

"El desarrollo científico y tecnológico actual necesita respuestas alfabetizadoras en ciencia y tecnología, a la vez técnicas, sociales y éticas, donde los planteamientos acerca de las relaciones ciencia, tecnología, sociedad, desempeñan un papel central.

Las Instituciones de Educación Superior deben buscar áreas de investigación y enseñanza que puedan apuntar hacia cuestiones relativas al bienestar de la población y al establecimiento de una base local relevante y sólida en ciencia y tecnología"
(Consejo Mexicano de Educación Superior, 2009)

Ciencia, Tecnología y Sociedad: Actitudes y opiniones en estudiantes universitarios, busca atender las nuevas necesidades de la condición humana frente a los conceptos del milenio sobre ciencia, tecnología y sociedad, tratando de rescatar los saberes de nuestros jóvenes y su comprensión frente a la realidad de su formación profesional. Para la educación científica, la evaluación de las actitudes de los docentes en formación sobre los temas CTS es de vital importancia, puesto que contribuye al mejoramiento de estas, principalmente si se tiene en cuenta la idea, de que solamente se puede enseñar aquello que se entiende.

Escaneé el código QR para conocer más títulos publicados por el Sello Editorial Universidad del Atlántico



Ciencia, Tecnología y Sociedad:

Luisa Fernanda Gutiérrez Cadena | Dimitri José Martínez Movilla



Sello Editorial
**UNIVERSIDAD
DEL ATLÁNTICO**

Ciencia, Tecnología y Sociedad:

*Actitudes y opiniones en
estudiantes universitarios*

Luisa Fernanda Gutiérrez Cadena
Dimitri José Martínez Movilla

Ciencia, Tecnología y Sociedad:

*Actitudes y opiniones en
estudiantes universitarios*

Ciencia, Tecnología y Sociedad:

*Actitudes y opiniones en
estudiantes universitarios*

Luisa Fernanda Gutiérrez Cadena -
Dimitri José Martínez Movilla

Catalogación en la publicación. Universidad del Atlántico. Departamento de Bibliotecas

Gutiérrez Cadena, Luisa Fernanda -- Martínez Movilla Dimitri José.
Ciencia tecnología y sociedad : actitudes y opiniones en estudiantes universitarios / Luisa
Fernanda Gutiérrez Cadena, Dimitri José Martínez Movilla. -- 1 edición. -- Puerto Colombia,
Colombia: Sello Editorial Universidad del Atlántico, 2018.
150 páginas. 17x24 centímetros. Ilustraciones.
Incluye bibliografía

ISBN 978-958-5525-25-2 (PDF Descargable)

1. Ciencia -- investigaciones -- Universidad del Atlántico -- 2016-2017 2. Tecnología --
investigaciones -- Universidad del Atlántico -- 2016-2017. I. Autor. II. Título.
CDD: 607 G984

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD: ACTITUDES Y OPINIONES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Luisa Fernanda Gutiérrez Cadena - Dimitri José Martínez Movilla

Edición:

© Sello Editorial Universidad del Atlántico
Km 7 Vía Puerto Colombia (Atlántico)
www.uniatlantico.edu.co
publicaciones@mail.uniatlantico.edu.co

Producción editorial:

Calidad Gráfica S.A.
Av. Circunvalar Calle 110 No. 6QSN-522
PBX: 386 0002
lsalcedo@calidadgrafica.com.co

Publicación electrónica

Barranquilla (Colombia), 2018

Nota legal: Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros medios conocidos o por conocerse) sin autorización previa y por escrito de los titulares de los derechos patrimoniales. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual. La responsabilidad del contenido de este texto corresponde a sus autores.

Depósito legal según Ley 44 de 1993, Decreto 460 del 16 de marzo de 1995, Decreto 2150 de 1995 y Decreto 358 de 2000.

Cómo citar este libro:

Gutiérrez Cadena, L.F. & Martínez Movilla, D.J. (2018). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Actitudes y opiniones en estudiantes universitarios*. Barranquilla: Editorial Universidad del Atlántico.

A La gloria de Dios,
A nuestros padres y hermanos
A nuestras hijas
Y a todos nuestros estudiantes de la Universidad del
Atlántico.

Contenido

Introducción	13
---------------------------	----

PARTE 1

Cuestiones Generales	35
Enfoque CTS.....	35
El movimiento CTS en América Latina.....	50
El movimiento CTS en Colombia	57
Actitudes	63
Alfabetización científica y tecnológica (ACYT).....	71
Naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT).....	75

PARTE 2

El proceso de la investigación: Aspectos metodológicos	79
Enfoque	79
Muestra.....	82
Características del COCTS	84
Fiabilidad de los instrumentos de diagnóstico	96
Procesamiento de los datos obtenidos con el cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad (COCTS).....	97

PARTE 3

Análisis	103
Análisis global.....	103
Resultados medios globales en frases	105
Frases con índices más positivos F1 F2.....	107
Resultados medios en frases para la forma 1 del COCTS	109
Resultados medios en frases para la forma 2 del COCTS	119
Resultados medios en categorías.....	126
Resultados medios en cuestiones.....	133
Consideraciones Finales	135
Referencias Bibliográficas	139
Reseña Autores	149

Lista de Figuras

Figura 1. Evolución del COCTS a partir del VOST y del TBA-STS	85
Figura 2. Datos socio-demográficos recopilados por el COCTS	95
Figura 3. Detalle de la escala de valoración de 9 puntos	98
Figura 4. Resultados globales arrojados por el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (COCTS) de la forma 1 (F1).....	103
Figura 5. Resultados globales arrojados por el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (COCTS) de la forma 2 (F2).....	104
Figura 6. Comparación de los resultados globales positivos de la investigación por frases de los dos cuestionarios (F1 y F2).....	107
Figura 7. Frases del cuestionario 1 (F1) con índices muy positivos	113
Figura 8. Porcentaje del total de frases con índices muy positivos que han sido consensuadas por los jueces.....	114
Figura 9. Frases del cuestionario 1 (F1) con índices muy positivos.....	118
Figura 10. Frases del cuestionario 2 (F2) con índices muy positivos..	122
Figura 13. Porcentaje del total de frases con índices muy positivos que han sido consensuadas por los jueces.....	123

Figura 12. Frases del cuestionario 2 (F2) con índices muy negativos.	124
Figura 15. Categorías con índices medios más positivos.....	126
Figura 14. Índices de Categoría para la F1	128
Figura 15. Índices de Categoría por Encima del Punto de Corte F1.....	129
Figura 16. Índices representativos de Categoría por debajo del Punto de Corte F1.....	129
Figura 17. Índices de Categoría para la F2	131
Figura 18. Algunos Índices de Categoría por Encima del Punto de Corte F2.....	132
Figura 19. Algunos Índices de Categoría por debajo del Punto de Corte F2.....	133

Lista de Tablas

Tabla 1. Generalidades de la muestra	83
Tabla 2. Especificaciones de las cuestiones según el tema CTS al que se refieren. (Las cuestiones con asterisco han sido adaptadas de Rubba & Harkness, 1993 y el resto del VOSTS de Aikenhead y colegas).....	86
Tabla 3. Consenso entre los grupos investigadores del proyecto PIEARCTS para conformar las dos formas aplicadas. Fuente: (Bennássar et al., 2011, p 31).	88
Tabla 4. Ejemplo de una cuestión del COCTS y las partes de las que está compuesta	90
Tabla 5. Frases con las puntuaciones Máximas (más positivas) y Mínimas (más negativas) para la F1 del COCTS	110
Tabla 6. Frases con las puntuaciones Máximas (más positivas) y Mínimas (más negativas) para la F2 del COCTS.....	120
Tabla 7. Categorías con índices medios más positivos	127
Tabla 8. Categorías con índices medios más negativos.....	130
Tabla 9. Cuestiones con índices medios más positivos	134
Tabla 10. Cuestiones con índices medios más negativos	134

Introducción

Según la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI, 2012), sería relevante para los países Iberoamericanos reconocer que no se dispone hoy de los niveles de Ciencia y la Tecnología (CyT) que servirían como herramienta indispensable para el desarrollo. En pro de este último, precisamente menciona que deberían adoptarse políticas adecuadas a corto, mediano y largo plazo.

Y es que algunos de los principales factores a considerar según la OEI (2012), haciendo una breve y superficial comparación que demuestra el estado actual en que se encuentra la CyT de los países Iberoamericanos con respecto a otros países desarrollados, inicialmente deja ver tres aspectos principales a tener en cuenta para un consciente y futuro plan para el progreso: primero, la inversión en Investigación

y Desarrollo (I+D); segundo, el recurso humano; y por último, la articulación entre las políticas de ciencia, tecnología e innovación y las restantes políticas públicas:

En primer lugar, un rasgo común a la mayor parte de los países iberoamericanos es que los recursos asignados a la ciencia y a la tecnología son escasos. La inversión en I+D es claramente inferior a la de los países más desarrollados. Según datos del año 2009 en países de Iberoamérica el gasto a este respecto fue de 0,86 % de su PBI (0,69 % para América Latina), mientras que en la Unión Europea esta relación alcanzó el 2,05 %, en Estados Unidos el 3,04 % y en Japón, el 3,96 %. Israel, en aquel mismo año, superaba el cuatro por ciento (4,28 %). Otra característica particular de los países de Iberoamérica se observa en la participación del sector empresarial en la inversión en I+D, que en 2009 alcanzó al 43 % del total. Este valor resulta bajo en comparación con los países de mayor grado de industrialización a nivel mundial, considerando que, por ejemplo, en Estados Unidos el sector empresarial representó el 68 % del total en ese año. En 2009, México, España y Brasil fueron los países de Iberoamérica que registraron mayor participación del sector empresarial en el financiamiento de la I+D. Por el contrario, en Argentina, no superó el 25 % del total del país.

En segundo lugar, el esfuerzo realizado por los países de Iberoamérica en la región es también relativamente bajo si se lo analiza en función de los recursos humanos dedicados

a actividades de ciencia y tecnología. No obstante, se puede apreciar que los países de América Latina vienen aumentando sostenidamente el número de sus investigadores y tecnólogos, llegando a duplicar el total en diez años. En 2009, por ejemplo, se doctoraron 11.368 personas en Brasil, 2.724 en México, 937 en Argentina, 645 en Cuba, 395 en Chile, 152 en Colombia y 19 en Venezuela; aspecto relevante si consideramos que la relación entre recursos humanos y financieros podría tener consecuencias importantes para las posibilidades de desarrollo de los países iberoamericanos. Sin embargo, es importante considerar que, si se forman nuevos investigadores, pero no se incrementa el nivel de gasto por investigador, la atracción de los países de mayor desarrollo haría que una fuga de intelectuales continúe (e incluso se incrementa) amenazando seriamente la evolución del sistema de ciencia y tecnología en los países menos desarrollados.

En tercer lugar, la articulación entre las políticas de ciencia, tecnología e innovación y las restantes políticas públicas en otras áreas de intervención estatal en los países de Iberoamérica es, en términos generales, insuficiente. No se trata de un problema nuevo, ni tampoco un problema específico de este campo, sino que ha sido una característica del subdesarrollo en la región y da cuenta de las dificultades en la formulación de políticas públicas en general. Y es esa misma falta de articulación la que impide a nivel institucional realizar una intervención coordinada entre los distintos niveles y dependencias, de manera eficaz y eficiente.

Por otra parte, y hablando específicamente de Colombia, es importante anotar que la situación en cuanto a la alfabetización científica y tecnológica, es un proceso que quizá hasta este momento, avanza muy lentamente con respecto a los esfuerzos encaminados por otras naciones.

Por esta y otras razones, conviene encauzar esfuerzos conjuntos; académicos, educativos, políticos y presupuestales, con el ánimo de fortalecer un desarrollo científico y tecnológico acorde con la sociedad y el ambiente. Ahora bien, un punto de partida desde el contexto de la enseñanza debe ser el mejoramiento continuo de la educación científica y tecnológica colombiana en todos los niveles de educación básica, media, técnica y superior, con el ánimo de fortalecer la percepción en los estudiantes respecto a los temas CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad).

Y es que con el intenso e incesante desarrollo científico y tecnológico de nuestra actual sociedad es increíble que aún hoy, la ciencia tenga, según Storer, “poca importancia para la inmensa mayoría de las personas del mundo, incluso para las poblaciones de las naciones más avanzadas e industrializadas” (citado por Acevedo, 1997). A propósito, Sanz y López (2012), mencionan que, en esta sociedad del conocimiento, los ciudadanos se encuentran ante circunstancias y escenarios de acción que, en efecto, son social y tecnológicamente muy complejos y que, por ello, a menudo obligan a tomar decisiones incluso arriesgadas en lo individual. Preci-

samente, son esas circunstancias científico-tecnológicas las que, más allá de respaldar su habitual conveniencia social como recurso de progreso, parecen justificar la idoneidad de establecer a la cultura científica popular como condición necesaria para una toma de decisiones que se puedan considerar razonablemente adecuadas.

Según Acevedo (1997), la técnica y la tecnología han sido en gran medida respecto a la ciencia moderna, las responsables de inmensas transformaciones sociales, ya que vivimos en mundo donde los espacios de trabajo, estudio y hogar se encuentran rodeados de instrumentos tecnológicos, no obstante, dicha situación, nos lleva a admitir que en pleno uso y funcionamiento de los mismos, rara vez es de interés general conocer los principios científicos y mucho menos tecnológicos; en contraste con la opinión de Sanz y López, al parecer no se vive en el marco de una cultura del conocimiento sino de una cultura tecnológica.

Y es que no siempre la ciencia y la tecnología han representado un beneficio para la humanidad, y por ello sería necesaria una educación científica y tecnológica que acorde con el desarrollo vinculara a la sociedad produciendo una reacción crítica frente a las consecuencias del progreso, de la ciencia o la tecnología. No obstante, los estudiantes por ejemplo, en cuanto a las ciencias a menudo manifiestan actitudes y opiniones negativas, falta de interés o rechazo hacia el aprendizaje de estas mismas; posiblemente, debido

a la percepción fuertemente cuantitativa, teórica, y al débil vínculo que estas manifiestan con su entorno natural y social. Es así, como desafortunada y paulatinamente se manifiesta desde tiempos anteriores, y tal como decía Storer que “la ciencia y su esfuerzo por hacer progresar el conocimiento teórico no tienen prácticamente ningún efecto en la gente corriente de cualquier sitio” (citado por Acevedo, 1997).

Y es que al tratar el tema de la enseñanza de las ciencias y la tecnología varios autores (citados por Ríos y Solbes, 2007) mencionaban en épocas pasadas, que el desinterés que los estudiantes manifiestan en su desempeño curricular, obedece a que estos no ven ninguna utilidad social ni personal en los contenidos que se enseñan. Por otra parte, mencionaban que el contexto cultural influye también para que los estudiantes posean una visión deformada de la ciencia, más como una construcción de mentes brillantes que como una obra que exige organizaciones humanas. Es posible afirmar entonces, se necesita urgentemente una verdadera revolución educativa que proyecte una perspectiva diferente, dinámica, útil y activa de la ciencia y de la tecnología no solo en los estudiantes, también, que repercuta e impacte en las creencias, opiniones y actitudes hacia la ciencia y la tecnología que posee población en general.

Pero, ¿cómo entender el concepto de tecnología? Como primera medida, surge cierta inquietud en lo que respecta a la diferencia entre técnicas y tecnologías. Según San Martín

(1998), en la primera mitad del s. XX creció con fuerza lo que se puede llamar *stricto sensu* “tecnologías”. Las tecnologías (...) son técnicas iluminadas por el *logos*, por la razón, por la ciencia. Son técnicas que nacen de la ciencia para actuar sobre causas o factores naturales, identificados y dilucidados científicamente. De otro modo, el autor explica de forma jocosa que las técnicas son a modo de palos de ciego que dan donde deben con frecuencia por casualidad. En cambio, las tecnologías suelen estar certeramente orientadas hacia sus objetivos por los ojos de la ciencia.

En la actualidad existen diversas opiniones sobre el concepto de tecnología, y hasta el momento se siguen discutiendo, por ejemplo, según Vásquez y Alarcón (2010), la tecnología es la intervención responsable del hombre sobre el entorno natural, con el fin de aumentar su bienestar y satisfacer sus necesidades y deseos, esencialmente mediante la utilización de conocimientos teóricos y prácticos que le permiten comprender, utilizar, evaluar, transformar y producir artefactos, sistemas y procesos. Siendo entonces una asociación ordenada de factores se ha de tener en cuenta la relevancia y la igualdad de los elementos que lo conforman, ni es la ciencia lo más grande a considerar, ni es lo práctico lo esencial del concepto. La tecnología entonces, (...) intenta dar respuesta a los deseos y necesidades de colectivos humanos en un contexto social concreto, y para hacerlo relaciona la técnica (herramientas, intuición, conocimientos prácticos), la ciencia (reflexión teórica, conoci-

mientos científicos, carácter metódico y sistemático) y la estructura social existente (economía, sociedad y cultura). Aparte de su definición, estos mismos autores les confieren una relevancia a otras proposiciones; como las aportadas por Mario Bunge (1980), que menciona que un cuerpo de conocimientos es tecnología si cumple con ser compatible con la ciencia coetánea y controlable por el método científico y si se emplea para controlar, transformar o crear cosas o procesos, naturales o sociales. No obstante, reconocen que es una definición excesivamente vinculada a una perspectiva de ciencia aplicada.

Por otro lado, y precisamente discutiendo esa relación entre la tecnología y la ciencia, otras personalidades discuten el tema desde una perspectiva filosófica. Es así como según citas de Cerezo y Luján, (1998), autores como Ernst Kapp, Lewis Mumford o Carl Mitcham también realizan sus aportes con respecto al concepto de tecnología y de su naturaleza; Kapp elabora una concepción artefactual de la tecnología como proyección de nuestros órganos (Organprojektion), como proyección de los seres humanos que se reproducen a sí mismos en la colonización del espacio y del tiempo. La filosofía de la tecnología de Kapp debe ser entendida en el marco de su "filosofía geográfica", donde Kapp apela a rasgos geográficos como ríos u océanos para ofrecer una explicación material de la realidad histórica. La historia, en este sentido, es el testimonio diferencial de los seres humanos en su intento, en gran medida mediante la tecnología, de

afrontar tales desafíos ambientales. Desde Kapp, incluso la cultura misma puede ser entendida como una forma de tecnología, como un instrumento de colonización del ambiente humano y, en tanto que tal, como una sofisticada proyección o extensión de nuestros órganos corporales e intelectuales; Mumford en cambio se destaca, entre otras cosas, por su crítica de la “monotécnica” o tecnología autoritaria (la tecnología orientada hacia el poder, hacia la riqueza económica o la superioridad militar, no hacia la realización de las diferentes potencialidades humanas). Para este autor, en nuestro siglo es especialmente prevalente y peligroso un mito sobre el que se sustentan las modernas formas autoritarias de tecnología y el propio estado tecnocrático. Se trata del “mito de la máquina”, es decir, la creencia de que la tecnología es inevitable y benefactora. Buena parte de la obra de Mumford está precisamente dirigida a combatir dicho mito, de forma que la tecnología pueda servir a los seres humanos más bien que, al contrario. Este mismo autor a diferencia de Kapp, no concibe al ser humano como un ser esencialmente técnico (para Mumford, el ser humano es “*homo sapiens*”, y solo secundariamente “*homo faber*”); y finalmente, en la tecnología que Mitcham denomina “ingenieril”, la ciencia y la tecnología señalan el ideal que ha de imitar todo género de pensamiento y acción: toda realidad debe ser explicada en sus términos, toda acción debe ser guiada por sus objetivos. La tecnología se acepta como algo dado, como punto de partida para una filosofía que, sin entrar a cuestionarla, se

debe analizarla y extender sus modelos a otros ámbitos de la acción y comprensión humanas.

Como última consideración es preciso mencionar que también según Cerezo y Luján (1998), los recientes enfoques historicistas y naturalistas en filosofía de la ciencia, y el desarrollo de los estudios CTS, han favorecido una visión más realista y contextualizada de la ciencia y de sus relaciones con la tecnología, facilitando la toma de conciencia sobre la gran diversidad de problemas filosóficos específicos que plantea la tecnología. Según estos mismos autores la tecnología ha sido tematizada como problema social ya que ahora es un tema de relevancia pública y política. Además, en su tesis discuten que: Con el intenso desarrollo tecnológico actual, se ha hecho especialmente evidente la estrecha dependencia de la economía, las instituciones y las formas de vida respecto de artefactos y procesos tecnológicos, así como las graves repercusiones ambientales o dilemas éticos y jurídicos suscitados por la energía nuclear, la biotecnología o Internet.

Como resultado de ambos factores, el interés por la tecnología adquiere en las últimas décadas un notable impulso y termina por hacer de esta un objeto de estudio (...). Las nuevas orientaciones académicas y el cambio en la opinión públicas son, con todo, factores relacionados.

Pero lejos de controvertir los puntos de congruencia o de bifurcación de los conceptos que se mencionan sobre

ciencia, tecnología, técnica, entre otros abordados, es preciso aludir que precisamente los estudios CTS reflejan en el campo académico y educativo una nueva percepción de la ciencia y la tecnología y de sus relaciones con la sociedad. Según López (1999), los estudios CTS definen hoy un espacio de trabajo reciente, aunque bien consolidado, de carácter crítico respecto a la tradicional imagen esencialista de la ciencia y la tecnología, y de carácter interdisciplinar porque concurren en él materias como la Filosofía y la Historia de la Ciencia y la Tecnología, la Sociología del conocimiento científico, la teoría de la Educación y la Economía del cambio técnico. Importante mencionar que en general, se trata de comprender la dimensión de la ciencia y la tecnología, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes sociales como de sus consecuencias en la comunidad y en el ambiente, es decir, tanto por lo que atañe a los factores de naturaleza social, política o económica que modulan el cambio científico-tecnológico, como por lo que concierne a las repercusiones éticas, ambientales o culturales de ese cambio.

Por otra parte, y ahora al hablar de la enseñanza de la tecnología, desafortunadamente hay que decir que su inclusión en algunos currículos ha sido una realidad hasta hace muy pocos años, posiblemente, y siguiendo la línea de Martín y González (2002) debido a que prácticamente durante toda la historia de la educación moderna, el hecho tecnológico y la tecnología misma fueron entendidos como actividades menores por las élites culturales. Y es que precisamente, remontándose a

ciertos apartados históricos, según Acevedo (1997) “la tecnología entendida como técnica científicamente fundamentada es aún posterior; hasta la segunda mitad del siglo XIX la ciencia no tuvo prácticamente ningún impacto importante sobre la técnica”.

Solo con la institucionalización y la profesionalización de la actividad científica hacia finales del siglo XIX, el mundo occidental muestra a la tecnología como el resultado de la denominada Ciencia Pura. Es entonces, cuando a partir de esta generalización se pretende hacer de la tecnología un ente abstracto, subordinado y resultado de un conocimiento científico de índole superior. De seguro, la anterior situación propició una incidencia directa en lo que tiene que ver con educación, ya que, con este simple rótulo, la tecnología se vuelve entonces “una creación científica superior” de difícil aplicación y enseñanza en los niveles básicos de la educación.

En el contexto regional, diversos acontecimientos influyeron para darle un destino a la educación profesional, técnica y tecnológica: por ejemplo, según Moreno, “las actividades científicas en Colombia, se inscriben en los orígenes mismos de nuestra nacionalidad, pero hasta la mitad del siglo XX obedecieron a iniciativas individuales, desarticuladas entre sí, y en buena parte financiadas con recursos privados o provenientes del extranjero” (citado por Salazar, Romero y Carranza, 2010, p.6).

Hacia mediados de los años cincuenta y setenta, el Estado colombiano centra su interés por el tema de la tecnología, creando institutos que se especializaron en la investigación sectorial, pero esto no significó el desarrollo de una política oficial en este campo. Según Salazar *et al.* (2010), En 1968 se conformó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, como organismo rector de la política científica y tecnológica, y la fundación del Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales “Francisco José de Caldas” y Colciencias, como organismo ejecutor de la misma, adscrito al Ministerio de Educación Nacional, es así como el Estado colombiano instauró los mecanismos institucionales para trabajar consistentemente por el desarrollo científico y tecnológico del país. Los anteriores acontecimientos, afirmaron la tendencia hacia la integración de la ciencia y la tecnología en Colombia y se dio inicio a la articulación del sistema científico-tecnológico nacional, pensado como el conjunto de organizaciones, relaciones y actividades involucradas en la generación, adaptación, transmisión difusión del conocimiento. No obstante, es el periodo comprendido entre 1990 y 1991 cuando se concretan esfuerzos con base a la Ley Marco de Ciencia y Tecnología para ser un órgano estatal jurídicamente responsable por los avances y desarrollos por el país al respecto.

El presente proyecto se desarrolló en la Universidad del Atlántico, y contribuyó en la caracterización de las actitudes y opiniones sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología de los

estudiantes de sexto semestre del programa de Licenciatura en Biología y Química, y hace su gran aporte en el marco del Proyecto PIEARCTS. El análisis se realizó teniendo en cuenta los diversos aspectos relacionados con las cuestiones planteadas en el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), instrumento validado para la recolección de la información.

Por otra parte, es importante considerar que la incorporación de una perspectiva CTS en la educación permitiría, además de conseguir una alfabetización científica y tecnológica, como ya se ha comprobado en algunos trabajos, con unidades didácticas y actividades sobre los nuevos avances en tecnología (por ejemplo, los actualmente desarrollados por EANCYT), afianzar una visión de la Ciencia más cercana a la que mantienen en la actualidad filósofos y epistemólogos. Siguiendo a Giordan *et al.*, (Citados por Villavisencio, 2009), es considerable que también a través de la alfabetización se puede ayudar a las necesidades de tipo operativo en la medida que pueden tener componentes formativos hacia el uso de modelos, el manejo de información, la movilización de saberes, en fin, se trata del aprendizaje organizado. Por último, puede ser también un asunto lúdico, por cuanto puede ayudarnos a vivir más placenteramente con la ciencia, en la medida en que nos formamos una comprensión más amplia de la misma y a saber vivir en el mundo en medio de numerosos interrogantes.

Este mismo autor cita otras opiniones, por ejemplo, Wacks y Cutcliffe, y menciona que existen otras definiciones acerca de alfabetización científica, las cuales permiten definirla como un proceso de aprendizaje donde cada persona puede participar en los asuntos democráticos para promover una acción ciudadana encaminada a la resolución de problemas relacionados con el desarrollo científico-tecnológico de las sociedades contemporáneas. En ese sentido, los aprendizajes adoptarían una relevancia significativa al impulsar un cambio respecto a la pasividad que asumen los sujetos frente a estos temas, contribuyendo a una mejor perspectiva y accionar frente a las diversas problemáticas que se vienen presentando.

Por otro lado, los enfoques CTS aspiran a que la alfabetización contribuya a la enseñanza y la búsqueda de información relevante e importante sobre las ciencias y las tecnologías de la vida moderna, a la perspectiva de que puedan ser analizadas y evaluadas, a definir los valores más implicados en ella para tomar decisiones al respecto, reconociendo que su propia decisión final está, así mismo, basada en valores.

Pon ende, urge la participación activa de los estudiantes en formación y de las aulas de educación superior en actitud de una visión crítica y reflexiva respecto a las implicaciones que trae consigo la implantación de nuevas tecnologías en el ámbito regional y nacional, y por tanto asumir un verdadero desarrollo científico y tecnológico que considere funda-

mental el respeto por la vida y la conservación de los recursos naturales. Y es que al respecto de la enseñanza de la tecnología, Rodríguez (1998) menciona que, en efecto, la dinámica de este tipo de educación conjuga aspectos técnico-científicos, culturales y valorativos, que en su desarrollo educativo la habilitan como un poderoso instrumento de integración curricular y como una interesante contribución al logro de fines educativos.

Es en este espacio donde nace la propuesta de investigar en una primera fase, las actitudes y opiniones hacia la naturaleza de la ciencia y la tecnología en los estudiantes de sexto semestre de la Licenciatura en Biología y Química. Toda la investigación trata de entender lo que sucede al interior de la educación superior, ya que indagar en las actitudes y opiniones de los estudiantes, permitirá develar una primera visión crítica sobre el proceso operativo y de instrucción, además de aportar datos importantes para el PIEARCTS.

Es por eso, que el presente proyecto buscó generar una respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué actitudes y opiniones sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología poseen los estudiantes de sexto semestre de la Licenciatura en Biología y Química de la Universidad del Atlántico?

En consecuencia, el objetivo general de esta investigación fue: Caracterizar las actitudes y opiniones sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología en los estudiantes de

sexto semestre de la Licenciatura en Biología y Química de la Universidad del Atlántico, mediante la implementación de los siguientes objetivos específicos: Aplicar el cuestionario de opinión sobre Ciencia Tecnología y Sociedad (COCTS) para identificar las actitudes y opiniones sobre Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT); Identificar los aspectos fuertes y débiles en la comprensión de los temas CTS, en los estudiantes de la Licenciatura en Biología y Química de la Universidad del Atlántico; analizar 15 cuestiones específicas del COCTS que atañen concretamente al tema de NdCyT para establecer las necesidades de fortalecimiento en el proceso instruccional y formativo de los estudiantes de sexto semestre de la Licenciatura en Biología y Química de la Universidad del Atlántico.

Desde el 2007 se configuró un equipo de trabajo con el ánimo de realizar investigación acerca de las opiniones y actitudes sobre los temas CTS, en el marco del denominado Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS). El PIEARCTS, "es un estudio de investigación cooperativa internacional en la que participan diversos grupos de investigación pertenecientes a distintos países, instituciones y regiones de lenguas ibéricas (español y portugués)" (Bennássar, Vázquez, Manassero y García-Carmona, 2011). La finalidad del PIEARCTS está dirigida hacia una evaluación de las opiniones y actitudes de estudiantes y formadores respecto a las cuestiones de naturaleza de la ciencia y la tecnología. "Este

diagnóstico pretende ser útil para articular propuestas de mejora de la educación científica” (Bennássar *et al.*, 2011), en lo que respecta a lo que se aprende y lo que se enseña en el ambiente de aprendizaje y que ocurre en las distintas etapas educativas, lo que contribuye enormemente a la innovación, planificación y diseño del currículo y por ende a la formación en los temas CTS de estudiantes y capacitadores.

Atendiendo a la perspectiva internacional del estudio, el proyecto PIEARCTS ha contribuido a “hacer equipo”, promoviendo y afianzando las relaciones y la cooperación entre investigadores de diferentes países e instituciones, participantes en el proyecto, que comparten lengua y cultura. También ha contribuido, eventualmente, a extender esta metodología de investigación a otros socios y países, como consecuencia de la diseminación de los resultados obtenidos. (Bennassar *et al.*, 2011)

En la web del “Forum Europeo de Administradores de la Educación” se comenta:

El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad descubrió hace años las nuevas necesidades culturales de los ciudadanos que viven rodeados de ciencia y tecnología en las actuales sociedades del conocimiento, proponiendo una educación científica renovada, integradora y contextua-

lizada, individual y socialmente. Como una respuesta global a esos retos educativos nació el lema de alfabetización científica y tecnológica para todos, que pretende mejorar la educación satisfaciendo la necesidad social de comprensión pública de la ciencia y tecnología; el conocimiento sobre qué son y cómo funcionan ciencia y tecnología en el mundo actual, es decir, la naturaleza de la ciencia y tecnología, es el componente más innovador de la alfabetización para todos. En este marco, la evaluación de las opiniones y actitudes (de estudiantes y educadores) sobre estas cuestiones es esencial para diagnosticar sus ideas previas, y además constituye un objetivo actual y relevante de la investigación en didáctica de la ciencia y tecnología. El proyecto iberoamericano de evaluación CTS pretende realizar este diagnóstico de esas opiniones y actitudes, de modo que, mejorando su conocimiento, se mejore la calidad de la enseñanza y en las aulas.

Y es que según Acevedo (1996), el enfoque de una educación tecnológica dentro del marco de una perspectiva CTS supone la consideración de cuestiones controvertidas muy diversas. Pues su tratamiento en la enseñanza podría llegar a constituir un campo de investigación nuevo y muy promotor para la elaboración de una didáctica de la tecnología capaz de incluir las conexiones con la ciencia y especial-

mente con la sociedad, ampliando así el punto de vista, más o menos inmerso en la tradición de la ingeniería, que ha venido dominando hasta ahora la enseñanza de la tecnología.

Finalmente, para ofrecer un panorama global del presente documento es preciso orientar de manera general, la organización del contenido:

En la Parte 1, se tratarán aspectos relevantes al enfoque CTS y sus avances en Colombia, además de temas significativos en lo que respecta a la NdCyT y una descripción de los temas concernientes a la educación superior. Todo lo anterior, con el propósito de realizar un acercamiento sobre los prospectos relevantes en cuestión. En la Parte 2, en el proceso de investigación se describen todos los aspectos metodológicos, la muestra, además de los distintos instrumentos y técnicas para el procesamiento y análisis de la información. Allí se hace referencia al COCTS (cuestionario de Opinión sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad), al respecto, es necesario aclarar que se utilizaron dos formas diferentes de COCTS denominadas F1 (forma uno del COCTS) y F2 (forma dos del COCTS) respectivamente. “El Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) de Manassero, Vázquez y Acevedo (2001, 2003), empleado en el proyecto PIEARCTS, es el resultado de la adaptación de algunos de los cuestionarios anteriores, desarrollados empíricamente, a las lenguas y culturas española y portuguesa” (Bennassar *et al.*, 2011). Y en donde se destaca la inclusión de un modelo

de respuesta y análisis múltiples que favorece la utilización de la estadística inferencial. Es preciso mencionar también que “el COCTS en la actualidad está acreditado como uno de los mejores instrumentos de papel y lápiz para evaluar la comprensión de la NdCyT, habiendo sido utilizado en investigaciones de tesis doctorales (por ejemplo, Moralejo, 2008; Morell, 2007; Vildósola, 2009) y de maestría (como Scoaris, 2007; Cunha, 2008)” (Bennássar *et al.*, 2011). En el análisis de los datos obtenidos en el COCTS, básicamente se convierten las respuestas directas de la población de estudio a índices actitudinales en un rango de (-1,+1) teniendo en cuenta la categoría de cada frase (Adecuada, Plausible e Ingenua), asignada previamente por un panel de jueces expertos. Al respecto, los índices actitudinales no son más que los indicadores cuantitativos de las creencias y actitudes de la población encuestada y miden el grado de concordancia de la puntuación directa, concedida por los encuestados, con el patrón categorial asignado por los jueces a las frases del COCTS; cuando el índice actitudinal es más positivo y cercano al valor máximo (+1), la actitud es considerada más adecuada e informada, y si el índice actitudinal es más negativo y cercano al valor mínimo (-1), entonces representa una actitud más ingenua o desinformada. La ventaja fundamental en esta clase de proyectos investigativos se fundamenta en que, si bien la metodología empleada es cuantitativa, también permite y fundamenta un análisis cualitativo dentro de la misma.

En la parte 3, Análisis, se hace referencia a los resultados obtenidos; primero en forma global, en donde se caracterizan los resultados generales de la totalidad de la población; y, en segundo lugar, a un análisis más específico que desglosa cada uno de los ítems del COCTS y que se denomina análisis por frases, categorías y cuestiones.

Y por último, las consideraciones finales donde se abordan aspectos relevantes a manera de conclusión.

PARTE 1

Cuestiones Generales

ENFOQUE CTS

La finalidad principal de la educación CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) es promover la alfabetización científica en ciencia y tecnología, para que los ciudadanos puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones y así promover la acción ciudadana en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad (Membiela, ed., 2002, p.11)

Esta perspectiva, del enfoque CTS busca disminuir la distancia que existe entre los contenidos del Currículo de ciencias y la ciencia de los expertos, entre lo que aprenden los estudiantes y su diario vivir, lo cual les impide tener una imagen real de la ciencia y comprender las implicaciones que

los avances científicos y tecnológicos tienen y van a tener en su vida.

Lo descrito, no es una preocupación reciente, el inicio de este enfoque CTS se remonta a finales de los años sesenta y principios de los setenta como respuesta de la comunidad académica a la creciente insatisfacción con la concepción tradicional de la ciencia y la tecnología, a los problemas políticos y económicos, relacionados con el desarrollo científico tecnológico y a los movimientos sociales.

“El concepto de tecnología aparece en el siglo XIX para referirse al conjunto de nuevos artefactos producidos por la revolución industrial, principalmente, la maquinaria relacionada con la utilización del vapor y la electricidad como nuevas fuentes de energía; posteriormente, el desarrollo de la electrónica ha universalizado su uso entre los profesionales y en el lenguaje diario” (Vázquez *et al.*, 2010). En la actualidad, toda una serie de adelantos en las tecnologías de la información, así como el avance significativo de la informática generalizan aún más este concepto. Aunque de cierto modo, se estereotipa y se relaciona más con un aparente poderío social que se ve representado en su facilidad o dificultad de acceso, o incluso la restricción, según su condición social política o económica. Al presente, la tecnología se convierte entonces en uno de los estratificadores contextuales de la condición de poderío de las naciones con más acceso a ella.

Según Vázquez *et al.* (2010), la tecnología, etimológicamente *techné* + *logos* (conocimiento, tratado), es el fruto de una actividad técnica elevada a una mayor complejidad por su estrecha implicación con el conocimiento teórico necesario para ejecutarla; la tecnología, pues, contiene un valor añadido sobre el concepto más simple de técnica que le confiere su complejidad: incorpora el conocimiento teórico (generalmente, conocimiento científico) necesario para construir, mantener en uso y hacer más eficientes los artefactos y los procesos tecnológicos. El factor central que caracteriza la definición de tecnología es, precisamente, la sistematización de los métodos de producción y la estrecha relación con la ciencia: esta provee de las necesidades de teorización de aquella: conocimientos, sistemas y métodos para aplicar enfoques científicos a los problemas técnicos empíricos en un contexto económico, social y cultural concreto (...). [También es importante considerar que, en nuestro ámbito, la tecnología, posee entonces una significación vasta], “la palabra tecnología, pues, puede designar objetos que usa la humanidad (máquinas, utensilios, hardware), pero también sistemas, métodos de organización y técnicas, e igualmente se emplea para designar áreas específicas como la tecnología de la construcción, tecnología médica, tecnología de la información, tecnología de asistencia, etc.” (Vázquez *et al.*, 2010).

Por otra parte, y “resumiendo mucho, la ciencia consiste en el estudio del mundo natural y suele asociarse a dos compo-

mentos esenciales: a) un cuerpo de conocimiento, falsable, falible y cambiante, a la vez revolucionario y acumulativo en el tiempo, y b) un proceso de generación del conocimiento (investigación científica), basado fundamentalmente en actividades empíricas (observación, experimentación), el uso de lenguajes muy precisos (lógica y matemáticas) para codificar sus teorías y leyes, aunque la creatividad y la imaginación también tienen un papel" (Vázquez *et al.*, 2010).

A pesar de las relaciones históricas entre ciencia y tecnología, la sociedad no ha estado involucrada en la toma de decisiones sobre su uso estructural, pues ese poder de decisión estuvo reservado para los Gobiernos y la Iglesia. Hoy en día, es claro que ciencia y tecnología son cada una de diversas maneras y que están constituidas por variables dependientes e independientes y es en este sentido en donde los estudios CTS constituyen un intento por descubrir dichas diferencias.

Habiendo entonces enmarcado una contextualización muy general sobre las definiciones de ciencia y tecnología, es también significativo reseñar que "durante mucho tiempo, se ha establecido una relación de subordinación entre Ciencia y Tecnología, para muchos la Tecnología es la aplicación de los conocimientos que genera la ciencia, hay quienes consideran que la tecnología no es más que ciencia aplicada sin considerar que la tecnología tiene su propio carácter de racionalidad" (García, 2004). Según Vázquez (*et al.*, 2010) la discrepancia se ha venido manifestando desde hace ya mucho

tiempo: en la época de Platón, por ejemplo, se le confería más importancia al pensamiento teórico más abstracto que a la actividad práctica basada en la manualidad. Aristóteles también sostenía que el pensamiento científico era pretendido por encima de la técnica. Solo Bacon, en el siglo XVII en el marco de la Inglaterra pre-industrial, confería más importancia para el progreso humano al conocimiento para manipular las cosas materiales que al saber abstracto. "Lo cierto es que la tensión entre el conocimiento teórico (ciencia) y el saber ligado a la práctica (técnica) ha continuado a lo largo del tiempo, aunque decantándose casi siempre a favor del primero, debido al mayor estatus cultural que se le suele conceder al conocimiento teórico en los ambientes académicos" (Vázquez, *et al.*, 2010).

Es posible apreciar entonces, que la ciencia y la tecnología tienen propósitos diferentes, la primera busca ampliar y mejorar el conocimiento de la realidad; la segunda busca proporcionar procedimientos y medios para satisfacer necesidades. Pero así mismo, al parecer, son interdependientes ya que muchos conocimientos científicos se aplican en la tecnología y muchos objetos y procedimientos creados por la tecnología contribuyen al desarrollo de la ciencia.

Según Francisco García Moreno:

el conocimiento científico mantiene aún vigente las concepciones de Galileo y Newton, la investigación objetiva, racional y experimental de

la naturaleza y la realidad ha de basarse en la observación, en la búsqueda de la cuantificación y expresión matemática de los fenómenos naturales. El resultado del conocimiento científico se expresa en leyes y teorías científicas. Sus criterios se basan en la verosimilitud, confirmación, explicación, etc., su objetivo fundamental es el conocimiento y la comprensión de la realidad natural. (2004, p.109)

Así mismo, la tecnología que aparece en el siglo XVIII cuando se vinculó con la ciencia para mejorar los sistemas de producción artesanales, puede considerarse como un conjunto ordenado de conocimientos y procesos que tienen como objetivo la producción de artefactos, bienes y servicios encaminados a satisfacer necesidades humanas en aspectos laborales, sociales e interpersonales.

Por lo anterior, se puede decir que la ciencia y la tecnología tienen propósitos diferentes: la primera busca ampliar y mejorar el conocimiento de la realidad; la segunda busca proporcionar procedimientos y medios para satisfacer necesidades. Pero así mismo son interdependientes ya que muchos conocimientos científicos se aplican en la tecnología y muchos objetos y procedimientos creados por la tecnología contribuyen al desarrollo de la ciencia.

Es así que, Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS- en la actualidad, se considera como un "ámbito de trabajo académico

cuyo objeto de estudio está constituido por los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que concierne a los factores sociales que influyen sobre el cambio científico-tecnológico, como en lo que atañe a las consecuencias sociales y ambientales” (Quintero, 2010), pudiéndose hablar del Movimiento CTS.

Para comprender el origen de CTS hay que entender los avances que tuvo la investigación científica desde la Segunda Guerra Mundial y la Guerra Fría entre las potencias que por entonces se disputaban la hegemonía mundial. Después de la guerra la investigación científica tuvo un notable auge, gracias a la organización y financiación que le dieron los departamentos de defensa, especialmente en el campo de la física, se fue entonces, estableciendo una imagen de la ciencia como cumbre y esencia de la razón y de la cultura humana y núcleo de la organización democrática y racional. La filosofía de la ciencia con concepción fundamentalmente representacional y metodológica de la ciencia abogaba en la defensa de la objetividad y la superioridad racional de la misma por encima de cualquier otra forma de conocimiento. La tecnología, interpretada como aplicación de conocimientos científicos, heredaba esa excelencia que la convertía en la forma de acción óptima. El filósofo Karl Popper abogaba, frente a los planteamientos marxistas, por “la aplicación de los métodos críticos y racionales de la ciencia a los problemas de la sociedad abierta” como base para la organización democrática y la reforma social. La concepción fundamen-

talmente representacional y metodológica de la ciencia desembocaba en la defensa de la objetividad y la superioridad racional de la misma por encima de cualquier otra forma de conocimiento. La tecnología, interpretada como aplicación de conocimientos científicos, heredaba esa excelencia que la convertía en la forma de acción óptima.

Max Weber a principios del siglo XX, se enfrentó a los académicos de izquierdas que defendían el compromiso y la implicación política y propugnó la teoría de una ciencia libre. Se quiso establecer, una teoría que declaraba, filosóficamente, a la ciencia libre de implicaciones valorativas y políticas, movida puramente por intereses teóricos y constataciones de hechos y, consecuentemente, exenta de responsabilidades por las posibles consecuencias problemáticas de los resultados de la investigación científica libremente ejercida (San Martín, *et al.* 1990).

Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) surgen en Estados Unidos buscando dar respuesta a la búsqueda de una interpretación posmoderna sobre la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, aparte de los dos tipos de relación existentes: la antigua y la moderna. En la relación antigua se expresaba que la ciencia y la tecnología estaban separadas y no se influían mutuamente; de igual manera, ciencia y tecnología se encontraban en última instancia gobernadas o controladas por la sociedad o por el Estado. La relación moderna entre Ciencia, Tecnología y Sociedad

establecía que la ciencia y la tecnología deberían acercarse, definiendo una influencia recíproca de la una sobre la otra y, sin embargo, deberían ser autónomas y liberarse del control político y religioso (Membiela, 2002).

Por su parte, la tradición norteamericana se ha centrado más bien en las consecuencias sociales (y ambientales) de los productos tecnológicos, descuidando en general los antecedentes sociales de tales productos. El movimiento educativo CTS surgió en los campos universitarios durante los años sesenta y setenta y se extendió a la educación secundaria en la década de los ochenta (Membiela, 2002).

A comienzos de los años noventa, más de setenta universidades de los Estados Unidos ofrecían ya asignaturas, licenciaturas completas, cursos máster de posgrado y de doctorado CTS. Igualmente cada institución poseía un centro de investigación dedicado a CTS. El progreso ha sido evidente desde que, en 1969, las Universidades de Cornell y la del Estado de Pensilvania iniciaran los primeros programas CTS. Así mismo, diversas universidades e institutos de investigación canadienses, australianos y europeos (entre los que destacan el Reino Unido de Gran Bretaña, Holanda y Alemania) sirven de importante sostén al movimiento CTS.

Según José Antonio López Cerezo (1998) el movimiento CTS aparece en la década de los 70, en el que se presenta a la ciencia y a la tecnología como un producto socialmente innato en el cual elementos relevantes como la moral, la religión, la

ética, intereses profesionales, económicos y políticos, entre otros, dieron lugar a su aparición y consolidación. CTS plantea como objetivo comprender la dimensión social de la Ciencia y la Tecnología tanto desde sus antecedentes sociales como de sus consecuencias sociales y ambientales.

Dentro de los enfoques CTS existen dos grandes tradiciones: una de origen europeo y otra de origen norteamericano. La primera se centra en los antecedentes sociales de la ciencia enmarcados desde las Ciencias Sociales (Sociología, Psicología, Antropología, entre otras), como una actividad de investigación académica más que divulgativa o educativa. Esta tradición tiene preponderancia por la ciencia en primer lugar y la tecnología en segundo lugar. Cabe resaltar que su carácter es técnico descriptivo.

Según González *et al.* (1996), la tradición norteamericana se centra en las consecuencias sociales de los productos tecnológicos, desde las Humanidades (Filosofía, Historia, Teoría Política, Ética y Teoría de la Educación) con una finalidad más educativa y de reflexión política; le da más importancia a la tecnología que a la ciencia y su carácter es práctico y valorativo. Las divergencias a nivel formativo están en la atención a la ciencia y la tecnología y su carácter. En el enfoque europeo, la ciencia y la tecnología son concebidas básicamente como un proceso social, a diferencia del enfoque americano que destaca el carácter social de los productos científico-tecnológicos. En cuanto al carácter,

para el caso europeo, se analizan como una diversidad de factores sociales que influyen sobre el cambio científico-tecnológico; mientras que en el enfoque americano se recurre a la reflexión ética y al análisis político en un marco comprensivo de carácter humanístico.

Para Quintero (2010), estas dos tradiciones coinciden en los siguientes puntos: el rechazo a la imagen de ciencia como única capaz de producir conocimiento por el método científico (un carácter muy positivista de las Ciencias Naturales); la concepción de la tecnología como productora de conocimiento aplicado, bajo sus propios métodos y procesos; reprueban la tecnocracia; las dos fundamentan sus planteamientos desde las Ciencias Sociales y desde el punto de vista educativo tratan de favorecer la relación entre la ciencia y la realidad del individuo en la sociedad, donde se generan actitudes y valores de racionalidad, tolerancia y solidaridad.

González *et al.* (1996) afirman que los estudios y programas CTS se han direccionado en el campo de la investigación científica promoviendo una visión no esencialista y contextualizada de la actividad científica como proceso social. En el campo de las políticas públicas donde han defendido la regulación pública de la ciencia y la tecnología con la creación de mecanismos democráticos que permitan la apertura de procesos de toma de decisiones concernientes a políticas científico tecnológicas. Y en el campo de la educación con la

creación y divulgación de programas y materiales CTS, con innovaciones curriculares en los que los contenidos sean contextualizados socialmente y las estrategias metodológicas estimulen el desarrollo de competencias hacia el estudio de ciencia y tecnología y participación ciudadana.

Dentro de estas estrategias se han establecido estudios bajo el enfoque CTS tanto en la educación secundaria como en la formación universitaria en Estados Unidos, Europa Occidental, Canadá, Australia; Nueva Zelanda y Sur América (Waks, 1990; González, *et al.*, 1996). Con todo, en América Latina la tradición de estudios CTS ligados a los procesos educativos no parece tener mayor desarrollo, si se compara con lo que en CTS se ha alcanzado en otros campos. Aunque existen trabajos sobre el tema (Bazzo, 1998; Sutz, 1998; Santander, 1998), parece que los esfuerzos han estado más enfocados hacia aspectos de política científica, estudios sobre indicadores, estudios sobre gestión de la innovación y cambio técnico, estudios sobre fundación de disciplinas y comunidades científicas, aspectos sobre la relación Universidad-Empresa, prospectiva tecnológica (Vaccarezza, 1998). Existe escasez de trabajos relacionados con el tema ambiental, con la divulgación y apropiación social del conocimiento, y, en general, con la variable social como categoría cognitiva.

El movimiento CTS surge como resultado de una mayor sensibilidad social e institucional, de la necesidad de una

regulación social de los cambios científicos y tecnológicos. Por esta razón, necesita de una apropiación social que es la comprensión, convalidación y uso de los productos y protocolos de la ciencia, la que contemporáneamente se intercambia con la tecnología y ambas con sus aplicaciones en términos de innovación (Guerra *et al*, 2004).

La OEI enuncia como objetivos sociales de CTS los siguientes:

- » CTS trata de promover la alfabetización científica, mostrando la ciencia como una actividad humana de gran importancia social. Forma parte de la cultura general en las sociedades democráticas modernas.
- » CTS trata de estimular o consolidar en los jóvenes la vocación por el estudio de las ciencias y la tecnología, a la vez que estimula la independencia de juicio y un sentido de la responsabilidad crítica.
- » CTS trata de favorecer el desarrollo y consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o la intervención ambiental.
- » CTS propicia el compromiso respecto a la integración social de las mujeres y minorías, así como el estímulo para un desarrollo socioeconómico respetuoso con el medioambiente y equitativo con relación a generaciones futuras.

- » CTS intenta contribuir a salvar el creciente abismo entre la cultura humanista y la cultura científico-tecnológica que fractura nuestras sociedades.

Francisco Aznar *et al* (2004) plantean como contenidos generales de los proyectos CTS:

- a. La naturaleza de la ciencia y la tecnología, en lo concerniente a su epistemología, las relaciones entre ciencia y tecnología; los rasgos personales, las motivaciones y los intereses de los científicos y los tecnólogos. Como también las cuestiones filosóficas, históricas y sociales internas a las comunidades científicas y tecnológicas.
- b. Cuestiones sociales de la ciencia y la tecnología; como son la influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología, los efectos del ambiente cultural, político y religioso, el control social llevado a cabo por instituciones políticas, poderes fácticos y grupos de presión, la dimensión organizativa en lo tecnológico y lo científico. La Influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad: problemas que origina y que ayuda a resolver y el conocimiento necesario para tomar decisiones con responsabilidad social, ética y moral. La contribución al

pensamiento social y la presencia de la mujer en la ciencia y la tecnología.

- c. Procesos y productos tecnológicos en lo concerniente a las aplicaciones de la ciencia; los artefactos tecnológicos y los procesos de diseño y producción tecnológica.

En general, la denominación CTS se refiere a todos aquellos estudios y programas que consideran integradamente la triada Ciencia, Tecnología y Sociedad como base de análisis. También se sugiere la denominación CTS+A (de ambiente) para subrayar la importancia que siempre han tenido los temas relacionados con la conservación del medioambiente, y recientemente, la denominación *naturaleza de la ciencia y la tecnología* pone énfasis en las cuestiones de Historia, Filosofía y Sociología. Los estudios de Ciencia, Tecnología Sociedad e Innovación (CTS+) constituyen un campo de trabajo interdisciplinar en educación, investigación y política pública, que se centra en los aspectos sociales de la Ciencia y la Tecnología, tanto en lo que concierne a las condiciones sociales de su desarrollo, como en lo que atañe a sus consecuencias sociales, políticas económicas, éticas y ambientales. Actualmente, los estudios CTS han alcanzado una amplia institucionalización, que aumenta cada año en centros de docencia

universitaria e investigación, asociaciones profesionales de investigadores, profesorado y órganos de difusión de estas ideas (boletines y revistas especializadas)(Vázquez, *et al.*, 2010).

EL MOVIMIENTO CTS EN AMÉRICA LATINA

La ciencia y la tecnología en América Latina -AL- tienen características muy particulares frente a países desarrollados por lo que se hace necesario señalarlas.

En primer lugar, la inversión que hacen los Estados latinoamericanos en ciencia y tecnología es muy baja, menos del 0,5 % del Producto Interno Bruto -PBI- frente al 2 y 3 % de los países desarrollados. Así mismo, la ciencia y la tecnología en AL dependen exclusivamente del Estado, y el apoyo del sector privado empresarial es muy bajo o casi nulo. Respecto a este punto, en el año 2004 COLCIENCIAS realizó una encuesta sobre la percepción que tienen los colombianos sobre ciencia y tecnología y cuyos resultados reflejan el poco compromiso demostrado por el sector empresarial el cual, en porcentaje muy bajo, está dispuesto a participar en redes de innovación tecnológica, y en otro menor a desarrollar mecanismos de capital de riesgo para la financiación de la ciencia y la tecnología. También es muy bajo el porcentaje del sector empresarial dispuesto a trabajar la innovación tecnológica al lado de la comunidad científica, o a asignar presupuestos y metas definidas para la investigación y el desarrollo tecnológico (Colciencias, 2004).

Por otra parte, el número de científicos y tecnólogos que hay en AL con respecto a la población económicamente activa es muy bajo si se compara con países como Estados Unidos donde de cada mil personas, siete son científicos o tecnólogos dentro de la población anteriormente mencionada. A este respecto en AL se hace evidente, en alto grado, la falta de políticas claras sobre *apropiación social de la ciencia y la tecnología*, es decir, el desarrollo permanente de capacidades y condiciones para mejorar la comprensión social de la ciencia y convertir a la ciudadanía, organizada en distintas dimensiones sociales, en agentes activos de la valoración, validación y uso del conocimiento. Así como de políticas de *percepción pública de la ciencia*, sobre cómo los distintos agentes sociales perciben los impactos, sus participaciones, sus confianzas, sus apropiaciones, sus conocimientos, en y para el desarrollo de la ciencia y la tecnología (Aubad *et al* 2004). En este mismo aspecto, la educación superior en AL no se ha preocupado por la formación de una cultura científica entre los profesionales, ni en el fomento a la creatividad y la habilidad científica en los niños y niñas, en la educación básica.

Pero no todo son aspectos negativos, a partir de la década de los 90 los países latinoamericanos han mostrado más interés hacia los procesos de ciencia y tecnología como lo afirma Vaccarezza (1998, p.3):

...En los noventa los Estados latinoamericanos parecen haberse encaminado hacia una trayec-

toria más o menos continua de apoyo hacia las actividades de ciencia y tecnología, las cifras parecen indicar una tendencia de paulatina transferencia del esfuerzo al sector empresarial. El subcontinente estaría embarcándose en la misma pauta del mundo desarrollado, otorgando un papel relevante el I+D como elemento clave de las actividades económico - productivas.

El mismo autor plantea que la evolución de CTS en América Latina ha pasado de un status de movimiento al de campo. Como campo tiene una constitución multidisciplinar en el abordaje de determinados objetos o problemas sociales; de ahí que, por su carácter interdisciplinar y multidisciplinar, comparta o pueda alinearse con planteamientos similares a enfoques tales como los de Estados Unidos.

La panorámica de campo CTS en Latinoamérica se concreta en la variedad de objetivos y problemas de análisis que componen la matriz disciplinar de este campo de trabajo. En esta matriz, se incluye la política científica y tecnológica en América Latina, gestión de tecnología, los procesos de innovación y el cambio técnico en la empresa, el progreso de las disciplinas y comunidades científicas, los problemas de la vinculación en ciencia-producción, el comercio internacional de la tecnología, la articulación en el análisis de la perspectiva de la ciencia jurídica y de la economía y por último la prospectiva tecnológica.

Así pues, se puede observar que las acciones emprendidas en América Latina a través de CTS han logrado pasar de movimiento a un nivel de campo, trascendiendo a los diferentes escenarios. No obstante, aún queda camino por recorrer para el posicionamiento y fortalecimiento ante los diferentes actores sociales, por lo que se puede considerar que se encuentra en una etapa de expansión y desarrollo.

En lo referente a las políticas del pensamiento latinoamericano en el marco de Ciencia y Tecnología y Sociedad, se presentan muchos obstáculos para la implementación de procesos alternativos que generen cambios. Sin embargo, como fue referenciado anteriormente, en la década de los 90, los Estados latinoamericanos parecen haberse encaminado hacia una trayectoria más o menos continua de apoyo a las actividades de ciencia y tecnología, destacándose el establecimiento de corrientes ideológicas como el Neo-schumpeterianos¹ en América Central y las del Movimiento CTS en Suramérica; corrientes que resultan aisladas. (Vacarrezza, 1998).

Carlos Alberto Quintero (2010, p.226) aborda los estudios CTS en América Latina desde los aspectos de la investigación, las políticas públicas y la educación:

1 Los neo-schumpeterianos sostienen que las políticas específicas para fomentar el conocimiento son centrales para superar el atraso. En la raíz de este planteo está la idea de que el impulso del cambio es la revolución tecnológica, y que la innovación es el motor del crecimiento (Astarita, 2006).

En el campo de la investigación científica los estudios CTS se han desarrollado como una opción a la reflexión tradicional en filosofía y sociología de la ciencia, iniciando un nuevo enfoque no esencialista y socialmente contextualizado de la actividad científica. En el desarrollo histórico disciplinar de Latinoamérica no se observa una orientación clara en materia de ciencia y la tecnología. Como objeto de investigación, la ciencia académica sufre en algunos países los embates de la inestabilidad política, el oscurantismo ideológico y el autoritarismo. En el campo de las políticas públicas, los estudios CTS han defendido la regulación pública de la ciencia y la tecnología, promoviendo la creación de otros mecanismos democráticos que faciliten la apertura de los procesos de toma de decisiones en cuestiones concernientes a políticas científico- tecnológicas. Como aspectos característicos de la situación CTS se destacan: la complejidad temática, la profesionalización (peritos, instituciones productoras de CTS y medios de comunicación), mayor pública de la ciencia y la tecnología, promoviendo la creación de otros mecanismos democráticos que faciliten la apertura de los procesos de toma de decisiones en cuestiones concernientes a políticas científico- tecnológicas. Como aspectos característicos de la situación CTS se destacan: la complejidad temática, la profesionalización (peritos, instituciones productoras de CTS y medios de comunicación), mayor integración de las CTS en la comunidad intelectual, mayor dependencia de intelectuales de las corrientes de pensamiento internacional, reducción de

propuestas sobre el papel y función de la ciencia y la tecnología para la resolución de problemas regionales.

El movimiento CTS se proyecta a nivel educativo en numerosos países latinoamericanos mediante programas y materiales CTS en enseñanza secundaria y universitaria. Entre ellos, cabe destacar la labor que actualmente viene desempeñando el Comité de Educación de la Red CTS, en cuanto a la preparación de cursos a distancia (Campus -OEI- cursos virtuales) para la formación docente en el enfoque CTS y presentando nuevas estrategias para el fomento de la preparación de materiales didácticos. En Colombia COLCIENCIAS viene desarrollando a nivel de educación básica el programa ONDAS para que se despliegue en los ámbitos escolares un panorama posible para la apropiación social de la ciencia desde la investigación desarrollada por niños y jóvenes en compañía de sus docentes, lo cual propicia un punto de encuentro entre la visión general de la ciencia científica realizada por los investigadores con el contexto pedagógico y cultural de docentes y estudiantes (COLCIENCIAS, 2004). Sin embargo, el desarrollo de los programas educativos de CTS en los países latinoamericanos es desigual, algunos estudios se han enfocado hacia la política científica, otros hacia la gestión de la innovación y cambio técnico, algunos hacia la fundación de disciplinas y comunidades científicas, otros a la relación Universidad-Empresa y hacia el impacto social del conocimiento. Pero pocos han abordado temas relacionados

con el medioambiente, la divulgación y apropiación social del conocimiento (Quintero, 2010).

El movimiento CTS en el contexto latinoamericano presenta las siguientes características, según Vaccarezza (1998):

Se crea una comunidad de interés por el conocimiento epistemológico, es decir, se forma un colectivo que se interesara por los conocimientos específicos de CTS (seminarios, talleres, etc.). CTS se presenta más como un campo de conocimiento que como un área de intervención-acción (saber específico). Algunos sectores actúan independientemente (falta de integración) definiendo líneas de acción entre lo que es la investigación académica y la intervención organizacional.

Las comunidades disciplinares mantienen su rasgo de identidad propia, es decir, mantienen independencia ideológica. Se cuestiona el carácter interdisciplinario o por lo menos el multidisciplinar del movimiento CTS, y el papel de las universidades como multiplicadores de las ideas de CTS.

Hoy se incursiona más hacia la investigación y la publicación académica, es decir, en la actualidad el movimiento está en manos de Científicos Sociales (en sus inicios estaba en manos de los representantes de otras disciplinas). Está estructurado con los mecanismos de distribución de poder y autoridad, asignación y distribución de capital simbólico y de recursos, de producción y de tensión de la estabilidad y cambio propio de la conformación de los campos intelectuales, generando tejido social y fortaleciéndolo.

Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, o estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), constituyen un campo de trabajo en los ámbitos de la investigación académica, la educación y la política pública.

CTS se origina hace tres décadas a partir de nuevas corrientes de investigación en filosofía y sociología de la ciencia, y de un incremento en la sensibilidad social e institucional sobre la necesidad de una regulación democrática del cambio científico-tecnológico. En este campo se trata de entender los aspectos sociales del fenómeno científico-tecnológico, tanto en lo que respecta a sus condicionantes como en lo que atañe a sus consecuencias sociales y ambientales.

El enfoque general es de índole interdisciplinar, concurriendo en él disciplinas de las Ciencias Sociales y la investigación académica en Humanidades como la Filosofía y la Historia de la Ciencia y la Tecnología, la Sociología del conocimiento científico, la Teoría de la Educación y la Economía del cambio técnico. CTS define hoy un campo de trabajo bien consolidado institucionalmente en universidades, centros educativos y administraciones públicas de numerosos países industrializados (Quintero, 2010).

EL MOVIMIENTO CTS EN COLOMBIA

En Colombia, los estudios CTS se han enfocado hacia la investigación socio-histórica, a la divulgación de estudios histórico-filosóficos y al análisis de procesos de gestión y

seguimiento de los actores. Por esta razón muy pocos resultados se han hecho en el campo de la investigación y de las políticas públicas. Los programas CTS en Colombia y AL aún están en proceso de construcción (Osorio, 1999).

En el mundo contemporáneo, la educación cumple una función de vital importancia, por el valor que ha adquirido el conocimiento para el desarrollo de una comunidad, a través de ella se prepara a las nuevas generaciones para un mejor desempeño en esta sociedad de la producción. Según Toffler y Toffler (1971) citado por Quintero (2010), vivimos en una sociedad del conocimiento, caracterizada porque la base de la producción son los datos, las imágenes, los símbolos, la ideología, los valores, la cultura, la ciencia y la tecnología. Por tal razón, la calidad de la educación está ligada a un conjunto de factores (medioambiente, condiciones mínimas de los establecimientos, materiales y docentes preparados) que posibilitan la orientación hacia nuevas formas de comprensión en los planos cognitivo, afectivos y psicomotor.

De ahí que en Colombia la calidad de la educación se ha constituido en el mayor obstáculo para el desarrollo científico y tecnológico del país, a lo que se le suma la falta de docentes calificados en áreas como las Matemáticas, las Ciencias y el Lenguaje, que en conjunto generan conocimientos y capacidades que le permiten a un individuo realizar un aprendizaje continuo a lo largo de su vida (MEN, 1992). Así mismo, la falta de docentes que trabajen procesos educativos desde donde

promuevan diferentes aspectos de comprensión sobre los temas científicos y de desarrollos tecnológicos, contribuyen a fomentar los graves problemas de calidad de la educación y, al mismo tiempo, acrecientan el bajo nivel de percepción que se tiene sobre la ciencia en Colombia (COLCIENCIAS, 1995).

A esto se le suma, el poco interés que tienen los docentes de ciencias por generar cambios en la forma como desarrollan procesos de aprendizaje, ya que manejan un enfoque reduccionista, técnico y universal donde no se está generando conocimiento ni abriendo espacios de crítica y análisis discursivo que permitan la superación de obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de las Ciencias. Así mismo, el área de tecnología e informática en la educación básica y media está siendo orientada con una concepción técnica enfocada hacia el trabajo con el ánimo de responder a las necesidades de modernización y desarrollo del país, pero en el acelerado desarrollo tecnológico, la educación técnica centrada en destrezas y habilidades se vuelve rápidamente obsoleta (Quintero, 2010).

En contraste con esta situación para la educación en tecnología en la enseñanza básica, se han sugerido propuestas en torno a la importancia de involucrarle una perspectiva CTS que contemple diferentes puntos, a saber: un enfoque constructivista del aprendizaje; abordar problemas socio-técnicos relevantes para los estudiantes; situar estos problemas en contextos específicos; introducir el análisis socio-filosófico,

ético, político, económico, en estos problemas; promover el desarrollo de capacidades necesarias para argumentar en torno a la toma de decisiones sobre cuestiones CTS, entre otras. Desde esta perspectiva resaltamos el papel de CTS como favorecedor de la apertura del ámbito escolar al medio social (Acevedo, 1996).

Se han hecho algunos avances desde la Constitución colombiana desde 1991 y la Ley Marco de Ciencia y Tecnología (1990), que dieron origen Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Así mismo la promulgación de la Ley General de Educación (1994), permitió a las Instituciones educativas ser autónomas para la construcción de su propio currículo vinculando la participación de las comunidades a través del Proyecto Educativo Institucional –PEI-. También se dio énfasis en los programas del MEN al reconocimiento de los saberes científicos, la educación en tecnología y la educación ambiental, como formas de conocimiento que pueden ayudar a construir una nueva sociedad preparada para el mundo global.

En la misma línea, el Plan Decenal de Educación (1996) busca fomentar la cultura científica y tecnológica a partir de una conciencia crítica hacia la investigación y la experimentación científica, con lo que se abre un conjunto de posibilidades propicias para la introducción de temáticas en CTS al *currículo* de la educación básica y media en Colombia. Como se observa los estudios en CTS son relativamente recientes, pero actualmente existen posibilidades normativas y curri-

culares para que estos temas puedan ser incluidos en este nivel educativo (Osorio, 1999).

Durante el periodo 2005-2010 se implementó la llamada Revolución Educativa que permitió llevar a cabo algunas experiencias bajo la perspectiva CTS en las principales ciudades del país con proyectos como: “Textos para una historia y una pedagogía de las ciencias” por parte de la Secretaría de Educación y Cultura de Antioquia permitiendo iniciar la divulgación de la propuesta CTS hacia el sector educativo; la experiencia de formación de licenciados en Biología del Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional, en la ciudad de Bogotá. Así mismo en Santiago de Cali se reportan dos experiencias: una que involucra la historia de las matemáticas en la construcción de procesos pedagógicos por parte del Instituto de Educación y Pedagogía, Programa de Educación Matemática y una segunda experiencia, en la Universidad del Valle, con un programa de formación continuada en Ciencia, Tecnología y Sociedad para docentes de escuelas y colegios de educación básica del municipio de Cali (Quintero, 2010). A nivel Nacional cabe resaltar la experiencia del Programa ONDAS que es un Programa de COLCIENCIAS para el fomento de una cultura ciudadana de Ciencia, Tecnología e Innovación -CTI- en la población infantil y juvenil de Colombia, a través de la investigación como estrategia pedagógica; creado en año 2001 por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -COLCIENCIAS- y la Fundación FES Social.

En Colombia, algunas universidades están abordando los estudios sobre CTS como parte fundamental de los procesos académicos y sociales. La Universidad del Valle adelanta el "Programa de formación continuada en Ciencia, Tecnología y Sociedad" para docentes de escuelas y colegios de educación básica del municipio Santiago de Cali. También desarrolla una línea transversal de proyectos de aula en los campos de la enseñanza de las ciencias, la educación en tecnología y la educación ambiental. Por su parte, la Universidad Javeriana junto con la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC) lideran el foro nacional "Presente y Futuro de la Ciencia en Colombia", motivando a estudiantes en todos los niveles de formación y docentes de todas las áreas, a la reflexión y sistematización de experiencias en torno a la educación científica y tecnológica con responsabilidad social (Ruiz *et al.*, 2009).

En otro escenario, la Universidad del Cauca desarrolla una "Red de Aprendizaje de las Ciencias con Enfoque CTS + I en la Educación Media", destacándose los trabajos de Corchuelo y Catebiel (2005) sobre la estructuración de orientaciones curriculares con enfoque CTS para la educación media a partir del abordaje de problemas socialmente relevantes (Ruiz *et al.* 2009).

En la Universidad Pedagógica Nacional se encuentra el grupo de investigación "Alternativas para la enseñanza de las ciencias" (ALTERNACIENCIAS) que cuenta con una línea de

investigación sobre enseñanza de las ciencias en contextos de Ciencia, Recnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) (Parga, 2007). Este grupo ha desarrollado trabajos de investigación sobre estrategias pedagógico-didácticas con enfoque CTSA (Martínez y Rojas, 2006; Martínez, Peña y Villamil, 2007) que involucran, entre otros aspectos, el desarrollo de actitudes favorables hacia las Ciencias y el diseño de actividades didácticas para fomentar la alfabetización científica (Ruiz et al., 2009).

Por otro lado, es importante hacer mención de las especializaciones que por Internet imparte la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), con programas como *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores (enfoque CTS en la educación) Educar para Participar en la Sociedad del Conocimiento*, entre otros.

Por todo lo anterior se puede afirmar que el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad en Colombia está en un proceso de expansión debido a la formulación que se hace desde el sector educativo y a los movimientos alternos.

ACTITUDES

Los estudios a nivel internacional sobre percepción pública sobre Ciencia y Tecnología, como lo afirma COLCIENCIAS en su estudio sobre la percepción pública de los colombianos sobre este tema realizado en el año 2005, se han realizado sobre la base de tres grandes ejes que corresponden al tipo

de relaciones que la sociedad establece con la ciencia y el sistema científico-tecnológico que son interés: conocimiento y actitudes hacia la ciencia y la tecnología. El presente proyecto de investigación está situado en el tercer grupo donde se estudian las actitudes que sobre CTS poseen los estudiantes universitarios.

Son múltiples, por no decir numerosas, las definiciones sobre Actitudes. Para la psicología social "Las actitudes son las predisposiciones a responder de una determinada manera con reacciones favorables o desfavorables hacia algo. Las integran las opiniones o creencias, los sentimientos y las conductas, factores que a su vez se interrelacionan entre sí" (Motta, 2009). Las opiniones son entonces ideas que el individuo conserva sobre un tema y que no necesariamente se sustentan en una información objetiva. Los sentimientos son reacciones emocionales que se manifiestan ante un objeto, sujeto o grupo y las conductas son propensiones a comportarse según los propios sentimientos u opiniones.

Para Aigner (2005), en términos operativos, se define actitud como una organización relativamente duradera de creencias en torno a un objeto o una situación, las cuales predisponen a reaccionar preferentemente de una manera determinada. Las actitudes son manifestaciones de la experiencia consciente, son informes de la conducta verbal, de la conducta diaria.

Aigner, (2005) considera, según el enunciado anterior, se debe cimentar sobre cinco pilares, el primero afirma que la base de las actitudes son las creencias, el segundo es que las actitudes se pueden referir a objetos y situaciones, entendiéndose el primero a personas o grupos de personas, instituciones, organizaciones o a problemas susceptibles de debate y situaciones; y el segundo hace referencia a situaciones y a comportamientos específicos de los referidos objetos, es decir, hay una actitud hacia un objeto y una actitud hacia una situación. El tercer pilar afirma que las actitudes son predisposiciones a actuar a partir de la experiencia; cuarto, son predisposiciones que necesitan de estímulos socio-culturales; y el quinto y último pilar, asevera que el núcleo de estas predisposiciones lo constituyen los valores que orientan el comportamiento y son la fuerza motivacional.

Para Thomas y Znaniecki (1918) es una tendencia a la acción. Thurstone (1928) plantea que es la suma de las inclinaciones, sentimientos, prejuicios, sesgos, ideas preconcebidas, miedos, amenazas y convicciones acerca de un determinado asunto. Chein (1948) considera que es una disposición a evaluar de determinada manera ciertos objetos, acciones y situaciones. Krech y Krutchfield (1948) que es un sistema estable de evaluaciones positivas o negativas, sentimientos, emociones y tendencias de acción favorable o desfavorable respecto a objetos sociales. Para Newcomb (1959) es una forma de ver algo con agrado o desagrado. Sarnoff (1960)

que es una disposición a reaccionar de forma favorable o desfavorable.

Secord y Backman (1964) son ciertas regularidades en los sentimientos, pensamientos y predisposiciones a actuar respecto a algún aspecto del entorno. Sherif y Sherif (1965) son las posiciones que la persona adopta y prueba respecto a objetos, asuntos controvertidos, personas, grupos o instituciones. Rokeach (1968) que es una organización, relativamente estable, de creencias acerca de un objeto o situación que predispone al sujeto para responder preferentemente en un determinado sentido. Triandis (1971) es una idea cargada de emotividad que predispone a una clase de acciones ante una clase particular de situaciones sociales. Fazio y Roskos-Ewoldsen (1994) son asociaciones entre objetos actitudinales (prácticamente cualquier espectro del mundo social) y las evaluaciones de estos objetos. (2005)

Rodríguez, (citado por Aigner 2005) afirma que una actitud es "una organización duradera de creencias y cogniciones en general, dotadas de una carga afectiva en favor o en contra de un objeto social definido, que predispone a una acción coherente con las cogniciones y afectos relativos a dicho objeto". Cabe resaltar que existen dos enfoques desde donde se define la actitud:

- » Enfoque unidimensional o de componente único que sostiene que una actitud es simplemente la

tendencia a evaluar un objeto en términos positivos o negativos.

- » El Enfoque multidimensional o de los componentes múltiples, que afirma que el concepto de actitud está formado por 3 componentes: El cognoscitivo de las percepciones, creencias, conocimientos, opiniones y pensamientos que el individuo tiene hacia el objeto de actitud. El componente afectivo que es el sentimiento en favor o en contra de un objeto social, y finalmente, el componente conductual que es la tendencia a reaccionar hacia los objetos de una determinada manera.

Aigner (2005) a su vez caracteriza las actitudes a través de:

- » La Dirección de la actitud que puede ser positiva o negativa.
- » La Magnitud, es el grado de favorabilidad o desfavorabilidad con el que se evalúa el objeto de la actitud.
- » La Intensidad, es la fuerza del sentimiento asociada con la actitud.
- » La Centralidad, se refiere a la preferencia de la actitud que guía el comportamiento del sujeto.

A su vez, Manassero *et al.* (2002), en su estudio "Evaluación de Actitudes y Creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores", define actitud desde un enfoque tridimen-

sional así: "Un conjunto organizado y duradero de convicciones o creencias (elemento cognitivo), dotadas de una predisposición o carga afectiva favorable o desfavorable (elemento evaluativo o afectivo), que guían la conducta de la persona respecto a un determinado objeto social (elemento conductual).

En el artículo "Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: Nuevos avances metodológicos", aclara por qué en los estudios de actitudes CTS se conceptualiza desde un enfoque tridimensional así:

El concepto de actitud que contiene a la vez elementos cognitivos, afectivos y de conducta se aproxima más que ningún otro a la naturaleza de los temas CTS porque engloba simultáneamente estas características. Los aspectos cognitivos (comprensión y conocimientos) son importantes, especialmente en los casos más polémicos, pero más esencial aún es la elección personal, la cual supone una valoración afectiva (mayor o menor grado de acuerdo o desacuerdo) sobre un tema CTS y que tiene una implicación global a través de los objetivos y finalidades educativos. (Manassero *et al*, 2004, p.300)

Vázquez *et al*, (2006), en su artículo "Actitudes del alumnado sobre ciencia tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple", refuerza y amplía el concepto

de actitud como regulador de valores y normas propios de la Ciencia y Tecnología, además le proporciona relevancia al componente afectivo considerándolo uno de los elementos más sobresalientes. Además, la actitud predispone a la enseñanza y aprendizaje CTS en la educación.

Quintero (2010) en concordancia con Vásquez *et al.* (2006) afirma que para que evolucione el aprendizaje de CTS se debe generar un cambio de actitud en el profesorado y alumnado a través de la Alfabetización Científica para su interiorización y su posterior desempeño como ciudadanos.

Por esta razón, las actitudes se deben evaluar, entendiendo que "evaluación es una actividad o proceso sistemático de identificación, recogida o tratamiento de datos sobre elementos o hechos, con el objetivo de valorarlos primero y, sobre dicha valoración, tomar decisiones" (García Ramos, 1989). La evaluación se puede entender de diversas maneras, dependiendo de las necesidades, propósitos o fines: el control y la medición, el enjuiciamiento de la validez del objetivo, la rendición de cuentas, entre otros.

En el momento de evaluar las actitudes es preciso considerar el propósito de la evaluación. Si se desea conocer si el sujeto sabe por qué se valora algo, se evalúa esta actitud como cualquier otro conocimiento (contenidos actitudinales); si lo que se desea es conocer el grado en que el sujeto ha adquirido el componente valorativo de la actitud y es consciente de ello, la actitud debe evaluarse por medio de cuestionarios

que muestren su preferencia (cuestionarios de opinión); y si se desea información del grado en que la actitud se traduce en conducta se debe realizar una observación directa o indirecta del comportamiento del sujeto.

Por lo anterior, para realizar una evaluación de actitudes en forma práctica, se sugiere que esta se realice mediante cuestionarios, porque a través de ellos se pueden detectar actitudes de tipo cognitivo, afectivo y conductual (Vásquez *et al*, 2006).

Resumiendo, el concepto de actitud como una disposición personal que implica la valoración, positiva o negativa, de un objeto, mediante respuestas explícitas o implícitas, que contienen a la vez elementos cognitivos, afectivos y de conducta. Así mismo, el concepto describe mejor el tipo de internalización de una persona ante las cuestiones CTS.

Por consiguiente, la actitud es el único concepto que reconoce la importancia de los valores (a través de la evaluación afectiva del objeto, que es multifacético y dialéctico), por lo que se convierte en un elemento central de una enseñanza de las ciencias que tenga en cuenta y desee promover un mayor interés por los valores de la ciencia, como ocurre en la orientación CTS. Por ello, se prefiere el término actitud para referirse a la integración de cogniciones, conductas y tendencias afectivas hacia los diversos temas y cuestiones CTS, que constituyen los objetos de las actitudes (Vásquez *et al*, 2010).

Finalmente, y siguiendo las contribuciones de Vázquez y Manassero (1995) “a luz de estas revisiones [... y muchas más sobre el concepto de actitud] parecen claras dos recomendaciones fundamentales: en primer lugar, desde el punto de vista teórico, se reconoce el papel director que debe jugar la psicología social como marco de referencia en la investigación sobre actitudes; en segundo lugar, desde el punto de vista metodológico, debe ponerse especial cuidado en la definición de los constructos actitudinales utilizados y su correspondencia precisa con los instrumentos empíricos diseñados para la medida, así como en el control de variables empíricas en los diseños experimentales”.

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA (ACYT)

Sabariego y Manzanares (2006), documentan que la Asociación Nacional de Profesores de Ciencias -NSTA por sus siglas en inglés- define como persona alfabetizada científicamente aquella capaz de comprender que la sociedad controla la ciencia y la tecnología, usa conceptos científicos, destrezas procedimentales y valores en la toma de decisiones, reconoce las limitaciones y utilidades de la ciencia y la tecnología en pro del bienestar humano, conoce los principales conceptos, hipótesis, y teorías de la ciencia y es capaz de usarlos, diferencia entre evidencia científica y opinión personal, tiene una rica visión del mundo como consecuencia de la educación científica, y conoce las fuentes

fiables de información científica y tecnológica y hace uso de las mismas en la toma de decisiones.

Al respecto Vasquez *et al.* (2012) diferencian tres tipos de Alfabetización Científica y Tecnológica –ACYT–: Una alfabetización Práctica como posesión de un tipo de conocimiento científico y tecnológico que puede utilizarse para ayudar a resolver las necesidades básicas de salud y supervivencia. Una alfabetización Cívica que busca incrementar la concienciación al relacionarla con problemas sociales y una alfabetización Cultural que concibe la ciencia como un producto cultural humano.

En consecuencia, la Alfabetización Científica y Tecnológica debe concebirse bajo la idea de ciencia para todas las personas, donde la enseñanza de las ciencias no excluya a nadie, y que esté íntimamente asociada a los principios educativos de comprensividad y equidad, teniendo en cuenta cómo hacerla más accesible, interesante y significativa la ciencia en la escuela. Y, además, concebir un currículo común y obligatorio para todas las Instituciones educativas y para todos los estudiantes de ciencias centrado en el mundo real y la sociedad en la que viven.

Vilches *et al.*, al respecto de la alfabetización científico–tecnológica multidimensional afirman:

la alfabetización científico–tecnológica multidimensional, se extiende más allá del vocabulario, de los esquemas conceptuales y de los métodos procedimentales, para incluir otras dimensiones

de la ciencia: debemos ayudar a los estudiantes a desarrollar perspectivas de la ciencia y la tecnología que incluyan la historia de las ideas científicas, la naturaleza de la ciencia y la tecnología y el papel de ambas en la vida personal y social. Este es el nivel multidimensional de la alfabetización científica (...) Los estudiantes deberían alcanzar una cierta comprensión y apreciación global de la ciencia y la tecnología como empresas que han sido y continúan siendo *parte de la cultura*". (2001, p.18)

Francisco Aznar *et al.* (2004) afirma que una persona posee ACYT:

- » si es consciente de que la Ciencia, las Matemáticas y la Tecnología son empresas humanas interrelacionadas, con virtudes y limitaciones; comprende conceptos y principios clave en CYT; está familiarizado con la naturaleza y reconoce su diversidad y unidad, y usa el conocimiento científico y formas de pensamiento científico para propósitos individuales y sociales.
- » si posee curiosidad científica, competencias científicas, entiende las ideas científicas y la forma cómo funciona la ciencia; creatividad y consciente del rol de la ciencia en la sociedad.
- » si comprende (a) las relaciones entre ciencia y sociedad; (b) la ética científica; (c) la naturaleza de la ciencia; (d) la diferencia entre ciencia y tecnología;

(e) los conceptos científicos básicos; (f) la interrelación entre la ciencia y las humanidades.

- » si comprende (a) las normas y métodos de la ciencia y la tecnología, (b) conoce sus contenidos básicos, y (c) es consciente y comprende el impacto de la ciencia y tecnología en la sociedad.

Entre los múltiples conceptos de ACYT se manejan tres aspectos básicos: el valor intelectual de la ACYT, la adquisición de competencia o capacidad de resolver problemas prácticos y su valor social al desempeñar roles comunitarios y tomar decisiones a nivel social. Aspectos que se interrelacionan, y lo que suele haber son diferencias de énfasis en los diferentes aspectos manejados por uno y otro concepto.

Lo importante para la ACYT es su aplicación, es decir, definir lo que se quiere conseguir y las acciones que se requieren para lograrlo. Actualmente se reconoce a nivel mundial el rol que han tenido los programas CTS como principal generador de ACYT desde un enfoque educativo porque, en primer lugar conceptual y esquemáticamente, el movimiento CTS considera que: La actividad tecnocientífica es un proceso social como cualquier otro; tiene un impacto en la sociedad y la naturaleza, y la democracia es un elemento esencial y en la organización social. Por lo anterior se debe promover la evaluación y el control de la actividad científica y tecnológica por parte de la sociedad.

Así mismo, la ACYT es uno de los objetivos rectores de la CTS formando en la sociedad actitudes, valores y normas

con respecto a ciencia y tecnología para que la ciudadanía pueda tomar decisiones razonadas y democráticas, responsablemente.

Por otra parte, dentro de los propósitos del movimiento CTS se encuentra la innovación productiva con la preservación de la naturaleza y la satisfacción de necesidades sociales en el marco de un desarrollo sostenible, como una forma de contribuir en la búsqueda de soluciones a la problemática ambiental, por lo que a la sigla CTS se le ha anexado el componente ambiental (CTSA) (Aznar *et al*, 2004).

Finalmente, en la ACYT se debe resaltar el papel del profesor para promover actitudes positivas hacia la ciencia y tecnología en la sociedad. Su actitud es indispensable para mejorar y profundizar la formación CTS en todos los niveles del sistema educativo, propiciando en la enseñanza de la ciencia la alfabetización científica y tecnológica más democrática, axiológica y útil.

NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (NdCYT)

La Naturaleza de Ciencia y Tecnología (NdCyT)², denominada también como naturaleza del conocimiento científico y tecnológico, es un conjunto de meta-conocimientos sobre

2 En sentido estricto, algunos interpretan dicho concepto como el conjunto de métodos y principios aplicados por los científicos para mejorar el conocimiento, visión que coincide con la epistemología de la ciencia. En sentido lato, la NdCyT se refiere no solo al conocimiento puramente científico, diferenciado del conocimiento tecnológico, sino que integra la C y T como caras de la misma moneda, y a todos los aspectos humanos, psicológicos, culturales, históricos, políticos, económicos y sociales implicados (Vásquez *et al*, 2012).

la CyT surgidos de reflexiones interdisciplinarias realizadas por especialistas en filosofía, sociología e historia de la CyT, por científicos y expertos en didáctica de las ciencias, sobre qué son y cómo funcionan CyT, los métodos que emplea para construir, desarrollar, validar y difundir el conocimiento que produce, los valores implicados en las actividades científicas, las características de la comunidad científica, los vínculos entre ciencia y tecnología, las relaciones de la sociedad con el sistema tecno-científico y, viceversa, las aportaciones de éste a la cultura y progreso de la sociedad (Vázquez *et al*, 2012).

La importancia del concepto de alfabetización científica y tecnológica en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, es el objetivo clave de la educación científica para todos y está formado por dos componentes: la comprensión de la ciencia que hace referencia a los tradicionales conceptos y procesos de la ciencia y la comprensión acerca de la ciencia o naturaleza de la ciencia a las que se refiere como ideas y actitudes acerca de la ciencia como una forma de conocer y actuar en el mundo (Vázquez *et al*, 2012).

La comprensión de NdCyT es un componente central de la alfabetización científica para todos y por tal razón se ha incorporado en los contenidos de los currículos escolares; así mismo, la investigación sobre NdCyT constituye una línea innovadora en la investigación didáctica, en la enseñanza y en el aprendizaje de CyT. Actualmente, la investigación

en didáctica de las ciencias para mejorar el aprendizaje y la enseñanza sobre NdCyT se ha centrado en el desarrollo curricular y la efectividad de la enseñanza en el aula. Los contextos de enseñanza de NdCyT más empleados son: actividades prácticas de investigación, cursos específicos sobre métodos o filosofía de CyT, historia de la CyT, cuestiones tecno-científicas de interés social o impregnación de contenidos tradicionales de CyT con contenidos de NdCyT (Vásquez *et al*, 2012).

Pero ¿Por qué enseñar naturaleza de CyT?

Según Vásquez y Alarcón (2010), se debe enseñar NdCyT por sus funciones: *Utilitaria*³ que permite comprender el conocimiento científico y cómo funcionan objetos y procesos de la tecnología, *Democrática* que permite la toma de decisiones responsables y de interés social, como fruto de la información y análisis de cuestiones tecno-científicas; *Cultural* porque la ciencia y la tecnología son un componente cultural de la sociedad contemporánea; *Axiológica* porque permite entender mejor la responsabilidad social y los compromisos éticos de la C y T; *Didáctica* porque su comprensión facilita el aprendizaje de los contenidos de las materias científicas; *Alfabetizadora* porque permite una educación de calidad para toda la ciudadanía, inclusiva y relevante; y una función *Lógica* porque sus principios justifican y dan sentido global a la educación científica y tecnológica.

3 La letra cursiva hace parte del documento original.

La enseñanza de la NdCyT forma actitudes hacia la C y T, desarrolla competencias que permiten comprender procesos de C y T, para poder llegar al conocimiento científico desde los conocimientos escolares, lográndose así la transposición didáctica del conocimiento del contenido Didáctico y el contenido científico. La comprensión de la naturaleza de la Ciencia y la Tecnología son un componente básico de la alfabetización de ciencia y tecnología.

En suma, la NdCyT comprende las diversas y complejas relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad que han dado lugar al progreso en el conocimiento científico y en la creación de ambientes artificiales confortables (sanidad, transportes, educación comunicaciones, entre otras).

El proceso de la investigación: Aspectos metodológicos

ENFOQUE

Al investigar sobre la NdCyT se pueden emplear un sinnúmero de metodologías, tanto cualitativas como cuantitativas, e incluso una diversidad de instrumentos de investigación. No obstante, a través de los años al interior del PIEARCTS se ha logrado un reconocimiento y mejoramiento de varias experiencias anteriores que han hecho aportes relevantes. Al respecto, según Bennássar *et al.* (2011), mencionan que en las últimas décadas, la mayor parte de la investigación se realizó con instrumentos de papel y lápiz como, por ejemplo, el "Test On Understanding Science" (TOUS) de Kopfler y Cooley (1963), orientado a medir la comprensión sobre la empresa científica, los científicos y los métodos y fines de la ciencia, y el "Nature of Scientific Knowledge Scale" (NSKS) de Rubba y

Andersen (1978), encaminado a conocer la percepción sobre la naturaleza del conocimiento científico.

Sin embargo y según Lederman (Citado por Bennáassar *et al.*, 2011), comenta que en este proceso de corte cuantitativo que se ha dado desde varios años atrás, se han reconocido ciertas dificultades metodológicas. Posteriormente, y con el cambio de paradigma en educación en viraje hacia la investigación cualitativa, se adoptaron otras metodologías propias de esta misma investigación (por ejemplo, entrevistas), lo que contribuyó a mejorar la fiabilidad y validez, y por supuesto a superar en gran parte las críticas antes mencionadas.

No obstante, la mayor dificultad de estos nuevos métodos cualitativos (entrevistas, cuestionarios abiertos, observaciones, estudios de casos, etc.) radica en su aplicación ya que operan para muestras pequeñas o casos individuales y porque ocultan potenciales sesgos y puntos críticos de la investigación, en especial las interpretaciones de los múltiples registros abiertos.

Entonces, surge la idea de utilizar una amalgama de métodos cuantitativos y cualitativos. Al respecto, Aikenhead (1988, citado por Bennáassar, *et al.*, 2011) comparó la validez de diversos instrumentos: escalas Likert, entrevistas, cuestionarios de elección múltiple desarrollados empíricamente, y concluyó que estos últimos (confeccionados mediante preguntas abiertas y entrevistas previas), constituyen una tercera vía muy valiosa, pues combinan las ventajas de los

instrumentos cerrados con la riqueza de las entrevistas y métodos cualitativos, al tiempo que evitan las objeciones de los cuestionarios (percepción inmaculada o imposición de esquemas previos).

Surge entonces el COCTS (Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad) como herramienta alternativa en la investigación, resultado de la innovación y aporte investigativo de Manassero, Vázquez y Acevedo (2001, 2003), y derivado de la adaptación de algunos de los cuestionarios (VOSTS, TBA-STs), desarrollados empíricamente, al idioma español. Estos mismos autores enfatizan que “los cuestionarios desarrollados empíricamente son instrumentos normalizados que pueden constituir una alternativa válida a las metodologías cualitativas, en especial cuando se pretenden realizar estudios representativos y comparativos de poblaciones que requieren muestras grandes, pues su aplicación es más viable en tiempos, costes y recursos” (Bennáassar, et. al., 2011).

Es así como la metodología del presente proyecto, se basó en el uso del COCTS, acreditado como uno de los mejores instrumentos de papel y lápiz para evaluar las actitudes y opiniones sobre los temas y cuestiones CTS, estos últimos referidos como naturaleza de la ciencia. El COCTS se aplica a la par con una metodología y una métrica características. Aparte de esto, y citando a Bennáassar *et al.* (2011) una de las finalidades a las que se refiere la investigación PIEARCTS, con respecto

al COCTS, es la validación del cuestionario y la metodología diseñados para evaluar actitudes y opiniones sobre la NdCyT, en su sentido más amplio y completo.

La investigación realizada, es de carácter descriptivo, es decir, "comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona o grupo... funciona en el presente" (Tamayo, 1999).

MUESTRA

Se aplicó el cuestionario a 140 estudiantes de sexto semestre de la Licenciatura en Biología y Química de la Universidad del Atlántico (II de 2016 y I de 2017). Cabe aclarar en este apartado, que el instrumento COCTS se empleó en una muestra mixta en cuanto a género se refiere. En la Tabla 1 se presenta con más detalle la población según género.

En general, se decidió bajo criterio del autor de la investigación la representatividad de la muestra, y en lo que respecta al muestreo, es necesario exponer que se usó un "muestreo no probabilístico", y es preciso aclarar en este apartado, que la aplicación de las dos formas del COCTS (la F1 y la F2), se realizó de manera aleatoria para tener una distribución general y uniforme en la población investigada; es decir, para que aproximadamente se encuestara a la mitad de la población con la F1 y el porcentaje restante con la F2.

Tabla 1. **Generalidades de la muestra**

POBLACIÓN	ESTUDIANTES ENCUESTADOS		TOTAL
	COCTS	M	
FORMA 1	27	44	71
FORMA 2	25	44	69
TOTAL	52	88	140

Es preciso aclarar como último punto de este apartado, que la muestra es relevante a ser indagada, dadas la preeminencia y el crecimiento exponencial que año tras año abanderada a la Universidad del Atlántico.

Por otra parte, indagar creencias y actitudes sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología en esta población, es un tema de interés, porque hablando de la didáctica en la enseñanza de la ciencia y la tecnología, es un tema que ha tenido poca relevancia en el ámbito investigativo de este departamento, motivo por el cual, se intenta contribuir con un aporte de investigación, dadas las condiciones actuales en lo que se refiere a esta situación.

Por otra parte, es de suponer, que, si una institución como la Universidad del Atlántico está en una estrecha relación con la tecnología, debe entonces influir también en la educación tecnológica y en la alfabetización científica de los ciudadanos que allí forjan sus estudios, dada la estrecha relación de la ciencia y la tecnología (ver introducción). Según Acevedo *et al.* (Citados por Bennássar, 2011), en la práctica, la meta supone diferentes contenidos de ciencia escolar para estudiantes diversos, mientras que la alfabetización científica implica la

idea de que todos deben alcanzar una misma ciencia escolar. Esto provoca una tensión evidente entre las dos nociones que están en el centro del debate de la educación científica y, en general, de toda la educación básica, que debe ser común e inclusiva.

CARACTERÍSTICAS DEL COCTS

Antes de llegar a la consolidación del COCTS, según Bennássar *et al.* (2011) ya se habían venido desarrollando por diferentes investigadores varios instrumentos de investigación, es así como Aikenhead, Ryan y Fleming (1989) elaboran el banco de ítems denominado "Views on Science, Technology and Society" (VOSTS), del cual se originaron el "Teacher's Belief about Science Technology-Society" (TBA-STS) de Rubba y Harkness (1993) y el "Views on Science and Education Questionnaire" (VOSE) de Chen (2006a, b). Por otra parte, el cuestionario "Views on the Nature of Science" (VNOS) de Lederman *et al.* (2002) que es de tipo abierto y fue desarrollado y adaptado para diversas muestras de edad. Este último plantea una visión sólida sobre la NdCyT, que incluye aspectos epistemológicos; las relaciones internas y externas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, e incluso actitudes hacia la inclusión de cuestiones de la NdCyT en la educación científica (Chen, 2006a).

Pero ciertamente, es preciso mencionar que el COCTS es una adaptación del VOST y del TBA- STS, en la Figura 1, se detallan los pormenores de esa adaptación.

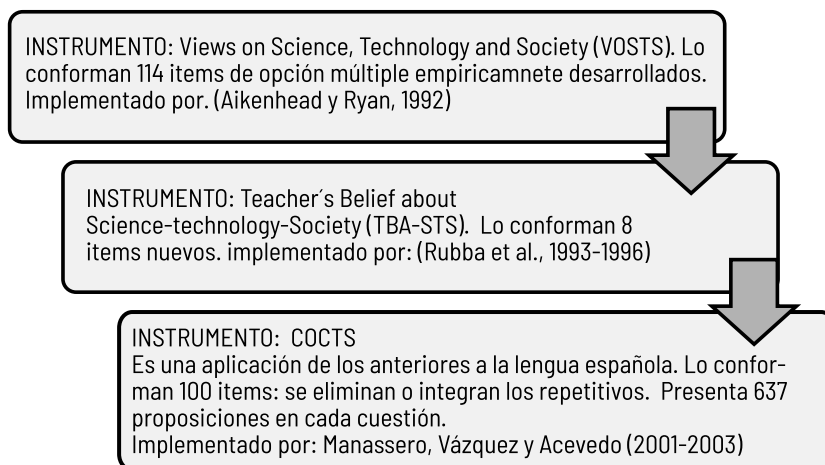


Figura 1. **Evolución del COCTS a partir del VOST y del TBA-STTS**

Hay que decir que 100 cuestiones de opción múltiple han sido elaboradas para su aplicación e investigación por medio del COCTS, todas son independientes entre sí, lo que permite flexibilidad en su uso. En las cuestiones del instrumento, está implícito el tema de naturaleza de la ciencia, y a nivel global es considerado como CTS, las cuestiones hacen parte de unos temas y subtemas que se pueden detallar en la Tabla 2.

Para la presente investigación, el COCTS presenta dos formas (como ya se mencionó anteriormente), la F1 (forma 1 del cuestionario) y la F2 (forma 2 del cuestionario). Al momento de su aplicación los estudiantes encuestados responden el cuestionario de manera anónima y diligencian solo una forma de cuestionario (bien sea la F1 o la F2).

Tabla 2. **Especificaciones de las cuestiones según el tema CTS al que se refieren. (Las cuestiones con asterisco han sido adaptadas de Rubba & Harkness, 1993 y el resto del VOSTS de Aikenhead y colegas)**

TEMAS	SUBTEMAS	CUESTIONES
DEFINICIONES		
1. Ciencia y tecnología	01. Ciencia	10111,10113
	02. Tecnología	10211
	03. I +D	10311
	04. Interdependencia	10411,10412,10413,10421,10431
SOCIOLOGIA EXTERNA DE LA CIENCIA		
	01 Gobierno	
	02. Industria	20111,20121,20131,20141,20151
	03.Ejército	20211
	04.Ética	20311,20321
	05. Instituciones educativas	20411
	06. Grupos de interés especial	20511,20521
	07. Influencia sobre científicos	20611
	08. Influencia general	20711
		20811,20821
3. Influencia triádica	01. Interacción CTS	30111
	01. Responsabilidad social	
	02. Decisiones sociales	40111, 40121, 40131, 40142, 40161
	03. problemas sociales	40211, 40221, 40231}
	04.Resolución de problemas	40311, 40321
	05. Bienestar económico	40411, 40421, 40431, 40441, 40451
	06.Contribución al poderío militar	40511, 40521, 40531
	07. Contribución al pensamiento social	40611
	08. Influencia general	40711
		40811, 40821
4. Influencia de Ciencia/tecnología sobre la sociedad		
5. Influencia general	01. Unión dos culturas	50111
	02. Fortalecimiento social	50211
	03. Caracterización escolar de la ciencia	50311

SOCIOLOGÍA INTERNA DE LA CIENCIA

6. Características científicas	01. motivaciones	60111
	02. valores y estándares	60211,60221,60222,60226
	03. creencias	60311
	04. Capacidades	60411, 60421
	05.Efectos de género	60511, 60521, 60531
	06. Infrarrepresentación de las mujeres	60611
7. Construcción del conocimiento	01. Colectivización	70111,70121
	02.Decisiones científicas	70211,70221,70231
	03. Comunicación profesional	70311,70321
	04. Competencia profesional	70411
	05. Interacciones sociales	70511
	06. Influencia de individuos	70611,70621
	07. Influencia nacional	70711, 70721
	08. Ciencia pública y ciencia privada	70811
8. Construcción social de la tecnología	01. Decisiones tecnológicas	80111,80121, 80131
	02. Autonomía de la tecnología	80211
9. Naturaleza del conocimiento científico	01.Observaciones	
	02.Modelos científicos	90111
	03.Esquemas de clasificación	90211
	04.Provisionalidad	90311
	05.Hipótesis, teorías y leyes	90411
	06. Aproximación a las investigaciones	90511,90521, 90531, 90541
	07. Precisión e incertidumbre	90611, 90621, 90631, 90641,90651
	08. Razonamiento lógico	90711, 90721
	09. Supuestos de la ciencia	90811
	10. Estatus epistemológico	90921
	11. Paradigmas y coherencia de conceptos	91011

Fuente: (Bennássar et al., 2011, pp. 30, 31).

Como se puede apreciar en la anterior Tabla (Tabla 2), son 100 cuestiones las que conforman el conjunto general, no obstante, de esas 100 cuestiones se han seleccionado de común acuerdo con el grupo de investigación del proyecto PIEARCTS, una muestra representativa de las mismas, a fin de adaptar el cuestionario a las necesidades y requerimientos de la investigación y de los distintos países que participan del proyecto. Es así como, se presentan en el COCTS aplicado en esta investigación un conjunto de 30 cuestiones, que respectivamente se dividen en 15 cuestiones para la F1 y 15 para la F2. Las cuestiones que conforman el COCTS de las F1 y F2 se evidencian en la Tabla 3.

Tabla 3. **Consenso entre los grupos investigadores del proyecto PIEARCTS para conformar las dos formas aplicadas. Fuente: (Bennássar et al., 2011, p 31).**

DIMENSIONES	FORMA 1 - 15 CUESTIONES	FORMA 2 - 15 CUESTIONES
Definición de ciencia y Tecnología	F1_10111 ciencia	F2_10211 tecnología
	F1_10411 interdependencia	F2_10421 interdependencia/calidad de vida
Interacciones Ciencia - Tecnología - Sociedad	F1_30111 interacción CTS	
Influencia de Sociedad en CyT	F1_20141 política del gobierno del país	F2_20211 industria
	F1_20411 ética	F2_20511 instituciones educativas
Influencia de CyT en Sociedad	F1_40161 responsabilidad social contaminación	F2_40131 responsabilidad social
	F1_40221 decisiones morales	F2_40211 decisiones sociales
	F1_40531 bienestar social	F2_40421 Aplicación a la vida diaria
		F2_50111 unión de dos culturas

Sociología Interna de CyT	F1_60111 motivaciones	F2_60521 equidad de género
	F1_60611 infra-representación de mujeres	F2_70211 decisiones científicas
	F1_70231 decisiones por consensos	F2_70711 influencias nacionales
	F1_80131 ventajas para Sociedad	Epistemología
	F1_90411 provisionalidad	F2_90311 esquemas de clasificación
	F1_90621 método científico	F2_90521 papel de los supuestos
		F2_91011 estatus epistemológico

Bennássar *et al.* (2011) aclaran que las respuestas directas de los participantes a los cuestionarios, según el modelo de respuesta múltiple, permiten obtener una serie de variables cuantitativas de actitudes CTS en cada cuestión aplicada: el índice actitudinal de cada frase, el índice actitudinal de categoría (*adecuada: A, plausible: P o ingenua: I*), el índice actitudinal de cada cuestión y el índice actitudinal personal. Las variables dependientes de este estudio son las que se corresponden con los tres tipos de índices actitudinales, que representan las actitudes relativas a las cuestiones de la Tabla anterior. Cada una de estas 30 cuestiones diferentes está representada por un índice cuantitativo de actitud, de modo que producen 30 índices actitudinales, que constituyen el conjunto de variables dependientes básicas de este estudio, y que miden las actitudes y creencias sobre los temas de NdCyT. En la Tabla4 se detallan las partes constitutivas de una de las cuestiones del COCTS.

Tabla 4. Ejemplo de una cuestión del COCTS y las partes de las que está compuesta

	GRADO DE ACUERDO					CAT							
	DESACUERDO		ACUERDO		OTROS								
	BAJO	MEDIO	ALTO	-----									
10421 Para mejorar la calidad de vida del país, sería mejor gastar dinero en investigación tecnológica EN LUGAR DE en investigación científica. ⊖	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S	I	◇
Para cada una de las frases siguientes; marca el número de la escala que represente mejor el grado de acuerdo entre tu propia opinión y la posición expuesta en la frase.													
A. Invertir en investigación tecnológica porque mejorará la producción, el crecimiento económico y el empleo. Todo esto es mucho más importante que cualquier cosa que ofrezca la investigación científica. Δ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S	P	◇
Invertir en ambas:													
B. Porque no hay realmente diferencias entre ciencia y tecnología. Δ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S	P	◇
C. Porque el conocimiento científico es necesario para hacer avances tecnológicos. Δ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S	P	◇
D. Porque ambas interactúan y se complementan entre sí por igual. La tecnología da a la ciencia tanto como la ciencia da a la tecnología. Δ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S	A	◇

E. porque cada una a su manera ofrece ventajas a la sociedad. Por ejemplo, la ciencia da avances médicos y en el medioambiente, mientras que la tecnología da más eficiencia y comodidad. Δ

P

◇

1 2 3 4 5 6 7 8 9 E S

F. Invertir en investigación científica, esto es, investigación médica o sobre medioambiente, porque éstas son más importantes que hacer mejores aplicaciones, ordenadores u otros productos de la investigación tecnológica. Δ

I

◇

1 2 3 4 5 6 7 8 9 E S

G. Invertir en investigación científica porque mejora la calidad de vida (por ejemplo, curaciones médicas, respuestas a la contaminación y aumento del conocimiento). La investigación tecnológica, por otro lado, ha empeorado la calidad de vida (por ejemplo, bombas atómicas, contaminación y automatización). Δ

I

◇

1 2 3 4 5 6 7 8 9 E S

H. No invertir en ninguna. La calidad de vida no mejorará con los avances en la ciencia y la tecnología, sino que mejorará con inversiones en otros sectores de la sociedad (por ejemplo, bienestar social, educación, creación de empleo, artes, cultura y ayudas de otros países). Δ

I

◇

1 2 3 4 5 6 7 8 9 E S

OTROS: En caso que no pueda manifestar su opinión en alguna frase escriba la razón:

E. No la entiendo.

S. No sé lo suficiente sobre este tema para elegir una opción.

Δ = Frase

◇ = CAT (Categoría): I (Ingenua); P (plausible); A (Adecuada).

Θ = Cuestión

Como indican las convenciones, en la Tabla se representan Cuestiones (verde, Θ), Frases (amarillo Δ) y Categorías (Azul, \diamond). Aclarando que estos tres símbolos son adicionados por los autores únicamente para señalar las partes constitutivas. (Basado en Manassero y Vázquez, Tabla I p.18, 2001).

Como se puede apreciar en la Tabla anterior (Tabla 4) cada una de las cuestiones sobre las que debe opinar el estudiante, es el planteamiento a un problema CTS, lo que equivale a la cuestión (10211. *definir qué es la tecnología puede...*). Posteriormente, aparecen las frases con letras en orden alfabético (En este caso A, B, C, hasta H), y cada una de ellas ofrece una variedad de respuestas razonadas sobre el tema esbozado. Gracias a ello se usan y emplean las variables correspondientes a los índices de las frases que forman cada cuestión en los dos cuestionarios ($99+101 = 200$ índices de frases), y los índices correspondientes a las tres categorías (adecuadas, plausibles e ingenuas) existentes en cada cuestión en los dos cuestionarios ($43 + 44 = 87$ índices de categorías). En total, la investigación está operando con 317 variables dependientes (157 para cada respondiente de la F1 y 160 para la F2), que representan las actitudes de las personas encuestadas hacia los temas de NdCyT (Bennássar *et al.*, 2011).

Los encuestados, entonces, responden al problema planteado en cada cuestión según el modelo de respuesta múltiple y "valoran su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las frases que contiene la cuestión sobre una

escala de nueve puntos (1/9, desacuerdo/acuerdo), y dos razones para no valorar” (es decir, existen las opciones: “No entiendo la cuestión” o “No sé lo suficiente sobre el tema”) (Vázquez, *et al.*, 2010). Esta forma de opción múltiple deja que los instructores expresen su punto de vista sobre cada frase de la cuestión, “de esta manera, la actitud conformada por la valoración de las diferentes posibilidades contempladas en las frases es más rica, precisa y completa” (Vázquez, 2010).

Por otra parte, y ya pasando al tema de la identificación eficiente de las variables del COCTS, es importante mencionar que se utiliza un código o etiqueta para identificar la frase, la categoría y la cuestión del COCTS al que pertenecen: En primer lugar, para identificar la *cuestión* por ejemplo, se antepone un F1_ o F2_ que denota la forma del COCTS al que pertenece, posterior a esto va un número y una etiqueta que permitirá el reconocimiento de la variable; y si nos basamos en el ejemplo de la Tabla 3, entonces se identificaría así “F2_10211 tecnología”, lo que denota que la cuestión 10211 está incluida en la forma 2 del COCTS (F2) y específicamente trata sobre tecnología.

En segundo lugar, otras etiquetas utilizadas son las de las variables de Categorías: en ellas aparece el tipo de categoría a la que pertenecen (Adecuada, Plausible o Ingenua). Se conforma por las mismas características de la etiqueta anterior, es decir, la forma de COCTS al que pertenece, el número de identificación y una terminación de dos letras

AD; adecuada, PL; plausible o IN; ingenua. Por ejemplo: F2_10211PL, que estaría describiendo a la variable de la categoría plausible correspondiente al tema de tecnología, de la cuestión 10211, incluida en la forma dos (F2) del COCTS.

Y en tercer lugar, para identificar la Etiqueta de las frases, se antepone la forma del COCTS a la que pertenece (F1 o F2), luego dependiendo de la situación se identifica la categorización de los jueces según corresponda; si alcanzó un consenso significativo aparecerá entonces la letra C, si esto no se manifiesta esta letra se omite, después seguirá el número de la cuestión, y la letra que denota la posición de la frase en la cuestión (es decir A; primera posición, B; segunda, C; tercera, D; cuarta, ...) y al finalizar, irá la categoría a la que pertenece (Ejemplo: “_A_” Adecuada, “_P_” plausible o “_I_” Ingenua) seguida finalmente por su descripción. Un ejemplo sería: “F2 10211A_P_Tecnología”; forma 2 del COCTS (F2), sin consenso significativo (), representa la frase A (primera posición) de la cuestión 10211 “tecnología” y está categorizada como Plausible (_P_). El ejemplo contrario se presentaría en la Tabla 3: “F2_C_10421A_I_Interdependencia Calidad de vida”; Pertenece a la forma 2 del cuestionario (F2), presenta el consenso significativo de los jueces (_C_) y representa la frase A (primera posición) de la cuestión 10421 “Interdependencia Calidad de vida” que está categorizada como Ingenua (_I_).

Aparte del diligenciamiento del COCTS, es necesario recopilar algunas variables sociodemográficas para complementar la investigación, ya que según Bennássar *et al.* (2011), son relevantes para el objetivo de este estudio, y permiten realizar comparaciones entre grupos mediante análisis de la varianza por grupos y análisis correlacionales, a fin de detectar las variables que influyen sobre las actitudes. En la Figura 2 se evidencia la adaptación en la recolección de los datos sociodemográficos para el presente estudio.

FIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO

Sería arriesgado asumir un proyecto de investigación en el que no se reconozca una verdadera rigurosidad albergada por los instrumentos con los que se indaga la población de estudio. Por tal razón, Bennássar *et al.* (2011), menciona al respecto que la fiabilidad de los cuestionarios se ha verificado calculando los valores del coeficiente de consistencia interna (alfa de Cronbach) de las puntuaciones directas... sobre todas las variables de frases (99 frases del F1 y las 101 frases del F2) y sobre cada una de las 30 cuestiones de ambos cuestionarios. Concluyendo que los valores de los coeficientes de fiabilidad (*alfa*) del total de frases del F1 y del F2 son muy altos, mientras que los coeficientes para cada una de las 30 cuestiones, calculados a partir de las puntuaciones directas de las respuestas a las frases que forman cada una, son más variables y menores, pero son aceptables atendiendo el bajo

número de frases contenidas en cada cuestión (entre 10 y 4 frases).

Por lo tanto, dichos valores de fiabilidad según Bennássar *et al.* (2011), le confieren “mayor consistencia y validez métrica a los instrumentos utilizados en la investigación (COCTS F1 y F2)”

PROCESAMIENTO DE LOS DATOS OBTENIDOS CON EL CUESTIONARIO DE OPINIONES SOBRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (COCTS)

Gracias al modelo de respuesta múltiple, cada estudiante valora el grado de acuerdo con cada una de las opciones que se encuentran en la cuestión en una escala de 9 puntos. “Este Modelo de Respuesta Múltiple (MRM) maximiza la información disponible en cada cuestión del COCTS y alcanza el mayor grado de precisión en la evaluación de las actitudes” (Manassero y Vázquez, 2001).

Los estudiantes valoran los temas propuestos en una escala de nueve puntos (Figura 3), según el grado de acuerdo o desacuerdo que consideren (va de 1 hasta el 9), además de dos respuestas para no valorar (E o S).

A esas valoraciones que hacen los estudiantes las llamaremos de aquí en adelante puntuaciones directas, las que posteriormente se transforman a índices actitudinales, normalizando en un intervalo entre -1 y +1 ([-1,+1]). Es en este apartado

cuando se deben tener en cuenta las categorías asignadas previamente por un panel de jueces expertos.

Dichas categorías, según Manassero *et al.* (2002), se refieren a lo siguiente:

- » Adecuadas(A): Si la frase expresa una opinión adecuada sobre el tema (coherente con los conocimientos de historia, epistemología y sociología de la ciencia).
- » Plausibles(P): Aunque no totalmente adecuada, la frase expresa algún aspecto adecuado.
- » Ingenuas (I): La frase expresa un punto de vista que no es ni adecuado ni plausible.

Siguiendo a Acevedo (Citado por Manassero *et al.* 2002), los índices actitudinales, son entonces, los indicadores cuantitativos de las creencias y actitudes de los estudiantes. Se encargan de medir el grado de sintonía de la puntuación directa, concedida por los estudiantes, con el patrón categorial asignado por los jueces a las frases del COCTS. Cuanto más positivo y cercano al valor máximo (+1) del índice, más adecuada e informada se considera la actitud; y cuanto más negativo y cercano a la unidad negativa (-1), la actitud es más ingenua o desinformada.

DESACUERDO		INDECISO			ACUERDO			OTROS		
TOTAL	ALTO	MEDIO	BAJO		BAJO	MEDIO	ALTO	TOTAL	NO ENTIENDO	NO SÉ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

Figura 3. Detalle de la escala de valoración de 9 puntos

Posteriormente, según Vázquez y Manassero (2010), los índices básicos de cada frase se transforman en índices de las tres categorías promediando el valor del índice de las frases que pertenecen a cada una de estas categorías existentes en cada cuestión. A su vez, el promedio de los índices de las categorías en una cuestión produce un índice que es el indicador de la actitud global hacia el tema planteado en cada cuestión. El criterio general para delimitar las frases con las actitudes más positivas o negativas, y determinar las diferencias más relevantes entre grupos, se basa en aplicar una puntuación de corte (0.25 unidades) a las puntuaciones medias y al tamaño del efecto de las diferencias; por debajo de este umbral las puntuaciones o las diferencias se consideran irrelevantes, aunque podrían tener interés para otros propósitos diagnósticos como la evaluación personal.

Según Bennássar *et al.* (2011), el procedimiento del análisis de resultados de la aplicación de las cuestiones del COCTS se basa en las especificaciones del modelo de respuesta múltiple, la categorización de las frases de las cuestiones, la métrica y las técnicas de puntuación y los índices de actitud del cuestionario COCTS, expuestos con detalle en las citas bibliográficas precedentes. La metodología basada en respuesta múltiple en cada una de las cuestiones, aporta una evaluación cuantitativa de alta fiabilidad y validez, reduciendo las dificultades metodológicas de los instrumentos de evaluación, además de permitir contrastes estadísticos de hipótesis y la discusión de resultados cuali-

tativos gracias a su sólida fundamentación. Por otra parte, el mayor interés educativo de los resultados obtenidos en la mayoría de investigaciones similares se centra en identificar y diagnosticar aquellos rasgos más positivos y más negativos de las actitudes personales y grupales, a través de los índices de las frases y cuestiones específicas, porque serán los que orientan más sobre las necesidades de formación y desarrollo en la educación científica y tecnológica.

Con el grado de probabilidad de significación y el tamaño del efecto de las diferencias se analizan resultados al indagar las frases con actitudes más positivas o negativas, o al establecer las diferencias más notables entre grupos.

El grado de probabilidad de significación se extrae de los procedimientos de análisis de la varianza (ANOVA), y generalmente se calcula a partir de los valores de la función F de Snedecor. Al respecto, allí se consideran diferencias estadísticamente significativas aquellas cuyos valores del grado de la probabilidad de significación (p) sean inferiores a 0.01 (Bennássar, *et al.*, 2011).

Por otra parte, estadísticos como el tamaño del efecto, utilizado en muchas investigaciones PIEARCTS se usa para cuantificar en unidades de desviación estándar cuál es la diferencia entre grupos. Se calcula restando al índice medio de un grupo el índice medio del otro grupo, y dividiendo por la desviación estándar media, de modo que las variaciones de

tamaño del efecto (positivo o negativo) indican que un grupo tiene un índice medio mejor o mayor que el otro. El tamaño del efecto de las diferencias se considera relevante cuando es mayor que 0.30, que corresponde, en general, con diferencias también estadísticamente significativas ($p < 0.01$); por debajo de ese valor, las diferencias se consideran irrelevantes, aunque algunas pueden ser aún estadísticamente significativas ($p < 0.01$). La aplicación de una puntuación de corte (unas 0.30 unidades de desviación estándar) a las puntuaciones medias (respecto al cero) y al tamaño del efecto de las diferencias entre grupos (diferencias entre medias, medidas en unidades de desviación estándar) superiores a ella, permite identificar puntos fuertes y débiles de la comprensión y las diferencias relevantes entre los grupos. Por debajo de este punto de corte, las puntuaciones o las diferencias se consideran irrelevantes, aunque podrían ser estadísticamente significativas ($p < 0.01$) o tener interés para otros propósitos como, por ejemplo, la evaluación personal diagnóstica.

De otro lado, "La significación estadística permite decidir sobre la verificación de la aceptación de la hipótesis nula o alternativa en la comparación de grupos, mientras que el tamaño del efecto ofrece una cuantificación de las diferencias observadas" (Bennássar *et al.*, 2011).

Análisis

ANÁLISIS GLOBAL

Como referencia general de la muestra total se entregan las grandes medias globales de los promedios de los índices de cada una de las frases, categorías y cuestiones aplicadas a la totalidad de los encuestados.

Al describir los resultados globales resultantes de la aplicación de la *forma 1 del COCTS* los promedios de los índices de las frases categorías y cuestiones muestran resultados generales muy similares entre sí y positivos (Figura 4):

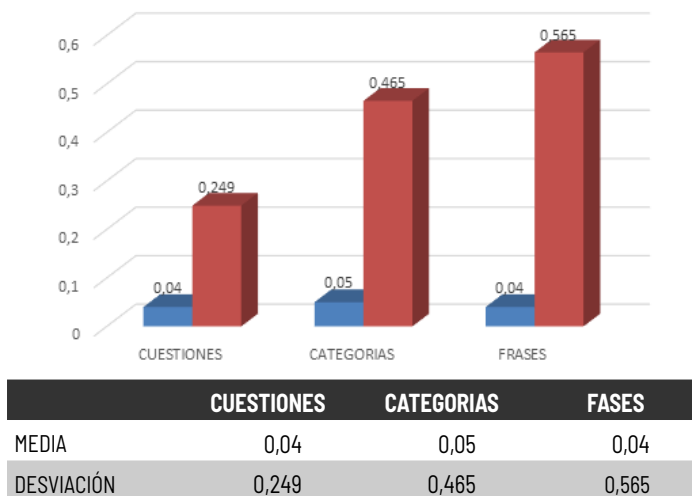


Figura 4. **Resultados globales arrojados por el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (COCTS) de la forma 1 (F1)**

Los datos de la anterior Figura (Figura 4), representan una actitud global moderadamente informada y positiva para la muestra total. También se aprecia, que la variabilidad de las puntuaciones se reduce desde las frases (mayor) a las cuestiones (a la mitad), debido a la definición de las categorías y cuestiones como promedios de las frases que las forman.

Al reseñar la *forma 2 del COCTS* (Figura 5) los promedios de los índices de las frases ($m = -0,024$ $DE = 0,564$) muestran un valor prácticamente nulo, que se interpreta como una actitud neutra para los índices de la muestra, denota que las creencias positivas se compensan con las negativas para arrojar este valor promedio global prácticamente nulo.

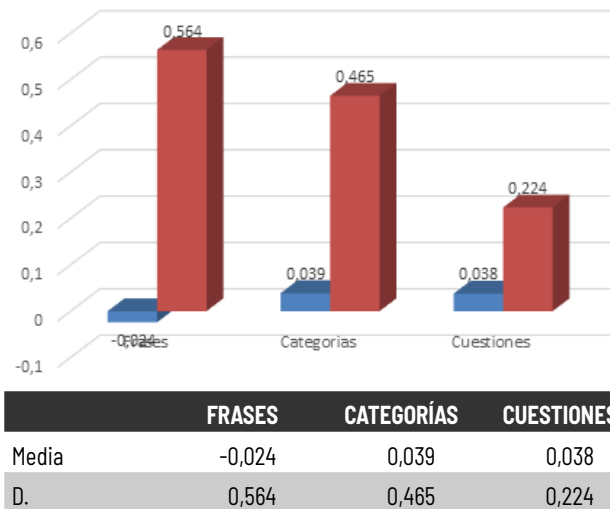


Figura 5. **Resultados globales arrojados por el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (COCTS) de la forma 2 (F2)**

En cuanto a los promedios de los índices de las categorías y cuestiones muestran resultados generales muy similares

entre sí y positivos respectivamente ($m=0,039$; $0,038$; $DE=0,465$; $0,224$), lo que representa una actitud global moderadamente informada y positiva. Al igual que en la forma 1, la variabilidad de las puntuaciones se reduce desde las frases (mayor) a las cuestiones (a la mitad).

En cuanto a los resultados globales de esta investigación, varios de los estudios a nivel Iberoamericano evidencian también esta misma tendencia en cuanto a actitud global (Por citar solo algunos ejemplos; en España, Bennásar Roig, García-Carmona y Vázquez, 2011; o en Colombia Callejas y Mendoza, 2011).

Por otra parte, se evidencia como particularidad, que la forma 1 del COCTS presenta en los resultados globales, unos escasos puntajes más altos que los presentados por la forma 2 del mismo cuestionario. No obstante, las diferencias antes mencionadas no son relevantes, ya que, de todas formas, la característica de las cifras tiende a demostrar una actitud moderadamente informada y positiva para la muestra total.

RESULTADOS MEDIOS GLOBALES EN FRASES

Con respecto a las frases singulares del COCTS, los índices actitudinales denotan las creencias directas de los encuestados acerca de las afirmaciones concretas que el COCTS posee implícitas en cada frase. Es normal, que los índices de estas últimas ostenten una mayor variación en sus puntuaciones que la que se puede ver en las categorías y las cuestiones, debido a la especificidad del contenido de cada frase. Un factor que justifica la numerosa cantidad de frases

que superan el valor umbral de corte, es el gran número de frases que se analizan, 99 para la F1 y 101 para la F2.

Se presentan las Figura 6, además de su respectiva discusión por separado, ya que se analizan frases con las puntuaciones máximas (más positivas) y mínimas (más negativas). Los temas de las frases que presentan índices medios más positivos de la muestra global (F1 y F2 del COCTS) se pueden apreciar en la Figura 8.

Pero antes, es preciso aclarar que es muy significativo que en los resultados aparezcan estos aspectos con índices positivos, ya que, según Vázquez *et al.*, (2011), son indicadores de una actitud más informada, pues está en sintonía la puntuación directa de los encuestados con el patrón categorial asignado por los jueces. Además, con respecto a la reconstrucción de las creencias y actitudes de los estudiantes en su capacitación y/o actualización, las creencias bien comprendidas pueden ser un punto de partida para que se interesen y se motiven por comprender los aspectos sobre la NdCyT (muy necesarios en la enseñanza) en los que más se encuentran desinformados, y así, puedan ser re-construidas sus creencias y actitudes a través de su análisis o reflexión.

Por el contrario, de presentarse índices muy negativos, según memorias de los investigadores del Foro Europeo de Administradores (s.f.), se revelarían los puntos más débiles de las creencias de los estudiantes, es decir, aquellas creencias que divergen y son ampliamente opuestas a los conocimientos actuales sostenidos por los expertos sobre NdCyT. En el caso de las creencias ingenuas porque afirman ideas

que los expertos niegan, y en el caso de las frases plausibles, porque no se reconoce este carácter ambivalente, sino que se afirma su adecuación o ingenuidad.

Así, indagando los aspectos fuertes y débiles sobre NdCyT se ayudaría a informar sobre las creencias que en los estudiantes necesitan refuerzo, porque contrario a su situación, estas ya se hallarían muy extendidas y consolidadas en una gran parte de la población alfabetizada científicamente.

Además, reflexionando sobre estos aspectos débiles en la comprensión de la NdCyT, y desde el diseño de estructuras curriculares y módulos de formación que asimismo son generados desde las creencias y actitudes de los estudiantes, se reforzarán seguramente, también los procesos de enseñanza dentro de las aulas de clase.

FRASES CON ÍNDICES MÁS POSITIVOS F1 F2

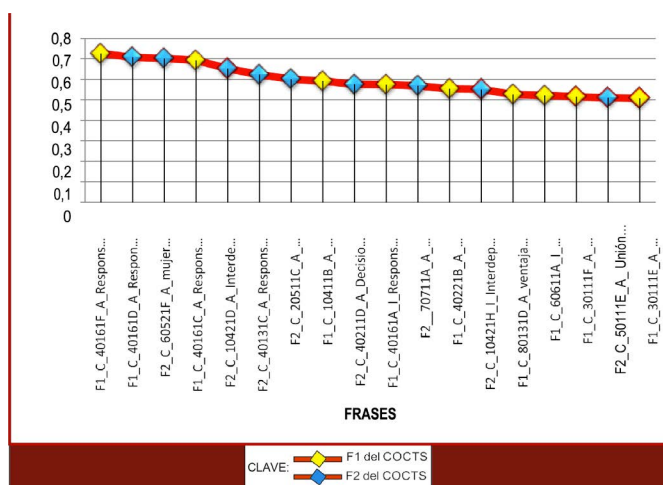


Figura 6. Comparación de los resultados globales positivos de la investigación por frases de los dos cuestionarios (F1 y F2)

La mayor cantidad de frases que poseen índices muy positivos, corresponden a la categoría de frases adecuadas (42), no obstante, también se presentan, aunque en menor proporción, frases ingenuas (12). En el grupo de índices con tendencia positiva, se destaca la ausencia sistémica de frases pertenecientes a la categoría plausible. Además, es notable la tendencia que tienen algunas frases con índices muy positivos a presentar algunas cuestiones repetidas (tal es el caso de: (20511) Instituciones educativas, (70711) Influencia nacional, (10421) Interdependencia Calidad de vida, (40131) Responsabilidad social Información, (10411) Interdependencia, (40161) Responsabilidad social, Contaminación, (70711) Influencia nacional, (60611) Infrarrepresentación de las mujeres, (30111) Interacción CTS, (20141) Gobierno política un país, (90311) Esquemas de clasificación, (60521) mujer igual que hombre, (10111) Ciencia, (60111) Motivaciones, (20141) Gobierno política un país, (90111) Observaciones, (20511) Instituciones educativas). Cada una de esas cuestiones posee una o varias frases que se repiten, sin embargo, mantienen la tendencia de la muestra total.

Pero, así como se presentan índices positivos, también se presentan índices actitudinales con puntuaciones más bajas y negativas (media desviación estándar más baja que cero) en cada una de las frases que componen el COCTS.

La mayor cantidad de frases que poseen índices muy negativos, corresponden a la categoría de frases ingenuas

(34), no obstante, también se presentan, aunque en menor proporción, frases plausibles (26) y tan solo una frase adecuada (40421G_A_Resolución en tu vida diaria). Además, es notable la tendencia que tienen algunas frases con índices muy negativos, a presentar algunas cuestiones repetidas, tal es el caso de: Mujer igual que hombre (60521), Motivaciones (60111), Responsabilidad social contaminación (40161), Ciencia (10111), Decisiones morales (4022), Método científico (90621), Decisiones por consenso (70231), Bienestar mejor nivel de vida (40531), Modelos científicos (90211), Instituciones educativas (20511), Esquemas de clasificación (90311), Interdependencia calidad de vida (10421), Decisiones sociales (40211), Resolución en tu vida diaria (40421), Tecnología (10211), Suposiciones verdaderas (90521), Estatus epistemológico (91011) y Decisiones científicas (70211).

Cada una de esas cuestiones posee una o varias frases que se repiten, sin embargo, mantienen la tendencia de la muestra total.

En el siguiente apartado se desglosan los resultados de la F1 y F2 del COCTS para lograr una mejor comprensión.

RESULTADOS MEDIOS EN FRASES PARA LA FORMA 1 DEL COCTS

A continuación se describen los índices actitudinales de cada una de las frases del COCTS forma 1 destacando las puntuaciones más altas y positivas por encima del punto de corte

(media desviación estándar), que corresponden a 31 frases (31.3 % del total del cuestionario), por otra parte, las puntuaciones negativas se manifiestan en relativa menor proporción con 26 frases (26.2 % del total del cuestionario) (Tabla 5). De las 31 frases con un promedio alto por arriba del punto de corte, puede decirse que 23 de esas frases están catalogadas como Adecuadas (76.6 % del total de frases adecuadas de la F1) y 8 son Ingenuas (es decir un 20.5 % de la totalidad de frases Ingenuas del cuestionario). Implícito es, denotar la tendencia positiva que poseen las frases adecuadas y la ausencia de las frases clasificadas como plausibles.

Tabla 5. **Frases con las puntuaciones Máximas (más positivas) y Mínimas (más negativas) para la F1 del COCTS**

ETIQUETA Y CUESTIÓN (FRASE POSITIVA)	ETIQUETA Y CUESTIÓN (FRASE NEGATIVA)	SUBTEMA	Nº DE FRASES CON PUNTUACIONES MÁXIMAS (>0,3179)	Nº DE FRASES CON PUNTUACIONES MÍNIMAS (<-0,14)
F1.C.20141J.L	F1 20141H.L	Gobierno política un país	6	1
F1 20141B.A				
F1 20141A.A				
F1.C.20141C.A				
F1 20141F.A				
F1.C.20141I.L				
F1.C.40161F.A	F1 40161B.P	Responsabilidad social Contaminación	4	2
F1.C.40161D.A	F1 40161E.P			
F1.C.40161C.A				
F1.C.40161A.L				

ETIQUETA Y CUESTIÓN (FRASE POSITIVA)	ETIQUETA Y CUESTIÓN (FRASE NEGATIVA)	SUBTEMA	Nº DE FRASES CON PUNTUACIONES MÁXIMAS (>0,3179)	Nº DE FRASES CON PUNTUACIONES MÍNIMAS (<-0,14)
F1.C_60611A.L	F1 60611H.P_	Infrarrepresentación de las mujeres	4	1
F1.C_60611B.L				
F1 60611E.A_				
F1.C_60611F.A_				
F1.C_80131D.A_	F1 80131A.L	ventajas para la Sociedad	3	1
F1 80131E.A_				
F1 80131B.A_				
F1.C_30111F.A_		Interacción CTS	3	
F1.C_30111E.A_				
F1.C_30111G.L				
F1 10111I.L	F1 10111E.L	Ciencia	3	3
F1 10111H.A_	F1 10111F.P_			
F1 10111B.A_	F1 10111C.P_			
F1.C_10411B.A_		Interdependencia	2	
F1 10411C.A_				
F1 60111H.A_	F1 60111G.L	Motivaciones	2	3
F1 60111B.L	F1 60111F.L			
	F1 60111E.P_			
F1.C_40221B.A_	F1.C_40221C.L F1 40221E.P_	Decisiones morales	1	2
F1.C_90621C.A_	F1.C_90621A.L	método científico	1	3
	F1 90621B.L			
	F1 90621D.P_			
F1 70231C.A_	F1 70231A.L	Decisiones por consenso	1	3
	F1.C_70231D.L			

ETIQUETA Y CUESTIÓN (FRASE POSITIVA)	ETIQUETA Y CUESTIÓN (FRASE NEGATIVA)	SUBTEMA	Nº DE FRASES CON PUNTUACIONES MÁXIMAS (>0,3179)	Nº DE FRASES CON PUNTUACIONES MÍNIMAS (<-0,14)
	F1 70231F_L			
F1.C_90411B_A	F1 90411C_L	Provisionalidad	1	1
	F1.C_40531A_L	Bienestar mejor nivel de vida		3
	F1 40531C_L			
	F1 40531B_P			
	F1.C_90211C_L	Modelos científicos		2
	F1.C_90211B_L			
	F1 20411G_L	Ética		1

Gracias a las frases con puntuaciones máximas (índices más positivos) y mínimas (índices muy negativos) se pueden apreciar atributos colectivos que son característicos de la población. En primer lugar, ya que varias de las puntuaciones máximas o mínimas se condensan al estar en sólo unos cuantos subtemas repetidos, tal es el caso de 20141, 40161, 60611, 80131, 30111, 10111, 10411, 60111, 40221, 90621, 70231 y 90411. Es así como de 57 frases con índices positivos y negativos, dicha repetición de subtemas simplifica el trabajo, encaminando a analizar 12 subtemas representativos que caracterizan a la población de los estudiantes investigados con el COCTS. Una de las cuestiones con más índices repetidos (6) de puntuaciones máximas es la 20141 que corresponde a "Gobierno política de un país", lo siguen de cerca la 40161 y la 60611 que conciernen a "Responsabilidad social Contaminación" e "Infrarrepresentación de las

mujeres" respectivamente, con 4 frases muy positivas. Posteriormente con 3 puntuaciones máximas sigue 80131 "ventajas para la sociedad", 30111 "Interacción CTS" y 10111 "Ciencia".

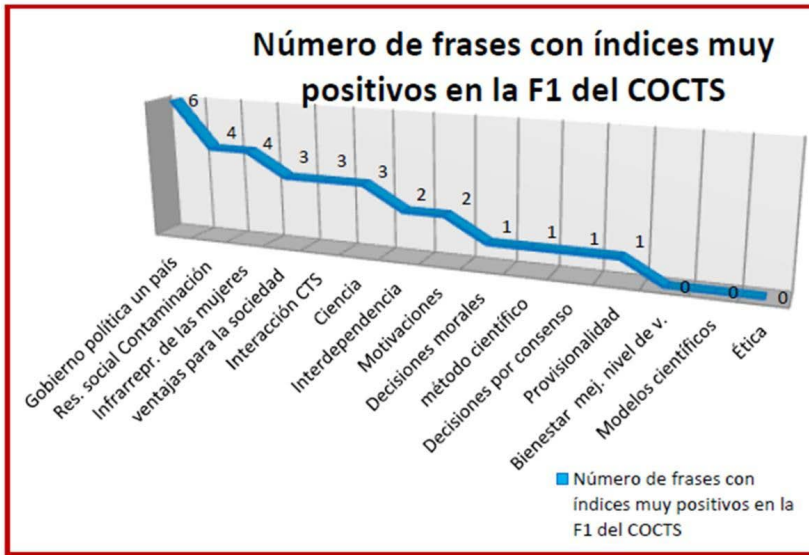


Figura 7. Frases del cuestionario 1 (F1) con índices muy positivos

En segundo lugar, de la totalidad de las frases, la mayoría tiene al menos una de sus frases dentro del grupo de las clasificadas como muy positivas, de las 15 cuestiones implícitas en el cuestionario 11 mantienen esta dinámica. Son excepciones las cuestiones (40531) Bienestar mejor nivel de vida, (90211) Modelos científicos y (20411) Ética. No obstante, la frase que concierne a *la influencia del Gobierno y la política del país sobre los científicos* (20141) tiene 6 de sus 9 frases dentro del rango muy positivo. Educativamente, este rasgo es muy meritorio, debido a que si en todos los temas existe una creencia por parte de los estudiantes que es bien

comprendida, esta puede usarse como motivador estructural en la reconstrucción de las creencias y actitudes negativas en su formación y/o capacitación.

En tercer lugar, otro de los rasgos importantes que se pueden distinguir a través de los resultados por frases con índices mayormente positivos, es que más de la mitad de estas últimas (18), corresponden a frases que tienen el consenso de los jueces (dichas frases se pueden identificar con la letra C antes de la etiqueta característica, por ejemplo: F1_C_20141C_A_). Esto aclara que los instructores de la población investigada pueden también identificarse con creencias adecuadas sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología que han sido consensuadas en la comunidad científica.

PORCENTAJE DE FRASES CONSENSUADAS POR LOS JUECES F1

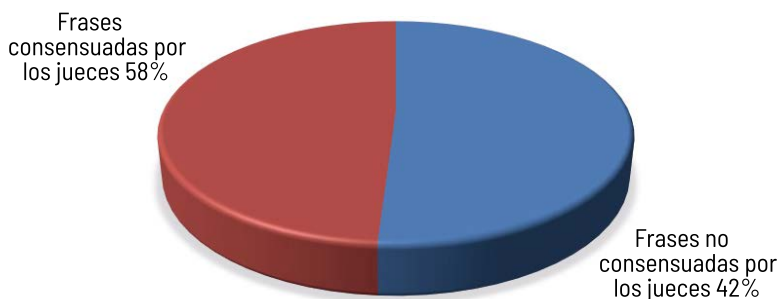


Figura 8. **Porcentaje del total de frases con índices muy positivos que han sido consensuadas por los jueces**

El análisis cualitativo que se hace al contenido de las frases que exhiben índices muy positivos, deja ver los puntos fuertes

de las creencias de los estudiantes que armonizan con los conocimientos expertos actuales de la Historia, la Sociología y la Filosofía de la Ciencia y la Tecnología. Por lo tanto, las frases que están catalogadas como adecuadas afirman la misma creencia de los expertos; las frases plausibles son confirmadas también como ambivalentes y en cuanto a las frases ingenuas, los estudiantes niegan lo mismo que niegan los expertos. Desde lo educativo es evidente, que dichas opiniones con índices muy positivos, revelan las creencias que no necesitan tanta urgencia en su refuerzo a través de la capacitación o asesoría, porque queda claro, están apropiadas y afianzadas en un segmento amplio de los estudiantes.

De las creencias más positivas, podemos concretar que las tres ideas de los estudiantes, que poseen los índices más altos son: "Conservación del medioambiente, la Contaminación por la industria pesada y su traslado a otros países", "la Infrarrepresentación de las mujeres" y "Gobierno y política de un país". En lo que respecta a esta última cuestión (2014 Gobierno y política de un país), los estudiantes pertenecientes a la población objeto de estudio sustentan, adecuada y muy positivamente que los científicos están afectados por la política de su país porque la subvención de la ciencia viene principalmente del Gobierno que controla la manera de gastar el dinero, y este a su vez, establece la política científica dando recursos a algunos proyectos de investigación y no a otros,

como consecuencia, los Gobiernos establecen la política científica teniendo en cuenta nuevas aplicaciones y nuevos proyectos, tanto si los subvenciona como si no, por ende, la política del Gobierno afecta al tipo de proyectos que los científicos realizarán, y obviamente, afecta también al científico y a la sociedad, de la que también es parte, de la cual no está aislado. Entonces, dependiendo del país y la estabilidad o tipo de Gobierno que tiene, los científicos sí están afectados por el manejo de los recursos destinados para la ciencia: porque hablando de gestión, desarrollo, tecnología, y, sobre todo, financiamiento para su desarrollo, consolidación y avances significativos, la investigación científica sí tiene que ver con la política.

Por otra parte, las frases con índices muy negativos pertenecientes a la F1 del cuestionario poseen puntuaciones muy por debajo del punto de corte, son 26 en total (26.26 % del total del cuestionario), y se manifiestan en la investigación con 17 de la categorías ingenuas (43.5 % del total de las ingenuas del cuestionario) y 9 plausibles (30 % del total de las clasificadas como plausibles en la F1). Otra particularidad es que en estos índices muy negativos no se filtra ninguna frase perteneciente a la clasificación "Adecuada". En la Figura 10 se pueden apreciar las frases a las que se refiere la descripción anterior.

Las cuestiones con el mayor número de índices más bajos son: (10111E) Ciencia, (60111) Motivaciones, (90621) Método científico, (70231) Decisiones por consenso, (40531) Bienestar

mejor nivel de vida, (40161) Responsabilidad social Contaminación, (40221) Decisiones morales, (90211) Modelos científicos, (20141) Gobierno política un país, (60611) Infrarrepresentación de las mujeres, (80131) Ventajas para la sociedad, (90411) Provisionalidad, (20411) Ética.

También, gracias a las frases con puntuaciones mínimas (índices muy negativos) se pueden apreciar atributos colectivos que son característicos de la población de estudiantes de la Licenciatura en Biología y Química. Particularmente, las frases con más índices acumulados (3) de puntuaciones mínimas son: (10111) Ciencia, (60111) Motivaciones, (90621) Método científico, (70231) Decisiones por consenso, (40531) Bienestar mejor nivel de vida. Les siguen con dos frases: (40161) Responsabilidad social Contaminación, (40221) Decisiones morales, (90211) Modelos científicos. Y por último, con solo una frase con índice muy negativo: (20141) Gobierno política un país, (60611) Infrarrepresentación de las mujeres, (80131) Ventajas para la sociedad, (90411) Provisionalidad y (20411) Ética.

Como ya se dijo anteriormente, el análisis cualitativo que se hace al contenido de las frases que exhiben índices muy negativos, deja ver los puntos más débiles de las creencias de los estudiantes que discrepan con los conocimientos expertos actuales de la Historia, la Sociología y la Filosofía de la Ciencia y la Tecnología. Por lo tanto, las frases plausibles no son reconocidas como ambivalentes, y entonces, se

afirma su adecuación o ingenuidad. En lo que respecta a las creencias ingenuas, los estudiantes estarían afirmando ideas que los expertos niegan acerca de NdCyT. Desde lo educativo es evidente, que dichas opiniones con índices muy negativos, revelan las creencias que necesitan reforzar los estudiantes a través de la capacitación y/o asesoría.

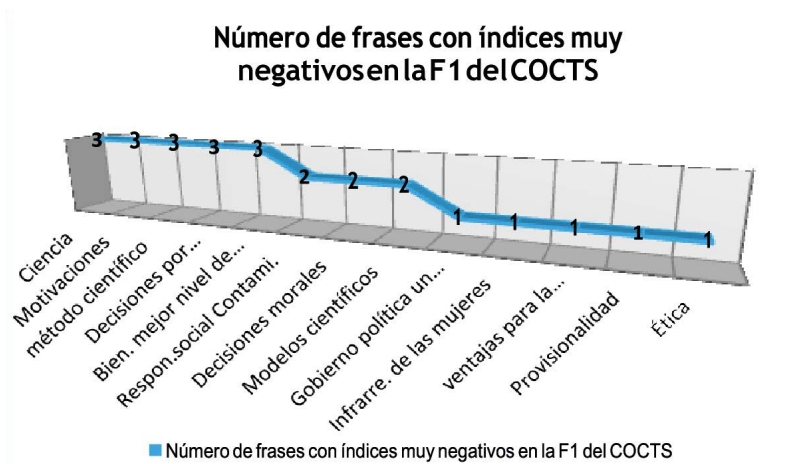


Figura 9. **Frases del cuestionario 1 (F1) con índices muy positivos**

Luego, las creencias con un índice negativo en la población de estudiantes de sexto semestre de la Licenciatura en Biología y Química que más notorias se presentan en los resultados serían las siguientes:

- » Motivaciones
- » Método científico
- » Bienestar mejor nivel de vida
- » Modelos científicos

Si comparamos los resultados de las frases muy positivas, es posible que se presente un caso en el que una misma cuestión presente múltiples frases que evidencian creencias muy negativas o muy positivas, lo que conlleva a la inconsistencia de esas creencias sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT), claro ejemplo, la frase 10111 que corresponde a Ciencia, ya que posee 3 índices de puntuación muy positiva, pero también posee 3 índices con puntuaciones muy negativas.

RESULTADOS MEDIOS EN FRASES PARA LA FORMA 2 DEL COCTS

A continuación, se describen los índices actitudinales de cada una de las frases del COCTS forma 2, ofreciendo las puntuaciones más altas y positivas por encima del punto de corte (media desviación estándar), que corresponden a 21 frases (21 % del total del cuestionario). Por otra parte, las puntuaciones negativas, de forma contraria a lo descrito con la F1 se manifiestan en relativa mayor proporción con 33 frases (32.67 % del total del cuestionario). De las 53 frases con tendencia positiva superiores del punto de corte, puede decirse que 17 de esas frases están catalogadas como Adecuadas (77 % del total de frases adecuadas de la F2) y 4 son Ingenuas (es decir un 11.7 % de la totalidad de frases Ingenuas del cuestionario F2). Implícito es denotar la tendencia positiva que poseen las frases adecuadas y la ausencia de las frases clasificadas como plausibles.

Tabla 6. Frases con las puntuaciones Máximas (más positivas) y Mínimas (más negativas) para la F2 del COCTS.

ETIQUETA Y CUESTIÓN (FRASE POSITIVA)	ETIQUETA Y CUESTIÓN (FRASE NEGATIVA)	SUBTEMA	No. DE FRASES CON PUNTUACIONES	No. DE FRASES CON PUNTUACIONES
			MÁXIMAS (>0,3179)	MÍNIMAS (<-0,14)
F2 60521D_A_	F2 60521C_P_	Mujer igual que hombre	3	5
F2_C_60521F_A_	F2			
60521E_P_				
F2_C_60521H_L_	F2			
60521A_P_	F2			
	60521B_P_ F2			
	60521I_P_			
F2_C_20511C_A_	F2 20511A_P_	Instituciones educativas	3	2
F2_C_20511G_L_	F2 20511B_P_			
F2 20511E_L_				
F2_C_90311E_A_	F2_C_90311A_L_	Esquemas de clasificación	3	2
F2_C_90311F_A_	F2_C_90311B_L_			
F2 90311D_A_				
F2_C_10421D_A_	F2 10421C_P_	Interdependencia Calidad de vida	2	2
F2_C_10421H_L_	F2 10421E_P_			
F2_C_40131C_A_	F2 40131E_L_	Responsabilidad social	2	1
F2 40131B_A_		Información		
F2 70711A_A_		Influencia Nacional	2	
F2 70711C_A_				
F2_C_40211D_A_	F2 40211C_P_	Decisiones sociales	1	2
	F2_C_40211B_L_			

F2_C_5011E_A_		Unión dos Culturas	1	
F2 40421C_A_	F2 40421A_L_	Resolución en tu vida diaria	1	4
	F2 40421F_P_			
	F2 40421G_A_			
	F2 40421D_P_			
F2 10211G_A_	F2 10211B_L_	Tecnología	1	6
	F2 10211C_P_			
	F2 10211D_P_			
	F2 10211F_P_			
	F2 10211A_P_			
	F2 10211H_P_			
F2_C_90521D_A_	F2_C_90521B_L_	Suposiciones verdaderas	1	3
	F2 90521E_L_	Decisiones		
	F2_C_90521A_L_			
F2_C_91011E_A_10.	F2 91011B_L_10.	Estatus epistemológico	1	3
	F2_C_91011A_L_10.			
	F2 91011F_L_10.			
	F2_C_70211A_L_	Decisiones científicas		2
	F2 70211B_L_			
	F2 20211A_L_	Industria		1

Como se mencionó anteriormente (en el análisis de la F1 del COCTS) gracias a las frases con puntuaciones máximas (índices más positivos) y mínimas (índices muy negativos) se pueden apreciar atributos colectivos que son característicos de la población de instructores. Como primera medida, tres de las cuestiones con más índices (3) de puntuaciones máximas corresponden a: (60521) Mujer igual que hombre, (20511) Instituciones educativas y (90311) Esquemas de clasi-

ficación, lo siguen de cerca la 10421, 70711 y 40131, que corresponden a Interdependencia Calidad de vida, e Influencia nacional y Responsabilidad social Información respectivamente, con 2 frases muy positivas. Posteriormente, con una puntuación máxima le siguen, (50111) Unión dos culturas, (40211) Decisiones sociales, (40421) Resolución en tu vida diaria, (10211) Tecnología, (90521) Suposiciones verdaderas, (91011) Estatus epistemológico.

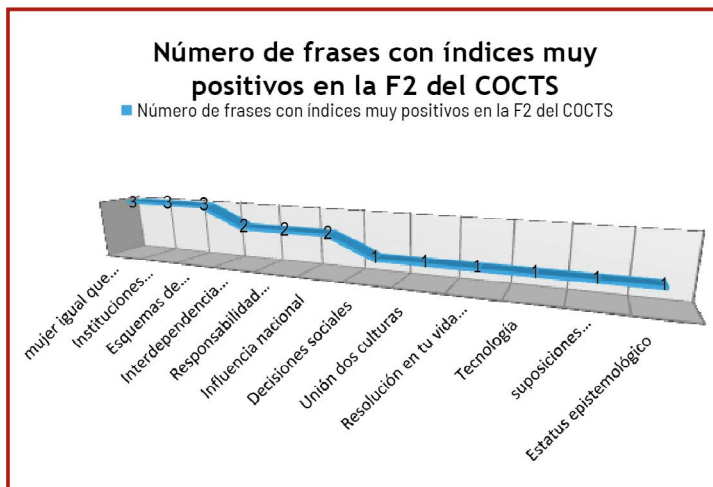


Figura 10. Frases del cuestionario 2 (F2) con índices muy positivos

Es preciso mencionar, que, de la totalidad de las frases, la mayoría tiene al menos una de sus frases dentro del grupo de las clasificadas como muy positivas. De las 15 cuestiones implícitas en el cuestionario 12 mantienen esta dinámica. Son excepciones las cuestiones Decisiones científicas (70211) e Industria (20211).

No obstante, Se discutirán más adelante los resultados, luego de caracterizar los índices actitudinales por debajo del

punto de corte, ya que estos superan en número a los índices actitudinales muy positivos (caso contrario a lo discutido ya en los resultados para la F1).

En tercer lugar, otro de los rasgos importantes que se pueden distinguir a través de los resultados por frases con índices mayormente positivos, es que más de la mitad de estas últimas (18), corresponden a frases que tienen el consenso de los jueces. Esto aclara que los estudiantes de la población investigada pueden también identificarse con creencias adecuadas sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología que han sido consensuadas en la comunidad científica. Como particularidad, cabe anotar que el porcentaje de frases consensuadas por los jueces fue mucho menor que la que se presentó en la F1.



Figura 13. **Porcentaje del total de frases con índices muy positivos que han sido consensuadas por los jueces**

Por otra parte, las frases con índices muy negativos pertenecientes a la F2 del cuestionario poseen puntuaciones muy por debajo del punto de corte, son 33 en total (32.7 % del total

del cuestionario), y se manifiestan en la investigación con 15 de la categoría Ingenuas (42.9 % del total de las ingenuas del cuestionario) y 17 plausibles (38.6 % del total de las clasificadas como plausibles en la F2). Otra particularidad obtenida que llama la atención, es que en estos índices muy negativos se filtra una frase perteneciente a la clasificación "Adecuada" (Resolución en tu vida diaria F2 40421G_A_). Según este resultado los estudiantes entonces, tienen dificultades para discernir la aplicación de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana, factor muy significativo, ya que respaldado por otras tres frases con índices muy negativos al respecto de este mismo tema, se pueden evidenciar debilidades que deben ser atendidas desde el proceso de capacitación y actualización de los estudiantes.

Por otra parte, a continuación se exponen las cuestiones con el mayor número de índices más bajos.

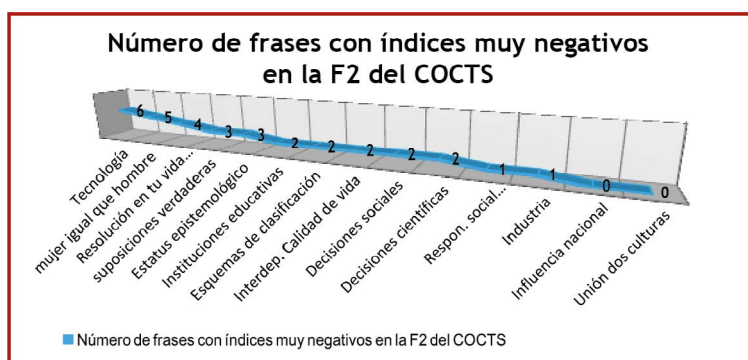


Figura 12. **Frases del cuestionario 2 (F2) con índices muy negativos**

Las cuestiones con el mayor número de índices más bajos son: (10211) Tecnología, con seis frases de índices muy negativos, luego, (60521) Mujer igual que hombre con cinco

frases de esta misma clasificación, (40421) Resolución en tu vida diaria con cuatro frases negativas acumuladas, (90521) suposiciones verdaderas y (91011) Estatus epistemológico con tres frases de índice negativo, y con menor número de frases negativas (2) le siguen (20511) Instituciones educativas, (90311) Esquemas de clasificación, (10421) Interdependencia Calidad de vida, (40211) Decisiones sociales, (70211) Decisiones científicas, y por último con solo una frase de índice muy negativo: (40131) Responsabilidad social Información e (20211) Industria.

Gracias a los resultados anteriores, llama la atención, que la frase con índices más bajos sea precisamente la que corresponde a tecnología.

Finalmente, las creencias con un índice negativo en la población de estudiantes de sexto semestre de la Licenciatura en Biología y Química que más se evidencian en los resultados serían las siguientes:

- » Tecnología
- » Resolución en tu vida diaria
- » Suposiciones verdaderas
- » Estatus epistemológico
- » Industria. Esta última, muy a pesar de presentar solo un índice muy positivo, requiere también ser considerada dentro de los puntos débiles de los estudiantes, ya que precisamente la mayoría de sus índices de frase están por debajo del punto de corte.

Como se mencionaba anteriormente, si comparamos los resultados de las frases, es posible que se presente un caso en el que una misma cuestión presente múltiples frases que confiesen creencias muy negativas o muy positivas, lo que conlleva a la inconsistencia de esas creencias sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT), claro ejemplo, la frase 10421 que corresponde a Interdependencia Calidad de vida, ya que posee el mismo número de índices positivos y negativos.

RESULTADOS MEDIOS EN CATEGORÍAS

Al realizar el promedio de los índices de las frases que forman cada categoría se establecen los índices de cada una de las tres categorías (adecuadas: A, plausibles: P e ingenuas I) en cada cuestión. El índice de categorías del COCTS son en su gran mayoría adecuadas, únicamente se presentan pocos índices ingenuos y ninguno plausible.

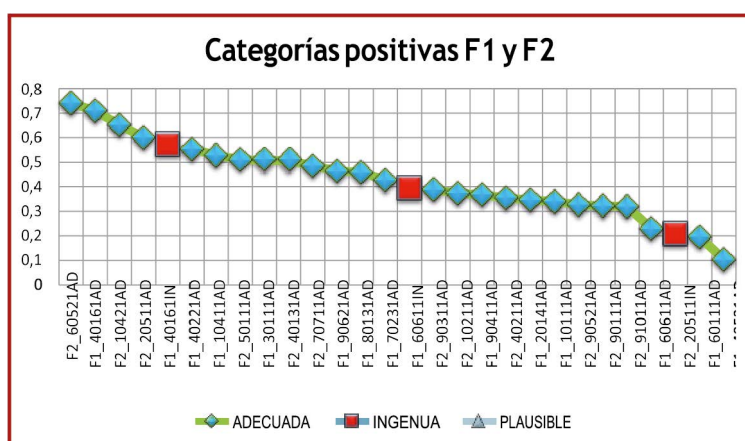


Figura 15. Categorías con índices medios más positivos

Por consiguiente, si la mayoría de categorías Adecuadas poseen los índices más positivos, entonces los valores más negativos de todo el conjunto estarán implícitos en las categorías Ingenuas y plausibles.

Tabla 7. **Categorías con índices medios más positivos**

M TOTAL	CATEGORÍAS
0,74081	Índice Adecuadas Mujer igual que hombre F2_60521AD
0,71009	Índice Adecuadas Responsabilidad social Contaminación F1_40161AD
0,65217	Índice Adecuadas Interdependencia Calidad de vida F2_10421AD 0,60075
	Índice Adecuadas Instituciones educativas F2_20511AD
0,57394	Índice Ingenuas Responsabilidad social Contaminación F1_40161IN
0,55357	Índice Adecuadas Decisiones morales F1_40221AD
0,52817	Índice Adecuadas Interdependencia F1_10411AD
0,51087	Índice Adecuadas Unión dos culturas F2_50111AD
0,50725	Índice Adecuadas Interacción CTS F1_30111AD
0,50725	Índice Adecuadas Responsabilidad social Información F2_40131AD
0,48529	Índice Adecuadas Influencia nacional F2_70711AD 0,46429
	Índice Adecuadas método científico F1_90621AD 0,45833
	Índice Adecuadas ventajas para la sociedad F1_80131AD
0,42692	Índice Adecuadas Decisiones por consenso F1_70231AD
0,39524	Índice Ingenuas Infrarrepresentación de las mujeres F1_60611IN
0,38806	Índice Adecuadas Esquemas de clasificación F2_90311AD 0,37313
	Índice Adecuadas Tecnología F2_10211AD
0,36786	Índice Adecuadas Provisionalidad F1_90411AD
0,35507	Índice Adecuadas Decisiones sociales F2_40211AD 0,34624
	Índice Adecuadas Gobierno política un país F1_20141AD
0,33979	Índice Adecuadas Ciencia F1_10111AD
0,32692	Índice Adecuadas Suposiciones verdaderas F2_90521AD
0,32197	Índice Adecuadas Observaciones F2_90111AD
0,31923	Índice Adecuadas Estatus epistemológico F2_91011AD
0,22917	Índice Adecuadas Infrarrepresentación de las mujeres F1_60611AD
0,20924	Índice Ingenuas Instituciones educativas F2_20511IN
0,19565	Índice Adecuadas Motivaciones F1_60111AD
0,10387	Índice Adecuadas Bienestar mejor nivel de vida F1_40531AD

Al analizar los resultados por separado, se observan 43 índices para la forma 1 del cuestionario que se dividen respectivamente en 14 adecuadas, 15 ingenuas y 14 plausibles. La Forma 2 posee un total de 44; 15 adecuadas, 15 ingenuas y 14 plausibles.

Del 100 % de Índices actitudinales por categoría de la forma 1 (15), el 51.2 % corresponde a las puntuaciones más altas y positivas que están por encima del punto de corte (22 índices de categoría muy positiva). Por otra parte, el 48.8 % corresponde a las puntuaciones muy negativas que pertenecen a un rango inferior al punto de corte (21 índices muy negativos).

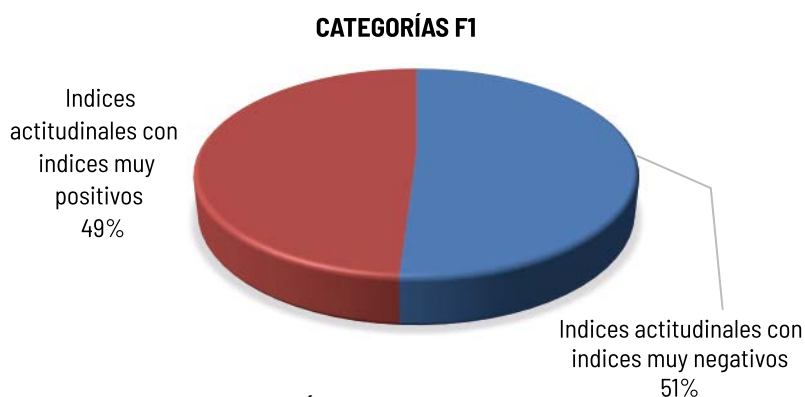


Figura 14. **Índices de Categoría para la F1**

Desglosando los resultados anteriores, de los 22 índices que exhiben un carácter muy positivo, 13 pertenecen a la categoría adecuada (92.9 % del total de los pertenecientes a las adecuadas) y 2 índices de la categoría ingenua (13.7 % del total de la categoría ingenua). En la Figura 15, se analizarán los 15 índices que exhiben un índice más positivo dentro de las categorías.

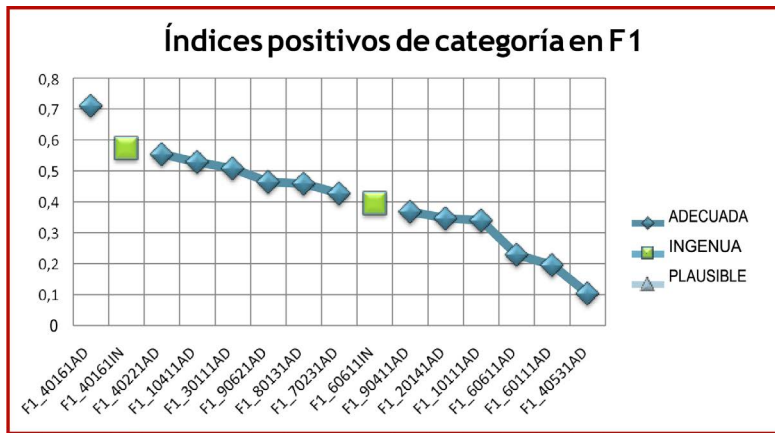


Figura 15. Índices de Categoría por Encima del Punto de Corte F1

La categoría adecuada avasalla a la ingenua por un significativo porcentaje y la categoría plausible hace una nula presencia dentro de los índices positivos. Ahora bien, de los 21 índices muy negativos; 8 pertenecen a la categoría ingenua (53.33 % del total de ingenuas) y 6 a la categoría plausible (42.9 % del total de plausibles). Es notorio el dominio de la categoría ingenua y la ausencia de índices por debajo del punto de corte que pertenezcan a la categoría adecuada.

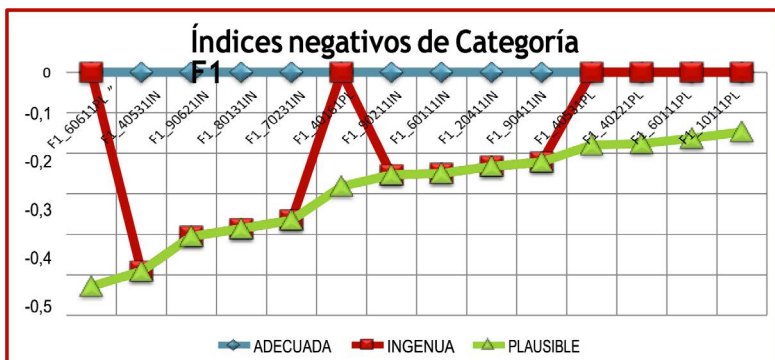


Figura 16. Índices representativos de Categoría por debajo del Punto de Corte F1

Por otra parte, se pueden apreciar que de la totalidad de 15 índices de categoría muy negativos, se pueden distinguir los índices F1_60611PL que corresponde a “índice plausible Infrarrepresentación de las mujeres” y el índice Ingenuas Bienestar mejor nivel de vida F1_40531IN, que serían los índices representativos de este caso, no obstante la relativa proporción en el número de categorías muy positivas (15) y muy negativas (14) refleja la tendencia global moderadamente neutral para la F1.

Tabla 8. **Categorías con índices medios más negativos.**

-0,54301	Índice plausible Mujer igual que hombre 60521PL
-0,52857	“Índice Plausible Infrarrepresentación de las mujeres F1_60611PL
-0,4912	Índice Ingenuas Bienestar mejor nivel de vida F1_40531IN
-0,45896	Índice Ingenuas Decisiones científicas 70211IN
-0,45769	Índice Ingenuas Tecnología 10211IN
-0,44403	Índice Ingenuas Resolución en tu vida diaria 40421IN
-0,40493	Índice Ingenuas método científico F1_90621IN
-0,38603	Índice Ingenuas ventajas para la sociedad F1_80131IN
-0,36473	Índice Ingenuas Decisiones por consenso F1_70231IN
-0,36026	Índice Ingenuas Estatus epistemológico 91011IN
-0,33769	Índice Ingenuas Esquemas de clasificación 90311IN
-0,30114	Índice Ingenuas Suposiciones verdaderas 90521IN
-0,28169	Índice Plausible Responsabilidad social Contaminación F1_40161PL
-0,26908	Índice Plausible Tecnología 10211PL
-0,25483	Índice plausible Interdependencia Calidad de vida 10421PL
-0,25306	Índice Ingenuas Modelos científicos F1_90211IN
-0,2494	Índice Ingenuas Motivaciones F1_60111IN
-0,23239	Índice Ingenuas Ética F1_20411IN
-0,22664	Índice Ingenuas Observaciones 90111IN
-0,22143	Índice Ingenuas Provisionalidad F1_90411IN
-0,22101	Índice Ingenuas Decisiones sociales 40211IN
-0,20833	Índice Ingenuas Industria 20211IN

-0,20773	Índice Plausibles Instituciones educativas 20511PL
-0,17958	Índice Plausibles Bienestar mejor nivel de vida F1_40531PL
-0,17606	Índice Plausibles Decisiones morales F1_40221PL
-0,1631	Índice Plausibles Motivaciones F1_60111PL
-0,14718	Índice Plausibles Ciencia F1_10111PL

Del 100 % de Índices actitudinales por categoría de la forma 2 (18), el 48 % corresponde a las puntuaciones más altas y positivas que están por encima del punto de corte (21 índices de categoría muy positiva). Por otra parte, el 50 % corresponde a las puntuaciones muy negativas que pertenecen a un rango inferior al punto de corte (22 índices muy negativos) y un índice es neutro para la muestra.

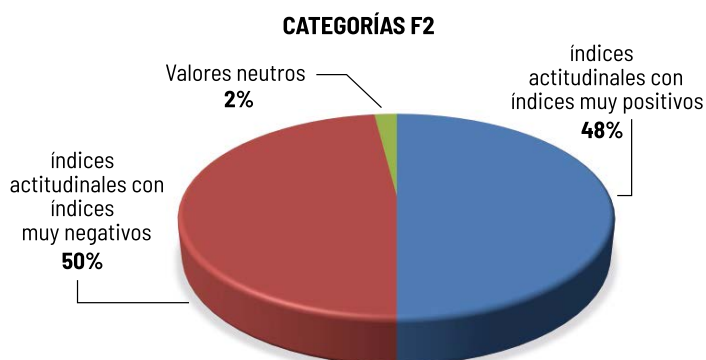


Figura 17. **Índices de Categoría para la F2**

Desglosando los resultados anteriores, de los 21 índices que exhiben un carácter muy positivo, 13 pertenecen a la categoría adecuada (86.7 % del total de los pertenecientes a las adecuadas) y 1 índice de la categoría ingenua (6.7 % del total de la categoría ingenua). En la Figura 19 se analizarán los 13 índices que exhiben un índice más positivo dentro de las categorías.



Figura 18. **Algunos Índices de Categoría por Encima del Punto de Corte F2**

La categoría adecuada Domina sobre la ingenua por un contundente porcentaje y la categoría plausible hace una nula presencia dentro de los índices positivos.

Ahora bien, de los 22 índices muy negativos de la F2; 9 pertenecen a la categoría ingenua (60 % del total de ingenuas) y 4 a la categoría plausible (28.6 % del total de plausibles). Es notorio el dominio de la categoría ingenua y la ausencia de índices por debajo del punto de corte que pertenezcan a la categoría adecuada.

Por otra parte, se pueden apreciar que de la totalidad de 15 índices de categoría muy negativos, se puede distinguir cómo los índices de la categoría ingenua son los que predominan, no obstante la relativa proporción en el número de categorías muy positivas (13) y muy negativas (13) refleja la tendencia global moderadamente neutral para la F2.

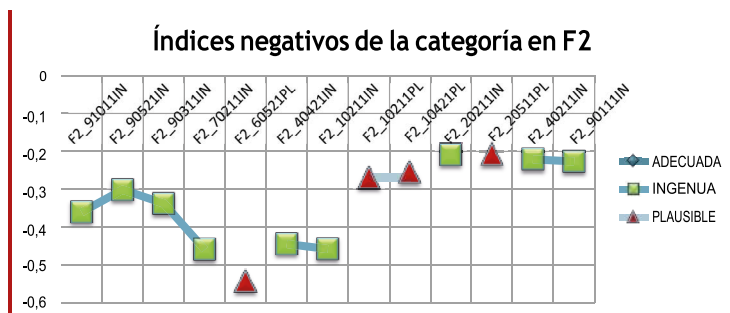


Figura 19. Algunos índices de Categoría por debajo del Punto de Corte F2

RESULTADOS MEDIOS EN CUESTIONES

“Los indicadores más globales de las posiciones de los estudiantes sobre los temas de NdCyT planteados en las cuestiones sometidas a su consideración son los índices de cada cuestión, obtenidos como promedios ponderados de los índices de las tres categorías de cada cuestión”(Callejas, 2010).

El promedio y desviación globales de los índices arrojados por las cuestiones de la F1 denota un resultado muy positivo ($m = 0,40$; $DE = 0,249$) que constituye una actitud global moderadamente informada y positiva. Los promedios proyectados por las cuestiones de la F2 especifican un resultado menos positivo ($m = 0,038$; $DE = 0,224$), que representa a una actitud global que está más modestamente informada y positiva, por cuanto sus cifras apenas si pasan el punto de corte y su media levemente se acerca a una tendencia positiva.

Al analizar las puntuaciones medias en las cuestiones, es posible identificar los temas globales que poseen los índices más positivos y más negativos. En las cuestiones subsiguientes se exponen las actitudes más positivas (media desviación estándar mayores que cero).

Tabla 9. **Cuestiones con índices medios más positivos**

m TOTAL	CUESTIONES
0,33412	F1_40161 Responsabilidad social contaminación
0,27204	F1_30111 Interacción CTS
0,19515	F2_20511 Instituciones educativas
0,17371	F1_10411 Interdependencia
0,16194	F2_10421 Interdependencia Calidad de vida
0,16103	F2_50111 Unión dos culturas
0,14246	F2_70711 Influencia nacional
0,12862	F2_40131 Responsabilidad social Información
0,12539	F1_20141 Gobierno política un país
0,11127	F2_60521 Mujer igual que hombre

Pocas cuestiones poseen índices medios positivos que sean significativos, además, muy pocas exhiben índices medios negativos; la mayoría de los índices poseen un valor aproximado al valor nulo, por lo que se concluye de forma moderada que pocos temas se aproximan hacia actitudes muy negativas:

Tabla 10. **Cuestiones con índices medios más negativos**

m TOTAL	CUESTIONES
-0,28345	F1_40531 Bienestar mejor nivel de vida
-0,14382	F2_40421 Resolución en tu vida diaria
-0,13574	F1_20411 Ética
-0,11139	F2_10211 Tecnología

No obstante, y como ya se comentó más detalladamente en la discusión de resultados de las frases, llama la atención que sean cuestiones tan trascendentales las que tienen índices actitudinales muy negativos, ya que implícitos están en el proceso de formación-aprendizaje de los estudiantes.

Consideraciones Finales

Sobre los aspectos generales de la investigación, es preciso mencionar que al indagar en las actitudes y opiniones sobre Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en los estudiantes de sexto semestre de la Licenciatura en Biología y Química de la Universidad del Atlántico, queda muy en claro para los investigadores de este proyecto, la efectividad del COCTS como recurso metodológico significativo, de fácil aplicación y de muy alta confiabilidad, a la hora de obtener detalles reveladores en la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología en dicha población.

Por otra parte, y discutiendo sobre la experiencia de la investigación, es necesario abonar la relevancia significativa que tienen los macroproyectos investigativos (en este caso el PIEARCTS), pues permiten una fuerte socialización,

respaldo y apoyo metodológico, teórico e investigativo, que gracias a esa sinergia en la búsqueda de objetivos comunes, vincula fácilmente a los investigadores en un rico campo de construcción de conocimiento, y en la posibilidad de ahondar además en esfuerzos conjuntos por conocer las problemáticas que se tejen en la actualidad sobre la educación, y en nuestro caso particular, sobre la enseñanza de la ciencia y la tecnología en nuestro medio.

Una mirada hacia las actitudes y opiniones sobre la NdCyT en la población estudiantil de sexto semestre de la Licenciatura en Biología y Química de la Universidad del Atlántico por medio del COCTS, permite una visión panorámica sobre las necesidades de fortalecimiento en el proceso de formación.

Los resultados de esta investigación permiten identificar también las actitudes y opiniones poco informadas y negativas de los estudiantes de sexto semestre de la Licenciatura en Biología y Química; la mayor cantidad de frases que poseen índices muy negativos, corresponden a la categoría de frases ingenuas, no obstante, también se presentan, aunque en menor proporción, frases plausibles y tan solo una frase adecuada.

De las actitudes y opiniones más positivas, podemos concretar que las tres ideas de los estudiantes, que poseen los índices más altos son: "Conservación del medioambiente, la Contaminación por la industria pesada y su traslado a otros países", "la Infrarrepresentación de las mujeres" y "Gobierno y política de un país". La mayor cantidad de frases que poseen

índices muy positivos, corresponden a la categoría de frases adecuadas, no obstante, también se presentan, aunque en menor proporción, frases ingenuas. En el grupo de índices con tendencia positiva, se destaca la ausencia notable de frases pertenecientes a la categoría plausible.

Por el contrario, las actitudes y opiniones con un índice negativo en la población de estudiantes que más notorias se presentan en los resultados serían: Motivaciones, Método científico, Bienestar mejor nivel de vida y Modelos científicos, tecnología e industria.

Por último, según sugieren los resultados, los estudiantes entonces tienen dificultades para discernir la aplicación de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana, factor muy significativo, ya que respaldado por otras tres frases con índices negativos al respecto de este mismo tema, se pueden evidenciar debilidades que deben ser atendidas desde el proceso de formación de los estudiantes. Según Pita y Páez (2008), uno de los aspectos claves en la formación de los docentes es el relacionado con la necesidad de afianzar el dominio de lo teórico. Este propósito se puede lograr a través de estrategias didácticas activas que apunten al desarrollo de altos niveles cognitivos, cumpliendo con dos requisitos: el primero, que sean aplicadas en el proceso formativo del docente; el segundo, que el docente las aplique con sus estudiantes, al asegurar la relación permanente de teoría-práctica se motiva al docente para la realización de prácticas reflexivas, con sentido cognitivo.

Referencias Bibliográficas

Acevedo, C. J., Barajas, G. A., Ba, J. E., Barrios de la Hoz, L., Caipa, N.V., Gómez, L.H. (2005). Manual de diseño curricular para el desarrollo de competencias en la formación profesional integral. Dirección de Formación Profesional Grupo de Investigación y Desarrollo Técnico Pedagógico. Bogotá.

Acevedo, J. (2002). *Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Breve Revisión del Tema*. En: OEI, Revista Iberoamericana de educación, Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación,

Acevedo, J. (1997). "¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS?", *Sala de lectura CTS+I de la OEI* [Segunda versión de artículo publicado en 1997] (consultado en Julio 2013), disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo3.htm>

Acevedo, J. A. (1996): «La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una

- cuestión problemática», en: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, (26) 131-144.
- Acevedo, J. A. (1998). *Análisis de algunos criterios para diferenciar entre Ciencia y Tecnología*.
- Acevedo, J.A. Manassero, M.A., Vázquez, Á. (2004). Evaluación de las Actitudes del Profesorado respecto a los temas CTS: Nuevos Avances Metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 299-312.
- Acevedo, J. A. Vázquez, A. Manassero, M. A. Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la Naturaleza de la Ciencia: Fundamentos de una Investigación Empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2002). "El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias", en: Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, en <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>
Traducción castellana del capítulo 1 del libro de M. A. Manassero, A. Vázquez y J. A. Acevedo. (2001). *Avaluació dels Temes de Ciència, Tecnologia i Societat*, Palma: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Acevedo, J.A y Acevedo, P. (2010). "Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria", *OEI-Revista Iberoamericana de Educación*, ISSN: 1681-5653.
- Acevedo-Díaz, José A. (1995) Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (3), 75-84. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/acevedo5.htm>

- Aignerren, M. (2005). *Técnicas de medición por medio de escalas*. Medellín: Centro de estudios de opinión.
- Aubad et al. (2004). Informe de COLCIENCIAS (2004). *Percepciones sobre la ciencia y la tecnología en Colombia*. Bogotá.
- Aznar, F. et al. (2004). *Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las personas: su importancia para la participación activa y democrática en la resolución de los problemas medioambientales*. Valencia: Instituto Cavanilles de biodiversidad y biología evolutiva.
- Bazzo, W. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade, e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC.
- Bennássar, R. A., Vázquez, A. Á., Manassero, M. A. & García-Carmona, A. (2011) *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de Ciencia y Tecnología*. España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI).
- Bennássar, A., Vázquez, Á., Manassero M. A., & García-Carmona, A. (2010). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la Comprensión de la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Colombia. Congreso de la República (1957). *Ley 118, del 21 de junio de 1957*.
- Colombia. Congreso de la República (1994). *Ley General de Educación, Ley 115 febrero 8 de 1994*.
- Colombia. Congreso de la República (2006). *Ley 1064 de 2006*. Bogotá
- Colombia. Congreso de la República (2008). *Ley 1188 del 25 de abril de 2008*. Bogotá

- Colombia. Congreso de la República. (2002). *Ley 749 de 2002*. Bogotá
- Colombia. Congreso de la República. (2002). *Ley 749 de 2002*. Bogotá
- Colombia. Ministerio de Educación Nacional (1998). *Decreto 641 de 1998*. Bogotá Colombia.
- Ministerio de Educación nacional (2006). *Decreto 2020 de 2006*. Bogotá
- Colombia. Ministerio de Educación Nacional (2009). *Decreto 4904 del 16 de Diciembre del 2009*. Bogotá
- Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2003). *Resolución 3462 del 30 Diciembre de 2003*. Bogotá
- Colombia. Presidencia de la República (1980). *Decreto 080 de 1980*. Bogotá
- Colombia. Presidencia de la República (2003). *Decreto 2566 del 10 de septiembre de 2003*. Bogotá.
- Colombia. Presidencia de la República (2004). *Decreto 249 de 2004*. Bogotá
- Consejo Mexicano de Educación Superior (CMES)(2009). 'Las nuevas dinámicas de la educación superior y de la investigación para el cambio social y el desarrollo'. *Perfiles educativos*, 31(126), 119-126.
- Forum Europeo de Administradores de la Educación. (s.f). *Cuestionario COCTS PIEARCTS*. Recuperado de <http://www.fea.es/PIEARCTS.php>
- García, F. (2004). *La relación Ciencia, Tecnología y sociedad análisis de algunos criterios y valores epistemológicos y tecnológicos y su influencia dentro del marco social*. En *Revista española de ciencia, tecnología y sociedad, y filosofía de la tecnología*. España.

- García, R. (1989). *Extensión de la evaluación. En R. Pérez Juste y J.M. García Ramos, Diagnóstico, evaluación y toma de decisiones*. Madrid: Rialp.
- González, J. C. et al. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
- González, M.I., López, J.A. y Luján, J.L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos
- Guerra, et al. (2004). Informe de COLCIENCIAS (2004). *Percepciones sobre la ciencia y la tecnología en Colombia*. Bogotá.
- Informe de COLCIENCIAS (2004). *Percepciones sobre la ciencia y la tecnología en Colombia*. Bogotá.
- Kortland, J. (1992): «STS in secondary education: Trends and issues», en: Conferencia del Congreso *Science and technology studies in research and education*. Barcelona.
- López-Cerezo, J. A. (1998). "Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos". *Revista Iberoamericana de Educación* 18,41-68.
- López-Cerezo, J. A. (1999). Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Iberoamericana de Educación*, (20), 217-225. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/cerezorie20.htm>
- Maldonado, M. (2002). *Las competencias, su método y su genealogía. - Pedagogía y didáctica para el trabajo-*. Bogotá: Kimpres.
- Manassero, M. A. et al. (2002). *Nuevos retos educativos: hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica*. *Revista Pensamiento Educativo*.

- Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2001). Instrumentos y Métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 25-27.
- Manassero, M. A. y Vázquez, A. & Acevedo J. A. (2004) Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 299-312.
- Martín, M. y González, J. (2002). "Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS" *Revista Iberoamericana de Educación*, Asturias España: Organización de Estados Iberoamericanos OEI, (consultada julio 2013), recuperado de <http://www.rieoei.org/rie28a01.htm>
- Martínez, L. y Rojas, A. (2006). Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología sociedad y ambiente, para la enseñanza de tópicos de bioquímica, en *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología: Tecne, Episteme y Didaxis*. (19), 44-62.
- Martínez, L., Peña, D. y Villamil, Y. (2007). Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, a partir de casos simulados: una experiencia en la enseñanza de la química. *Ciencia & Ensino*, 1 (número especial), obtenido en enero de 2008, desde <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/145/111>.
- Medina, M. & Sanmartín, J. (1990). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona: Anthropos.
- Membrel, P. (ed.) (2002). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología- Sociedad: formación para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.

- Ministerio de Educación Nacional (2007). Plan nacional decenal de educación 2006-2016 Ciencia y tecnología integradas a la educación.
- Ministerio de Educación Nacional, (2004). *Serie guías no 7: Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Primera edición Julio de 2004.
- Mitcham, C. (1989). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona: Anthropos.
- Moreno Olivos, T. (2010). Competencias en educación: una mirada crítica. *RMIE*. 15 (44), pp.289-297.
- Observatorio de políticas en evaluación. (2013, 14 de Abril). Efectos de la política de estándares en Educación [Web log post]. Recuperado de <http://observatoriopedagogicodemedios.blogspot.com/2013/04/efectos-de-la-politica-de-estandares-en.html>
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). (2012). *Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social*. Madrid, España.
- Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (s.f.). *Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación en Iberoamérica CTS*. Boletín de Área de Cooperación Científica de la OEI. Recuperado de <http://www.oei.es/cts2.htm>
- Osorio, C. (1999). *Aproximaciones a la tecnología desde los enfoques CTS*. Cali: Universidad del Valle.
- Parga, D. (2007). Diez años de investigación didáctica en el departamento de Química. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 171-183.

- Quintero, C. (2010). *Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia*. En: Revista Zona Próxima del Instituto de Estudios en Educación. Universidad del Norte, (12) enero-junio, 2010.
- Ríos, E. y Solbes, J. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 6(1), 32-55.
- Rodríguez, G. (1998) Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación en Tecnología *Revista Iberoamericana de Educación*, (18). Recuperado de <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie18a05.htm>
- Ruiz, D., Martínez, L., y Parga, D. (2009). Creencias de los profesores de preescolar y primaria sobre ciencia, tecnología y sociedad en el contexto de una institución rural. en *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología: Tecne, Episteme y Didaxis*, (25), 41-61.
- Sabariego, J. y Manzanarez, M. (2006). Alfabetización Científica. Ponencia en el I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I, México, D.F.
- Sanmartín, J., y Luján, J. L. (1992): «Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad», en: J. Sanmartín, *et al.* (eds.).
- Santander, M. T. (1998). *Primer coloquio iberoamericano sobre ciencia, tecnología y sociedad*. Santiago de Chile, Mimeo.
- Sanz, N. y López, J. (2012). Cultura científica para la educación del siglo XXI. *Revista iberoamericana de educación*, (58), 35-59.
- Sutz, J. (1998). «Ciencia, tecnología y sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular», en:

- Revista Iberoamericana de Educación*, (15), septiembre-diciembre, 145-169.
- Vaccarezza, L. (1998). «Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina», en: *Revista Iberoamericana de Educación*, (15), septiembre-diciembre, 13-40.
- Valderrama, A. y Jiménez, J. (2004). "Cómo abordar el tema de ciencia, tecnología y sociedad en la educación básica". En: *Aula Urbana* no 46 (enero marzo) pp.12-14.
- Vásquez, A, y Alarcón, M.A. (2010). *Didáctica de la Tecnología*. Madrid España: Editorial Síntesis.
- Vázquez A. Á., Manassero, M. M. A., y Talavera, M. (2010). *Actitudes y creencias sobre la naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes*. En: OEI, *Revista Iberoamericana de educación, Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación*
- Vázquez, A., Manassero, M., Acevedo, J. A., y Acevedo, P (2006). *El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS)*. I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS +I, (pp. 1-11). México.
- Vilchez A. et al. (2001). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad, *Tecné, Episteme y Didaxis*, (Número extraordinario dedicado a los 10 años de la Revista TED).
- Villavisencio, L. (2009) *La Enseñanza Experimental de la Biología, en el Bachillerato CCH, en microescala y con enfoque CTS-A (Ciencia, Tecnología, Sociedad y cuidado*

del Ambiente). Universidad Nacional Autónoma de México. [Reporte de trabajo profesional].

Waks, L. (1990). «Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales», en: Medina M. y J. Sanmartín (1990), *Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, pp. 42-75. Barcelona, Antrhropos.

Reseña Autores

LUISA FERNANDA GUTIÉRREZ CADENA

Docente de planta de la Universidad del Atlántico. Licenciada en Biología y Química de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Tunja, Especialista en Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Duitama, Magíster en Educación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Tunja. Estudiante de Doctorado en Investigación y Docencia de la Universidad Americana de Europa - Cancún, México. Miembro del Grupo Educativo de Ciencia Investigación y Tecnología GECIT de la Universidad del Atlántico.

DIMITRI JOSÉ MARTÍNEZ MOVILLA

Docente tiempo completo ocasional de la Universidad del Atlántico. Licenciado en Educación Física, Recreación y

Deportes de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Tunja, Magíster en Ciencias de la Actividad Física y Deporte de la Universidad de Pamplona, Estudiante de Doctorado en Investigación y Docencia de la Universidad Americana de Europa - Cancún, México. Miembro del Grupo de Investigación, Deportes, Pedagogía, Recreación, Artes, Legislación Deportiva, Salud Física, Mental en el Deporte -GIDEPRAN de la Universidad del Atlántico.