidos, Medicina regenerativa (30,8%), Energías limpias (19,7%), la obtención de fármacos y terapias para el tratamiento de Sida (16,0%). Los varones, inciden en la obtención del grafeno, el amoníaco, los combustibles, biocombustibles. Las mujeres, en los procedimientos para disminuir la contaminación ambiental. Hombres y mujeres refieren por igual la importancia de las Industrias Informática, Electrónica, Atómica, los Sistemas Inteligentes para las ciudades.

Las mayores diferencias entre las respuestas a las preguntas que indagan en la percepción de riesgos químicos se encuentran en el Cuestionario Química y Sociedad II, con valores menores en las respuestas de Ingeniería química, y los más altos en el Máster de investigación. En cuestiones de valoración de riesgos de cara al futuro profesional y ante el desarrollo de los procesos químicos a escala industrial, prevalece una visión acentuada “favorable” a Ciencias químicas a aceptar los riesgos, porque consideran que siempre se exagera en el tema de protección del Medioambiente. Es “Favorable” a Ingeniería química, cuando la aceptación de los riesgos va acompañada de compensaciones económicas, ambas con un valor de (Sig menor que 0,05).

Entre los resultados del análisis de la varianza unidireccional en función de la variable Sexo obtenidos en el Cuestionario Química y Sociedad II, que indaga en si consideran que a escala industrial primero se debe comprobar la viabilidad y funcionabilidad de un proceso químico antes de someterlo a la fase experimental se puede constatar que existen diferencias en las respuestas de los hombres y las mujeres en esta pregunta. Las diferencias significativas son favorables a las mujeres, cuando se muestran más de acuerdo con comprobar la viabilidad y funcionabilidad de un proceso químico antes de someterlo a la fase experimental; y se analizan los riesgos de las

aplicaciones químicas en la sociedad. El 95% en promedio prefieren aplicar los conocimientos de otras ciencias para explicar los riesgos de aplicaciones químicas como la fotosíntesis artificial, la radioquímica en la industria biomédica y sus impactos en la salud, la contaminación de los ecosistemas acuáticos y sus impactos en especies animales y vegetales; y tiene alta percepción de las “bondades” de las aplicaciones químicas, aunque tienen bien presente los riesgos de la Ciencia y la Tecnología.

Categoría 4. Divulgación en Química y Sociedad

Se ha indagado en la frecuencia con que los estudiantes practican hábitos de comunicar los conocimientos de Química a la sociedad. El valor de Sig (0,277 mayor que 0,05), muestra que no existen diferencias significativas entre las respuestas. Si analizamos el intervalo de confianza para la media al 95%, los valores fluctúan entre 2,2997 y 1,8237, lo que permite inferir que la mayor cantidad de respuestas de comunicar la ciencia están comprendidas en el intervalo de valores de (38 a 43). Significa que la mayoría “nunca o casi nunca” informa o comunica a su entorno o grupo la importancia de la Química y sus aplicaciones en la sociedad. Un segundo grupo, reducido opina que “de vez en cuando” practica hábitos diarios para comunicar la química a la sociedad. Algunos ejemplos de respuestas comunes:

...“nunca, participo en campañas divulgativas que promuevan la reducción y mejora de la calidad de los vertidos domésticos, el ahorro de agua, la protección del Medio ambiente”, 0,707 > 0,05.

...“de vez en cuando participo en campañas o asociaciones sociales o políticas que traten los impactos positivos y negativos de los productos químicos a escala social”, 0,296 > 0,05.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Vamos a centrar la discusión en dos aspectos: la relación entre Ciencia y Tecnología y la Cultura científica, ambos han sido abordados en el estudio de referencia. Cultura científica en Iberoamérica Encuesta en grandes núcleos urbanos. Proyecto Estándar Iberoamericano de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana (2005-2009.)

Discusión. Conocimiento de la relación en ciencia y tecnología

El estudio patrón ha indagado en la consecución de hábitos específicos de actualización, información de temas de ciencia y tecnología en la ciudadanía. Esta investigación explora sensiblemente en la actualización de aspectos de relación Química y Sociedad en futuros científicos

y científicas. En el estudio patrón se acentúa una baja prioridad de búsqueda de información científica de la ciudadanía, que destaca comúnmente en las encuestas nacionales. En (QS) predomina una alta prioridad de búsqueda de cultura informativa de aspectos en (QS) que puede estar influyendo en el alto interés que expresan por buscar empleos como químicos en campos importantes de la sociedad, y de conocer las aplicaciones sociales del grado.

Discusión. Actualización en Química y Sociedad

Al evaluar otros hábitos como la búsqueda de información científica en los medios de comunicación, en el estudio patrón la mayoría de personas obtienen información científica por vía de la Televisión, quedando rezagada la búsqueda de información científica por Internet...”(siete de cada diez entrevistados no lo hace), y la lectura de revistas de divulgación científica (siete de cada diez nunca lee una publicación de este tipo)”. En (QS) predomina obtener información científica por Internet y Redes sociales, queda rezagada la cultura televisiva incluso para obtener información de aspectos química-música-arte-literatura.

Dicha elección en los estudiantes por informarse más mediante la vía de Internet puede explicarse por motivos diferentes. Las noticias de Ciencia y Tecnología que se difunden en la televisión que no logran captar la atención de estos, ya sea por la falta de programas que aborden la relación (ciencia, tecnología, vida cotidiana). La amplia mayoría considera que con frecuencia se difunden en la televisión imágenes “negativas” de temas, Medioambiente, alimentación, pesticidas, combustibles. Acentúan “el alto grado de información que tienen de los descubrimientos de Ciencia y Tecnología que traen beneficios en su país y en la región donde viven por Internet”.

Discusión. Percepción de riesgos químicos y cuestiones morales

En el estudio patrón predomina la valoración “benefactora” de Ciencia y Tecnología en la amplia ciudadanía entrevistada, aunque tienen bien presente los riesgos. El estudio (QS) incide en la valoración “benefactora” de los efectos de las aplicaciones de la Ciencia química, Ingeniería química en la sociedad durante los próximos 20 años.

La mayoría tienen presente los riesgos de la Química, pero “pocas” respuestas se inclinan hacia ese sentido. Cabe pensar, que la apertura de políticas de comunicación sobre fuentes que ilustran imágenes benefactoras de la ciencia, ha generado durante los últimos años alta aceptación hacia las bondades de la ciencia en los estudiantes. En la ciudadanía entrevistada el sesgo se da

cuando las decisiones están asociadas al cuidado de la salud y a otras prioridades personales; y predomina un alto grado de confianza por la profesión del científico para informarse en temas de ciencia y tecnología". En (QS) la mayoría expresa su confianza en la aceptación de la profesión del científico en la sociedad. El hecho de que los estudiantes señalen con mayor frecuencia los "beneficios" de las aplicaciones sociales de la química, constituye un reflejo del carácter complejo de la percepción de la Química y puede explicarse por motivos diferentes.

La compleja realidad de la ciencia genera controversias en las que la mayoría de los estudiantes se posicionan a favor y en la necesidad de que la valoración de riesgos sea vivida como problemas que formen parte de la vida y de las decisiones de los científicos. Los Planes de estudios de Grados de Ciencias Químicas e Ingeniería química en Zaragoza y de otras Universidades españolas valoradas por este estudio, brindan excelentes contenidos y metodologías que potencian hacer valoraciones positivas del vínculo química-riesgos-sociedad. El estudio patrón, refleja la alta valoración "positiva" de la ciudadanía sobre los riesgos de la Ciencia y la Tecnología.

Discusión. Comunicación de la Química

La amplia mayoría de los estudiantes reconoce la importancia de la formación del científico para comunicar problemas de Química y cotidianidad a la sociedad. En el estudio patrón, la amplia mayoría de la ciudadanía reconoce la importancia de la comunicación de la ciencia, en la necesidad de comunicar las problemáticas sociales como problemas que formen parte de la vida y las decisiones que a diario deben de tomar los ciudadanos vinculadas especialmente a la contaminación ambiental. Sin embargo, el estudio (QS) señala la falta de comunicación a la sociedad de temas de Tecnología y Medioambiente, se detecta, que esta ausencia se asocia más a la falta de oportunidades, que al desinterés.

CONCLUSIONES

Atendiendo a la técnica de análisis señalaremos. El desarrollo y evaluación de los Cuestionarios (Química y Sociedad I y Química y Sociedad II), aporta información relevante que nos permite mostrar las percepciones de los estudiantes de Grado de Ciencias Químicas, Ingeniería Química y Másteres de Profesorado e Investigación, a la vez que señalamos el carácter novedoso de esta investigación, si se tiene en cuenta que es la primera vez que se realizan en España evaluaciones sobre las Percepciones de Cultura científica en (QS) en los grados, en las titulaciones posteriores como los Másteres. La validez de

contenido de los cuestionarios se ha obtenido mediante la consulta del significado de las preguntas a jueces.

La investigación pone de manifiesto que la mayoría de los estudiantes se informan por diferentes medios de comunicación de aspectos sobre Ciencia y Tecnología. Poco se informan de aspectos que pongan de manifiesto el vínculo entre química, música, arte, literatura. Los participantes en este trabajo señalan que el incremento controlado de la Ciencia y la Tecnología traerán consigo mejor calidad de vida de la ciudadanía.

Los estudiantes de los Másteres de Profesorado y de Investigación opinan que se debe empezar a contemplar esta orientación en los estudios de Educación Primaria, y las actividades que más les motivan para documentarse, los ciclos de conferencias de ciencia, visitas a los Museos de la Comunidad de Aragón y exposiciones de Ciencia y Tecnología. Las diferencias son favorables a Ciencias Químicas cuando se plantea la aceptación de los riesgos que entraña la aplicación de la Ciencia e Ingeniería química, señalan, que siempre se exagera el tema de protección del Medioambiente. Las diferencias son favorables a Ingeniería Química cuando la aceptación va acompañada de compensaciones económicas. Las diferencias significativas entre hombres y mujeres son favorables a las mujeres cuando se contrasta la relación entre Química y Sociedad y se analizan los riesgos que entraña la aplicación de la Ciencia e Ingeniería química. Los estudiantes de los Másteres muestran diferencias significativas respecto a los de Grados, cuando prefieren conocer los riesgos que entraña las aplicaciones de Química, Ingeniería Química mediante las revistas especializadas.

Por su carácter de diagnóstico los resultados tienen transcendencia en la formación de los futuros científicos y científicas como divulgadores de la ciencia.

Los cuestionarios exnovo empleados pueden ser aplicados en otras universidades de España que poseen similares características en materia curricular.

El estudio permite ser aplicado en Cuba, en empresas, industrias, comunidades, sectores culturales, salud. También en carreras universitarias de Cuba, de perfil social y técnico, por contener en sus planes de estudios aspectos cognoscitivos, ideológicos, motivacionales, técnicos, contextuales, de gestión de la innovación y comunicación que contribuyen al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J.A.; Vázquez, A, y Paixao, F. (2005). Educación CTS y alfabetización científica y tecnológica. Una panorámica general a través de contextos culturales diferentes. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad*, 2, (6). <http://www.scielo.org.ar/scielo>
- Acevedo, J. A. (2001). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. Organización de Estados Iberoamericanos Para la Educación, la Ciencia y la Cultura. En línea en Sala de Lectura CTS+I., (1). <http://www.oei.es/salactsi/acevedo>
- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (2005). *Título de Grado en Ingeniería Química*. Libro Blanco. España: ANECA. <https://aneca.sede.gob.es>
- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (2005). *Título de Grado en Química*. Libro Blanco. España: ANECA. <https://aneca.sede.gob.es>
- Albornoz, M., Marchesi Ullastres, A., Arana Uli, L., (2009) Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos. En Proyecto Estándar Iberoamericano de Indicadores de Percepción Pública, Cultura científica y Participación Ciudadana (2005-2009), 5-131. España: FECYT, OEI, RICYT.
- Albornoz, M, Barrere, R., Babbista, B., Crespo, M., Estébanez, M. E., García Rodríguez, M., Lautaro, M., Polino, C. & Sokil, J. P., (2018) Principales indicadores de Ciencia y Tecnología iberoamericanos/interamericanos. *El estado de la Ciencia*, 31-163. España: UNESCO Y RICYT. www.ricyt.org
- Barnes, B. (1985). *Sobre ciencia*. Barcelona: Labor.
- Barceló Hidalgo, M., & Acosta Núñez, N. M. (2019). La visibilidad de la ciencia, un reto necesario para la Universidad de Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 11(3), 166-171. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Bisquerra, R. (1989). Lectura 2. Clasificación de los Métodos de Investigación. En métodos de investigación educativa: Guía práctica, 1ª, 55-69. Barcelona: CEAC. <https://repo.utel.edu.mx/recursos/files>
- Buendía, L., Colás, P. y Hernández, F. (1997). *Métodos de investigación en Psicopedagogía*. Madrid: McGraw-Hill.
- Caamaño, A. (2011). Contextualización, indagación y modelización. Tres enfoques para el aprendizaje de la competencia científica en las clases de química. En *Aula de Innovación Educativa*, (207), 17-21. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle>
- Cabrera & Espín. (1986). *Medición y evaluación educativa*. Barcelona: PPU.
- Carrascosa, J. y Gil, D. (1985). La «metodología de la superficialidad» y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 3, 113-120.
- Cohen, L. & Manion, L. (2002). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Del Rincón, D., Arnal, J., Latorre, A. y Sans, A. (1995). *Técnicas de investigación en ciencias sociales*. Madrid: Dykinson.
- FECYT (2020). Indicadores de actividad de Cultura Científica en España. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 1-10. www.fecyt.es
- FECYT (2016). Memoria de actividades. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 3-81. www.fecyt.es
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- Galagovsky, L. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: El Modelo Teórico. *Revista de Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229-240. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/articleno/21974>
- González García, M, López Cerezo, J.A., y Luján, J. L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- Jiménez Liso y De Manuel. (2009). La química cotidiana, una oportunidad para el desarrollo profesional del profesorado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 878-900.
- Lage Dávila A. (2017). La ciencia y la cultura: las raíces culturales de la productividad, 15(2), 5-10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412001000200008
- Toscano, J.C. & López Cerezo, J.A y (2019). Ingeniería y sociedad digital. *Revista CTS*, 41(14), 123-128. <https://www.redalyc.org/journal>

- López Bastida, E. J., (2023). Algunas consideraciones de la ciencia en Cuba y el desempeño de la Academia de Ciencias. Estudio de caso: Filial de la Provincia Cienfuegos. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(1), 10-19. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3512/3456>
- López Cerezo, J., A. (2020). ¿Podemos confiar en la Tecnología? Una reflexión sobre la crítica social en el mundo tecnológico. *Argumentos de Razón Técnica*, 23, 13-36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo>
- López Cerezo, J., A. (2003). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo>
- López Cerezo, J., A. (2005) Participación ciudadana y cultura científica. *Arbor: Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 181(715), 351-362. <https://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article>
- Quintanilla, M. (2021). Factores culturales de la innovación tecnológica. *Papeles de economía española*, 169, 36-46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo>
- Quintanilla, M. (2010). *Science and Scientific Culture*, 3, 31-48. Madrid: ArtefaCToS
- Salamanca y Hernández. (2018). Enseñanza en ciencias: la investigación como estrategia pedagógica. *Trilogía, Ciencia, Tecnología, Sociedad* (2018), 10(19), 1-16. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo>
- Marchán & Sanmartí. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: Aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Revista Educación Química*, 26(4), 267-274. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2015000400267&>
- Meroni, G, et al. (2015). Enseñar la Química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Revista Educación Química* (2015), 26(4), 275-280.
- Mora, W. (2015). Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la Didáctica, la historia, la filosofía y la cultura. Bogotá, Colombia, (DIE) Doctorado Interinstitucional en Educación, 2015.
- Osorio, C. (2019). La educación CTS. Un espacio de cooperación iberoamericana, 42(14), 99-114. *Revista CTS*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo>
- Osorio, C. et al. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid: OEI, 2001.
- Otero, E. (1998). El programa fuerte en sociología del conocimiento y sus críticos. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, 2, 89-94. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo>
- Pozo, J. et al (1991). Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre Química. En Centro de Investigación y Documentación Educativa (C.I.D.E), 65, 9-322.
- Ramallo, M. et al. (2019). Ingeniería y sociedad: aportes de los estudios CTS a la formación de los ingenieros. *Revista CTS, n° 41, vol. 14 (2019), 197-214*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo>
- Rodríguez, G. et al. (1999). El Cuestionario. En *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Aljibe, 185-196.
- Sánchez y Macías. (2019). El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: acercamientos a su evaluación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 16(1), 1103, 1-13 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo>
- Sanz, Merino y López, J. (2012). Cultura científica para la educación del siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58, 35-59. <https://rieoei.org/historico/documentos/rie>
- Torres. (2010). Concepción científica y comunicación de la ciencia. *Foro Ibero-Americano de Comunicación y Divulgación Científica*, 1(Eje 2). <https://www.oei.es>.
- Ying. (2009). Case study research: design and methods, (4 Edición). www.hampp-ejournals.de/hampp-verlag-services.
- Zambrano Martínez, N.R. (2020). Práctica Reflexiva en la formación de maestros: el caso de la Escuela Normal Superior de Pasto. *Universidad y Sociedad*, 12(1). 40-52. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article>