

PERCEPCIONES SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN ESTUDIANTES DEL NIVEL SUPERIOR TECNOLÓGICO DE VERACRUZ, MÉXICO

PERCEPTIONS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN TECHNOLOGICAL UPPER LEVEL
STUDENTS IN VERACRUZ, MEXICO

Manuel Villarruel Fuentes (*)
Fernando Pérez Santiago
Rómulo Chávez Morales
Ismael Hernández Arano
Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván
México

Resumen

Las sociedades actuales no parecen estar conscientes de las ventajas y riesgos de la ciencia y la tecnología. El problema aumenta cuando son los estudiantes quienes demuestran esta condición. Con base en ello, se estimaron los valores no morales y las creencias, que en torno a la ciencia y tecnología poseían los estudiantes del nivel superior tecnológico de Veracruz, México. El estudio fue cualitativo. Se aplicó un test bajo escala Likert a 835 estudiantes próximos a egresar, quienes mostraron valores y creencias ambiguas. Se destaca el sentido utilitario y funcional que le otorgaron a la ciencia y tecnología, junto con el bajo nivel de reflexión sobre sus potenciales riesgos y la separación del componente social del ambiental.

Palabras clave: Alfabetización, currículum, valores, creencias, políticas.

Abstract

Today's societies do not seem to be aware of the advantages and risks of science and technology. The problem increases when there are students who demonstrate this condition. For this reason, neither moral values nor beliefs that the students possessed in the higher technological level of Veracruz, Mexico, in relation to science and technology, were estimated. The study was quantitative, descriptive, with results analyzed under a qualitative perspective. A Likert-type test was applied to 835 students close to graduating. Students showed values and ambiguous beliefs around the variables evaluated. The utilitarian and functional sense that was awarded to science and technology stands out. There was a low level of reflection on its potential risks, as well as a separation of the social component from the environmental one.

Keywords: Alphabetization, curriculum, values, beliefs, political.

(*)Autor para correspondencia:
Manuel Villarruel Fuentes
Doctor en Educación
Profesor-Investigador de Tiempo Completo
en el Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván
Departamento de Ciencias Básicas
A El Paraíso, Campestre, 91667 Úrsulo Galván,
Ver., México
Correo de contacto:
dr.villarruel.fuentes@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

Como en ningún otro momento en la historia de la humanidad la sociedad enfrenta una severa crisis de valores. Este déficit de la condición humana se expresa de diversas maneras y en múltiples dimensiones del quehacer sociocultural, político y económico. Ninguno tan paradigmático como el que sustenta la actividad científica y tecnológica.

Bajo este contexto, en el presente siglo los modelos de desarrollo están cimentados en las premisas de un saber que se asume omnipresente, sustentado en la racionalidad y una visión tecnologista del progreso (Habermas, 1987, 1988; Gómez, 1997; Franco-Pombo, 2011). Dicha cosmogonía se encuentra cargada de intención y de ideologías que reflejan nuevos objetivos y metas, lo que supone necesariamente contar con un caudal de valores y actitudes que les acompañen, validen y cimienten.

Sobre esta base los fundamentos axiológicos, conceptuales y actitudinales se constituyen en el sustrato que nutre la motivación y el deseo de intervenir en una realidad concreta, pero además permiten entender el comportamiento en que se expresan los valores, las creencias y los saberes de una colectividad. Las acciones que una persona desempeña son el reflejo de las valoraciones que le otorga a la actividad, a sus consecuencias y su utilidad dentro de una comunidad, de ahí que deban ser clarificadas, en busca de comprender su génesis y encontrar la forma de mejorarlas.

Muchos autores sostienen que la ciencia posee su propio capital axiológico, refiriéndose a la objetividad, lógica y autocrítica, sin que ello sea suficiente para explicar por qué hay quien se inclina por seguir las directrices del pensamiento y el quehacer científico-tecnológico y quienes se mantienen distantes, e incluso indiferentes (Fensham, 2004). Tal como lo que sucede con los jóvenes estudiantes, sobre todo del nivel superior en Latinoamérica.

Este fenómeno genera un efecto acumulativo de deterioro educativo, expresado en formas diversas, que van desde la falta de interés institucional por estas actividades, hasta la configuración de un imaginario colectivo escolar que minimiza o sobredimensiona la necesidad de una sólida formación científico-tecnológica en los estudiantes del nivel superior.

Entender que los valores y creencias son elementos constitutivos de la percepción, orientadores de toda acción, plantea la necesidad de caracterizarlos; particularmente en estudiantes del nivel superior tecnológico, quienes por las carreras que cursan deben manifestar una adecuada percepción acerca de las premisas que orientan la investigación científica-tecnológica, indicador de su alfabetización científica.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A la entrada del presente siglo los procesos modernizadores mantienen arraigadas sus directrices y modelos de convivencia social. Los esquemas administrativos y las formas institucionalizadas del éxito se rigen por patrones preestablecidos, lo que dicta el camino correcto y la racionalidad que los explica

y justifica.

De esta manera el desarrollo social y los estándares de progreso buscan alinear la diversidad política, económica y cultural que le son propias a las naciones, en torno a las necesidades de un sistema geopolítico que se nutre del libre mercado, la constitución de bloques de interés y el sentido de globalidad. Todo ello, solventado por una orientación monolítica del «deber ser» como único camino para lograr el bienestar colectivo.

Sobre este talante, la ciencia y la tecnología, herederas del cúmulo de axiomas y paralogismos que la razón y el intelecto impusieron desde el siglo XVII, ha encontrado fuerte asiento en la sociedad actual, al grado de convertirse en la forma de pensamiento dominante. Es así como todo debe ser explicado a partir del fundamento de ambos campos del saber humano, concebido ahora como un binomio insoluble. Romero-Castellanos (2008) lo identifica así:

El mundo de la ciencia moderna, como espacio de producción de conocimiento Científico, es producto de la diferenciación funcional que acusan las sociedades contemporáneas. Este proceso, que tiene sus orígenes socio-culturales en Europa Occidental, se extienden a todo el globo a diferentes ritmos, temporalidades y realizaciones históricas particulares. (p.4)

Se habla de un proceso civilizatorio que institucionaliza las formas, el sentido y la naturaleza de las acciones, transformando el pensamiento científico y el quehacer tecnológico en los imperativos que direccionan toda corporación, empresa o grupo formalmente constituido. Al respecto la UNESCO (2010) establece:

La ciencia, la tecnología, la innovación y el conocimiento, son instrumentos fundamentales para erradicar la pobreza, combatir el hambre y mejorar la salud de nuestras poblaciones, así como para alcanzar un desarrollo regional sostenible, integrado, inclusivo, equitativo y respetuoso del medio ambiente, prestando una particular atención a la situación de las economías más vulnerables. Para ello es imprescindible, avanzar hacia políticas públicas que construyan una sociedad del conocimiento que propicie la equidad, la inclusión, la diversidad, la cohesión y la justicia social, así como el pleno respeto por la igualdad de género... (p.11)

Ante esta exigencia, es común que las instancias oficiales del Estado asuman la facultad de organizar toda comunidad científica y tecnológica, encargándose de su conducción administrativa, al orientar las líneas y programas de investigación que serán financiadas y avaladas.

En México la ciencia y tecnología es conducida por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), así como por sus homólogos dentro de cada estado. A partir de esta organización, se explican las políticas públicas del país, su diseño, gestión, coordinación y evaluación, al definir qué, cómo, cuándo, por qué, y lo más importante, quién debe hacer ciencia y tecnología. Esto es algo que

todo ciudadano debe saber, con el objetivo de intervenir en las decisiones oficiales, haciéndose parte de ellas.

La necesidad de incorporar a los ciudadanos a los debates acerca de las políticas públicas en el campo científico-tecnológico implica contar con un sistema educativo nacional que privilegie esta formación; lo cual no es el denominador común. De aquí que Fensham (2004) señale que la falta de vocación y conocimientos sobre este binomio sea el resultado de la falta de interés y las actitudes negativas de los estudiantes; siendo indispensable prestar "especial y vigorosa atención a los aspectos actitudinales, afectivos y emocionales en la educación científica" (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2009, p.34). A nivel internacional solo la educación básica se ha abordado bajo este enfoque; el proyecto ROSE (The Relevance of Science Education), (Schreiner, C. & Sjøberg, 2004) es un claro ejemplo. Por ello, actualmente, existe un marcado interés por realizar estudios acerca de la percepción pública de la ciencia, dentro de cada país y por región, entendidos como los diagnósticos situacionales más confiables para valorar las políticas de Estado (Rubia-Vila, Fuentes-Julián y Casado de Otaola, 2008), ya que hablan de la actitud que los ciudadanos muestran con relación a la ciencia y la tecnología.

Eizaguirre (2009) señala que actualmente los estudios sobre percepción pública de la ciencia remiten a la alfabetización científica cívica, centrados en identificar las controversias que se suscitan a partir del entendimiento social que se tiene de la ciencia y tecnología. Con este criterio se identifican los indicadores incluidos en los cuestionarios aplicados. Sobre esta base conceptual Miller (1983, 1998) propone tres dimensiones para entender la alfabetización científica cívica: el vocabulario científico, el conocimiento del método científico y el entendimiento de los aspectos sociales e institucionales de la ciencia. Cabe destacar que los cuestionarios aplicados en las últimas décadas demuestran que el concepto de percepción social de la ciencia ha incluido solo las dos primeras dimensiones, suponiendo que la persona que posee un alto nivel de conocimiento del vocabulario y método científico es capaz de entender y debatir en torno a los temas científicos y tecnológicos. Una persona con estas capacidades interpretará de manera objetiva y prudente las alternativas expuestas, por ejemplo, los impactos del cambio tecnológico, valorando las políticas promovidas por las instituciones.

Trasladando estos preceptos al ámbito educativo, -lo que Eizaguirre (2009) denomina «cultura académica»-, donde se promueve la imagen idealizada de la ciencia, particularmente en el nivel superior, el propósito de formar profesionales que demuestren una alfabetización científica y un nivel amplio de experticia tecnológica exige poseer un claro conocimiento de las formas en que se organiza y administra la ciencia y tecnología en un país. Ello permitirá su adecuada valoración, además de generar juicios críticos y propositivos en relación a la manera en que se diseñan y conducen, sirviendo como retroalimentadores del sistema político. Sobre el particular se destaca:

...para impulsar el desarrollo de las capacidades de investigación y formación de recursos humanos altamente especializados se requiere, entre otros aspectos, conocer la percepción que la juventud tiene respecto a las ciencias y las profesiones científicas. La hipótesis que sustenta esta preocupación plantea que una actitud positiva de los estudiantes respecto a

dichos ámbitos de conocimiento se traduce en un crecimiento potencial del desarrollo científico. (CONICYT, 2010, p. 5)

Aunado a ello, el objetivo de las instituciones educativas se centra en la incorporación de los estudiantes y profesionales al aparato productivo, en función al desarrollo que cada país impulsa. Para ello, es necesario que identifiquen cómo operan las instancias oficiales y qué implicaciones trae consigo dicho desarrollo científico y tecnológico.

De esta manera el presente estudio se sustenta en el denominado «déficit cognitivo», modelo que presupone como factor explicativo el conocimiento, que correlaciona el “nivel de comprensión de la ciencia y su percepción social” (Eizagirre, 2013, p.68). Se parte de aceptar que los estudiantes próximos a egresar del nivel superior tecnológico del estado de Veracruz se encuentran alfabetizados científicamente, por lo que su percepción sobre la ciencia y tecnología es adecuada.

3. MÉTODOS

3.1. Diseño Metodológico

El estudio se coordinó desde el Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, institución educativa federal localizada en el estado de Veracruz, México, dependiente del Tecnológico Nacional de México.

Por su profundidad el estudio se catalogó como exploratorio-descriptivo, bajo un enfoque cuantitativo, con una perspectiva ideográfica en su interpretación, ya que se buscó “...lograr un conocimiento intensivo, profundo y detallado de y sobre los casos en los que tiene lugar el fenómeno de interés, generalizable para otras situaciones en las que dicho fenómeno ocurre” (Martínez-Salgado, 2012, p. 615). Se estimó la fiabilidad del instrumento de medida a través de la prueba alfa de Cronbach ($\alpha = 0,874$).

La población objeto de estudio se integró del total de estudiantes que cursaban el último año de la carrera profesional dentro de los institutos tecnológicos localizados en del estado de Veracruz, México, (estimado en 9,285). La muestra obtenida bajo muestreo no probabilístico, definido como «de conveniencia» (Casal y Mateu, 2003), constó de 835 estudiantes registrados y en activo, quienes habían cursado al menos uno de los dos talleres de investigación incluidos en la retícula escolar obligatoria para todas las carreras (marco muestral). De acuerdo con Martínez-Salgado (2012) “...este tipo de procedimiento es que el tamaño de la muestra no se conoce al inicio, sino solo cuando la indagación ha culminado” (p. 617). Con este tamaño de muestra se obtuvo la «saturación» requerida para el estudio.

En total, se aplicaron los instrumentos en 9 planteles (federales y estatales), de un total de 27 (33.33 % del universo posible), seleccionados al azar. El instrumento de evaluación se integró de 75 ítems, desagregados bajo tres dimensiones de análisis: valores, creencias y saberes. Su diseño incluyó el empleo de la escala Likert (muy de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo, muy en desacuerdo), de los cuales se presenta los resultados relativos a las dimensiones

«valores» y «creencias».

El análisis de los datos se efectuó bajo una estadística descriptiva, empleando para ello el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versión 20.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran los resultados en torno a los «valores», en su dimensión «ciencia y tecnología», seguido de «creencias», en dos dimensiones evaluadas: «percepción sobre la organización institucional de la ciencia» y «percepciones de riesgo sobre la ciencia y la tecnología». La presentación de los mismos sigue un sentido descriptivo, en apego a la naturaleza del estudio y las tendencias internacionales que definen este patrón interpretativo (Márquez-Nerey y Tirado-Segura, 2009).

4.1. Valores en torno a la ciencia y la tecnología

Al cuestionar a los estudiantes acerca de si los valores que posee un investigador científico son los mismos que posee cualquier otro profesional (Figura 1), el 34.1 % estuvieron de acuerdo, mientras que solo el 29.7 % manifestaron estar en desacuerdo. Ello contrasta con el 18.8 % que manifestó no estar en ninguna de estas posturas y solo el 12.8 % que declaró estar completamente de acuerdo. Esto permite señalar que el 46.9 % de los jóvenes estudiantes de los tecnológicos estuvieron convencidos de que los valores se poseen sin importar la carrera o actividad profesional que se realice. Se trata de una percepción que no prioriza una escala de valores particular para el quehacer del investigador científico. Esto tiene distintas interpretaciones: por una parte, se observa que los estudiantes no han entendido la naturaleza y el sentido de riesgo que puede llegar a tener la actividad científica, asumiéndola como una actividad más, regida por los mismos valores que predominan en otros campos de trabajo; mientras que en otra línea de interpretación es posible vislumbrar un sentido integral de los valores, donde estos pueden ser aplicados indistintamente, ya que definen la condición humana y no necesariamente las tareas a desarrollar.

Figura 1

Nivel de percepciones (%) encontradas en estudiantes del nivel superior tecnológico de Veracruz, México (dimensión «valores»).



Fuente: Elaboración propia.

En este sentido diversos autores han abordado el estudio de los valores desde las variadas perspectivas profesionales. Entre ellos se puede citar el reportado por Morales (2007) respecto a los valores y responsabilidades éticas en el ejercicio del comunicador, y el de Vargas (2007) relacionado con la formación moral que reciben los estudiantes de ingeniería en el Instituto Tecnológico de Toluca, México. Estos abordajes permiten pensar en un capital axiológico específico para los investigadores.

Destaca el bajo porcentaje de estudiantes que no estuvieron de acuerdo (29.7% en desacuerdo y 4.6% muy en desacuerdo), los cuales dejan entrever que existe una diferenciación entre los valores del ciudadano común y el investigador científico, percepción que abre la posibilidad de que el estudiante considere que algunos valores deben ser característica del investigador, identificados y asumidos desde sus prácticas relevantes y sucedáneas. Por todo ello, es necesario insistir en la necesidad de reforzar el sentido ético y axiológico con que se aborda la enseñanza de la ciencia, sobre todo para atender al 18.8% que no tuvieron una opinión al respecto.

Cuando a este grupo de estudiantes se les preguntó si la ciencia tiene su propia escala de valores, los

resultados mostraron que el 57.2 % estuvo de acuerdo, y un 20 % muy de acuerdo (77.2 % en total). Esto revela que los estudiantes llegan a percibir que la ciencia necesita una escala de valores que le rija, lo que de alguna manera podría contraponerse a los resultados encontrados en el ítem anterior, sin que alcance a negarlos por completo, ya que es posible que el estudiante esté asumiendo que los valores de la ciencia sean los mismos que los del ciudadano común. Una primera conclusión es que la ciencia tiene su propia escala de valores, pero esta no es del todo distinta a la que poseen las personas.

Cuando se cuestionó si la ciencia es amoral, los resultados revelaron que no se valora este rubro o cuando menos no se posee una reflexión al respecto, pues el 35.1 % manifestaron no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo. Porcentaje relevante en términos de la actitud con la cual se pueden llegar a expresar los estudiantes en el campo profesional científico. Por otro lado, el 25.4 % manifestaron estar en desacuerdo y solo el 10.3 % muy en desacuerdo (35.7 % en total), porcentaje importante si se piensa en los beneficios que la innovación científica y tecnológica pueden tener si se abordan desde la óptica sociocultural. Al respecto Mazadiego (2005) esclarece que los valores morales indican lo que debe hacerse, asumiéndolos como una obligación. Puntualiza que los valores «no morales» no conllevan alguna obligación asociada y expresan la valoración subjetiva de un individuo por ciertos bienes o actividades, teniendo estas actividades un gran aporte para quien las detalla. Estos valores en acción o valores operativos permiten a una persona mejorar cuando son estos quienes dirigen sus acciones; condición que fundamenta este estudio. Marín (1976) establece que el valor es aquello capaz de «arrancarnos de nuestra indiferencia»; es lo que hace que se seleccione unas cosas sobre otras, que se estimen más o menos; en una palabra, el valor reside en la preferencia o estimación del objeto.

En el otro extremo se encontraron quienes afirmaron que la ciencia no tiene moral (22.3 % de acuerdo y 6.9 % muy de acuerdo: 29.2 % en total), siendo esta percepción motivo de controversia y discusión, ya que la negación supone que no existe una clara diferenciación entre la ciencia encaminada al beneficio de la humanidad y aquella que lleva implícito su deterioro o daño. Como ya se señaló, un porcentaje importante prefirió no comprometer su opinión, abriéndose un campo de oportunidad para el trabajo docente dentro de la ciencia escolar que se enseña en los Institutos Tecnológicos de Veracruz.

Al preguntar si la investigación científica y tecnológica es más importante que la social y humanista, el 37 % de los jóvenes manifestaron no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo, lo que demuestra que este grupo de estudiantes no percibieron una diferencia entre ambas perspectivas teórico-metodológicas. Ello puede deberse a que su formación, dentro de los paradigmas y modelos que explican el sentido de la ciencia y la investigación, no era clara y precisa. En este sentido, el 31.5 % reportaron su desacuerdo, lo que se puede atribuir a que su formación tecnológica no fue dominante en el campo de sus percepciones (no existió parálisis paradigmática), o bien a que los planes y programas de estudio han incluido en sus contenidos algún referente sociocultural del quehacer científico. Pese a ello el bajo porcentaje encontrado reclama la generación de estrategias didácticas que refuercen su formación en este aspecto.

La alternativa de mejorar los programas de estudio es oportuna, pues los estudiantes que manifestaron estar de acuerdo con la afirmación planteada fue de 16.3 % y muy de acuerdo solo el 5.5 %, revelando que únicamente un pequeño porcentaje de los estudiantes no percibieron la diferencia entre los distintos campos de la investigación, los problemas que atienden y el sentido de los objetos de estudio que abordan. Esto se debe a la tradición tecnológica que persiste en los institutos, apegados al paradigma positivista de la ciencia y al sentido utilitario de la tecnología. Con todo ello no basta con incorporar temas humanistas y sociales a los programas de estudio, ya que como señala De Lira (2006) "...para que la formación humanista sea efectiva no es suficiente con anexarla a la formación profesional, como si fuera algo extraño, aunque deseable, para ella" (p.2).

Para reforzar la evidencia se les planteó si la investigación experimental es mejor que la no experimental. Los resultados revelaron que el 31.9 % de los encuestados manifiestan estar en un punto neutro (ni de acuerdo ni en desacuerdo), lo que denota su poco interés en este aspecto, o bien, su incapacidad para poder diferenciar entre un experimento y otros diseños igualmente válidos, situación que revela que dicho grupo no estaba enterado de este diferencial metodológico, o en su caso no participaban activamente en una investigación y, por lo tanto, no establecieron una postura al respecto. Estas interpretaciones pueden aplicarse también al 47.5 % que manifestó estar de acuerdo y muy de acuerdo con ello. Es posible que los estudiantes hayan incursionado en algún proyecto de corte experimental, o bien se encontraran influenciados por la tendencia que siguen los contenidos dentro de los programas de estudio denominados Taller de Investigación I y II.

Para abundar sobre el referente axiológico, se les planteó que no todos los investigadores científicos poseen la misma escala de valores, la respuesta fue contundente, pues el 50.9 % de los encuestados respondió estar de acuerdo, así como un 16.5 % muy de acuerdo (67.4 % en total). Esto muestra que los estudiantes valoraron mejor a las personas que a los procesos; es decir, tienen una clara percepción de la conducta humana regida por principios y valores, la cual depende del sujeto y sus circunstancias. A decir de ellos, los investigadores poseen valores propios, pero no todos manejan la misma escala.

A continuación, se les planteó que la actividad científica no es una ocupación especial; los resultados evidenciaron un desconcierto que derivó en que el 42 % de los estudiantes expresaran no tener una idea acerca de ello (ni de acuerdo ni en desacuerdo). Su percepción al respecto no se alineó con lo mostrado con anterioridad. Esto indica un desconocimiento del trabajo científico y de investigación, incluso del propio investigador como actor social. El propósito no es sobredimensionar dichas labores, sino entender que al igual que en otros campos de desempeño profesional, el investigador debe adquirir una formación especializada, la cual este grupo no valoró. ¿Por qué habrían de poseer valores específicos y una escala de valores distinta a los demás profesionales si su ocupación no es especial? La confusión expresada fue evidente. El objetivo no es afirmar que el trabajo del investigador científico es mejor a otros, sino de establecer que es particular. García, Flores y Hernández (2009) lo identifican así:

Tipos de investigadores hay muchos, pero desde nuestra perspectiva sostenemos que hay

algo que caracteriza a los verdaderos investigadores: una pasión inextinguible por entender lo que estudian (Salkind, 1988). Es este deseo de conocerlo todo respecto de su objeto lo que determina su ansia por encontrar la "verdad" y exponerla. No habrá horarios ni consideraciones ante los esfuerzos necesarios, el interés se conforma en una obsesión para con el objeto en estudio. (p. 82)

No sujetarse a horarios ni escatimar esfuerzos es relevante, pero lo importante estriba en el valor que le otorga a su quehacer. Esto tiene que ser percibido por los estudiantes, fomentado por los maestros y respaldado por los programas académicos.

En esta vertiente se observó que el 21.8 % expresó su acuerdo con la afirmación, con lo que desestimó dicho quehacer. Estos resultados exigen una puntual intervención; en primera instancia para lograr que más estudiantes adquieran una mejor estimación de la actividad, así como para lograr que aquellos que afirman estar de acuerdo modifiquen su percepción al respecto.

En atención a esta tendencia, cuando se les cuestionó si el valor de la ciencia radica en su utilidad, el 50.1 % manifestó estar de acuerdo y el 22.5 % completamente de acuerdo (72.6 % en total), mientras que el 20 % manifestó imparcialidad y no se decantó por una valoración; del total solo 7.5 % exhibió su discrepancia (desacuerdo y muy en desacuerdo). Con esto se corrobora que el valor que se le da a la investigación científica está directamente relacionado con la solución de necesidades y el abordaje de problemas (perspectiva pragmática), producto de la forma en que se conciben y desarrollan los planes y programas de estudio, así como los proyectos de investigación desarrollados dentro de los planteles educativos. Aunque esto es parte del ideario colectivo, entendido con un sentido utilitarista de la ciencia y la investigación, es necesario considerar abordajes más integrales y sistémicos, donde la ciencia sea vista también como una necesidad social para la democracia, la paz y la inclusión. Lemke (2006) lo clarifica al manifestar que:

En el siglo XXI, ¿cuáles son las contribuciones más importantes que la educación científica puede hacer a los estudiantes y a la sociedad? ¿Cómo podemos hacer que la educación científica sirva mejor a los intereses de toda la gente? Sostendré que la educación científica necesita más asombro, más honestidad, más humildad y más valor real para muchos estudiantes. Con los estudiantes más jóvenes, debemos trabajar para crear un compromiso más profundo con lo asombroso de los fenómenos naturales. Con los estudiantes mayores, necesitamos presentar una imagen más honesta tanto de los usos perjudiciales como de los beneficiosos de las ciencias. Deberíamos ofrecer a todos los estudiantes una educación científica que haga de la ciencia una auténtica compañera de otras formas de ver el mundo y una contribución esencial a su alfabetización multimedial y a sus habilidades de pensamiento crítico. (p. 6)

En cuanto a determinar si la tecnología es valiosa porque es útil, los resultados fueron contundentes, pues el 41.7 % de los estudiantes manifestaron estar de acuerdo y el 47.5 % muy de acuerdo, lo cual

demuestra la unificación de los criterios, al brindarle valor a lo que es útil y resuelve necesidades (89.2 % en total). Ello confirma lo señalado en el ítem anterior y aporta elementos para pensar en una tecnología funcional, que encuentra su sentido teleológico en aquello que transforma, modifica o innova para el bien común, sin atender los referentes que la asocian a la ciencia en su calidad de saber organizado.

Finalmente, al cuestionarles si la sociedad no debe cambiar sus valores para entender a la ciencia, el 36.9 % manifiestan estar de acuerdo y el 26.6 % muy de acuerdo (63.5 % en total). Esta percepción revela que los estudiantes no estaban al tanto de las problemáticas asociadas al desarrollo científico-tecnológico, el cual afecta no solo al medio ambiente natural, sino incluso a la humanidad, la que enfrenta su mayor crisis de supervivencia. Invernizzi (2004) señala que el ciudadano, al menos en América Latina, no posee la formación necesaria para entender y atender la ciencia, tanto en sus procesos como en sus productos. Por ello, no es capaz de concebir los cambios que ocurren con el avance de la ciencia y el papel que la sociedad debe jugar para aprovecharla (para solucionar problemas o satisfacer necesidades, así como en los usos culturales del saber generado). Esto no debe soslayarse, ya que para lograr que el estudiante alcance la alfabetización científica requerida, es necesaria su inserción dentro de comunidades científicas, pero también dentro de una cultura que lo cobije y proyecte. Gil-Pérez y Vilches (2006) lo expresan así:

...una de las formas más eficaces de alfabetizarse en una lengua es por inmersión en la cultura de esa lengua. De forma similar, [...] cabe suponer que la inmersión en una cultura científica constituya una forma excelente de favorecer la alfabetización científica. (p.46)

Fensham (2004) señala que el principal problema de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia es la falta de interés de los estudiantes; que la solución requiere una especial atención a los aspectos actitudinales, afectivos y emocionales del currículum de ciencias. En consecuencia, la enseñanza y aprendizaje de la ciencia debe promover una actitud positiva de los estudiantes hacia la ciencia escolar, que mantenga la curiosidad y mejore la motivación, con el fin de generar apego y vinculación hacia dicha educación, tanto a lo largo del período escolar como de la vida. Para ello el fomento de los valores inherentes a la ciencia y tecnología deberá asegurar una activa participación dentro de los procesos que hacen posible su existencia como ideas organizadas y acciones transformadoras, ya que dichos valores están directamente relacionados con las actitudes, las cuales expresan los valores personales, sociales y humanos, del individuo, producto de sus decisiones (Rugarcía, 1999).

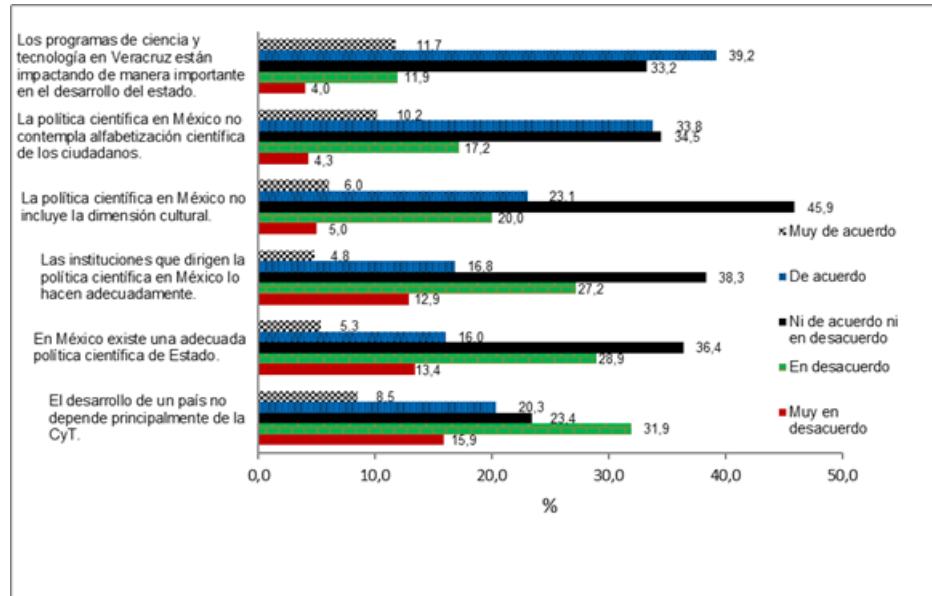
4.2. Creencias

Categoría 1: ciencia institucionalizada

La Figura 2 muestra los resultados encontrados al inquirirles si el desarrollo de un país no depende principalmente de la ciencia y la tecnología, donde el 47.8 % aseveraron estar en desacuerdo y muy en desacuerdo. El problema se patentiza al observar que el 23.4 % no tuvieron una respuesta clara, con lo que solo el 28.8 % estuvieron de acuerdo y muy de acuerdo.

Figura 2

Percepción acerca del papel de las instituciones mexicanas en la organización de la ciencia y la tecnología en los estudiantes del sistema tecnológico de Veracruz (Dimensión «Creencias»).



Fuente: Elaboración propia.

Ello confirma que, a pesar de existir una visión utilitaria de la ciencia y la investigación, no existió un entendimiento de cómo se asocian al componente social, sin que la tecnología sea percibida de manera distinta. Se trata de una percepción desprovista del componente antropológico, con todo lo que implica. Esto puede ser el resultado de enfocar el estudio de la trilogía ciencia-tecnología-investigación alejado de sus múltiples campos de entendimiento. La evidencia hace imprescindible abordar su estudio desde las distintas dimensiones que posibilitan su concepción como fenómeno sociocultural, discuriendo de la alfabetización científica hasta la naturaleza de la ciencia, pasando por los modelos que le asocian a la tecnología, al ambiente, la innovación entre otros componentes.

Para ello el maestro es clave, ya que:

El compromiso del profesor de potenciar los aspectos más creativos y relevantes de la actividad científica, habitualmente ausentes en la educación, como las relaciones ciencia-tecnología-sociedad-ambiente (CTSA) que enmarcan el desarrollo científico, empezando por la discusión del interés e importancia de los temas que se van a abordar, las aproximaciones cualitativas, la invención de hipótesis, la realización de experimentos para someterlas a prueba, el establecimiento de relaciones entre distintos dominios, etc. [...] la consideración de estos aspectos creativos, no solo no constituye "una pérdida de tiempo" que dificulte el aprendizaje de los conceptos, leyes y teorías, sino que, como han

mostrado investigaciones rigurosas, lo favorece notablemente, a la vez que se contribuye a una visión más adecuada de la ciencia y el trabajo científico. (Gil-Pérez y Vilches, 2005, p.70)

En un abordaje más profundo, se les planteó si en México existe una adecuada política científica de Estado, a lo que el 42.3 % respondió estar en desacuerdo y muy en desacuerdo. Con un 36.4 % que no estuvo de acuerdo ni en desacuerdo, la evidencia destaca el escaso conocimiento que los estudiantes tienen acerca de los marcos normativos nacionales que rigen la ciencia y de cómo se regulan los procesos de investigación dentro del país, lo que se reflejó en una creencia negativa al respecto.

En México, la política científica, asociada principalmente a la investigación, cuenta con una base estatutaria dirigida desde el CONACYT y el Sistema Nacional de Investigadores. El que los estudiantes desconozcan qué son y cómo operan deja al descubierto la falta de una adecuada alfabetización científica y tecnológica dentro de los institutos tecnológicos de Veracruz. Más allá de sus métodos y técnicas, la ciencia debe entenderse como un proceso social, que a la entrada del presente siglo se encuentra fuertemente arraigado en las estructuras institucionales, las mismas que regulan la asignación del presupuesto, la formación de recursos humanos y la evaluación de los investigadores y sus investigaciones.

Como dato adicional, solo el 21.3 % estuvo de acuerdo y muy de acuerdo en la presencia de una adecuada política científica de Estado. Como consecuencia, al deliberar sobre el papel de las instituciones en la correcta dirección de las políticas científicas, el 21.6 % confirmó estar de acuerdo y muy de acuerdo. Al parecer aquellos que afirmaron conocer las instancias oficiales y avalaron su función fueron los que acreditaron, con sus creencias, la pertinencia de dichas instituciones.

De igual forma se observó un 40.1 % que estuvo en desacuerdo y muy en desacuerdo con el papel que juegan las instituciones en la rectoría de las políticas de Estado, lo que se relaciona con el 42.3 % que de igual manera desacreditó lo adecuado de dichas políticas. En paralelo, el 38.3 % no expresó una creencia a favor o en contra, lo que encuentra relación con el 36.4 % que de igual manera mostró ambigüedad al expresar su creencia en relación a lo conveniente de las políticas.

Para destacar el papel sociocultural de la ciencia, se les planteó si la política científica desarrollada incluye la dimensión cultural. El 45.9 % no reveló una creencia concreta (ni de acuerdo ni en desacuerdo). Esta afirmación ratifica el desconocimiento que se tiene sobre la política científica en México, pero además evidencia que no se presta atención a su estudio dentro y fuera del aula. La premisa de una ciencia atenta a los problemas, pero desligada de la sociedad, se convierte en una contradicción.

De la misma forma, el 29.1 % se decantó a favor de la no inclusión de una dimensión cultural dentro de las políticas (de acuerdo y muy de acuerdo), con lo que se soslaya los programas de apoyo a las minorías y grupos vulnerables (equidad de género, jóvenes en la ciencia, ciencia para niños, mujeres en la ciencia).

Por ello, es necesario acercar a los estudiantes a los programas implementados por las instancias federales y estatales. Involucrarlos en las dinámicas de integración, difusión y divulgación, tales como la semana de ciencia y tecnología, la semana de la cultura forestal, el día mundial del medio ambiente, entre otros, permitirá complementar satisfactoriamente el proceso de alfabetización científica, al colocar a los estudiantes en condiciones de aprender bajo escenarios comunes a la práctica social de la ciencia. Su participación como organizadores y conductores de los eventos ayudará a familiarizarlos con los rituales que la ciencia exige. Esto evitará sujetar a los estudiantes-aprendices a las formas comunes y muchas veces arbitrarias de aprender la ciencia, de concebirla y entenderla. Gil-Pérez et al., (1999) señala al respecto que la enseñanza científica, incluida la universitaria, se ha reducido a la presentación de conocimientos ya elaborados, desligando a los estudiantes de las verdaderas actividades científicas.

En esta misma vertiente, el 44.0 % de los estudiantes certificó, con base en sus creencias, que la política científica del país no contempla la alfabetización científica del ciudadano. Este grupo, el más numeroso de esta categoría, desconoce los esfuerzos que el Estado realiza en torno a la difusión y divulgación de la ciencia, aunque tiene a favor el hecho de que no existe un seguimiento de ello; es decir, en México se busca la comunicación de la ciencia y la tecnología, pero sin medir sus verdaderos alcances. De ahí, que estudios como el presente tengan un alto nivel de interés, tanto para el diseño de políticas científicas como educativas de Estado.

En función de ello el 21.5 % mostró estar en desacuerdo y muy en desacuerdo con la negación, con lo que manifestaron creer que la política si contempla esta función sustantiva. A su vez el 34.5 % mantuvo una postura ambigua (ni de acuerdo ni en desacuerdo). Este último grupo representa un sector que amerita atención, para lo que se debe generar un programa institucional de fomento a la cultura científica y tecnológica dentro de los institutos tecnológicos del estado de Veracruz.

Sobre la utilidad que tiene la ciencia y la tecnología, medida por el impacto de ambas en el desarrollo del estado de Veracruz, el 50.9 % dejó en claro que a su juicio si están afectándolo de manera importante, lo que establece un sentido de confianza, fundamentado en la creencia de que la ciencia y la tecnología coadyuvan a un mejor y mayor progreso, sin que tengan en claro los motivos.

De nuevo cuenta un alto porcentaje de los estudiantes no tuvieron claridad en sus percepciones (33.2 %).

En general, se observa una línea base que señala vaguedad en las creencias de los estudiantes, en torno a las categorías evaluadas en esta dimensión (alrededor de un tercio de ellos).

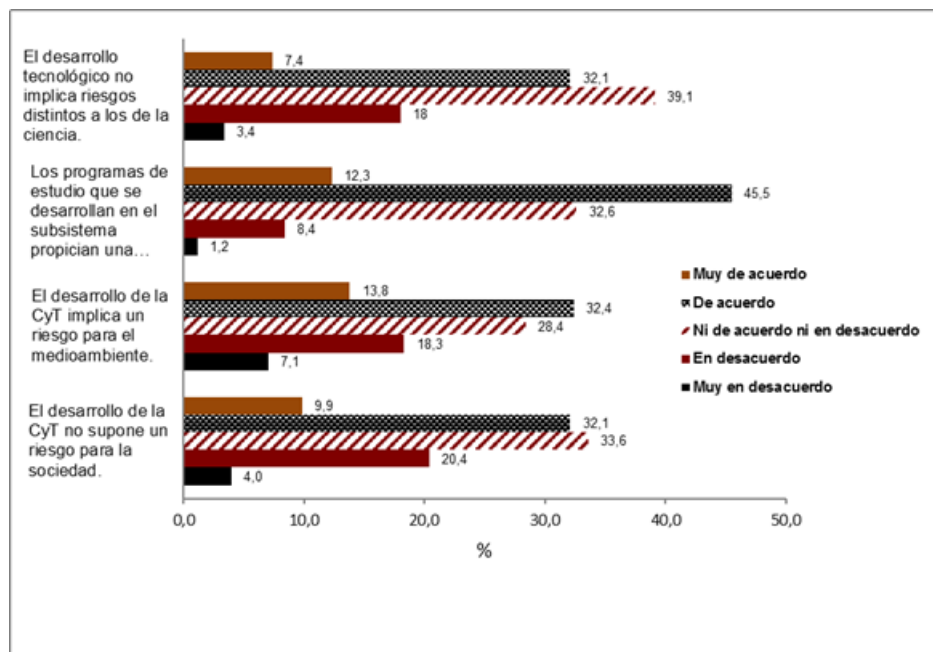
Categoría 2: riesgos sociales de la ciencia y tecnología

La Figura 3 muestra lo observado cuando se cuestionó a los estudiantes sobre el riesgo social que

supone el desarrollo científico y tecnológico. El 42 % señaló estar de acuerdo y muy de acuerdo en que socialmente no implican algún peligro. Lo destacable es que un 33.6 % no estuvo ni de acuerdo ni en desacuerdo con ello, lo cual habla por sí mismo del bajo nivel de reflexión alcanzado en su formación científica. Mención especial merecen los estudiantes que indicaron estar en desacuerdo y muy en desacuerdo (24.4 % del total), para los que dicho desarrollo es inseguro. Este grupo, por demás pesimista, parece estar de acuerdo con el discurso oficial internacional que hace énfasis en las desventajas más que en los beneficios.

Figura 3

Creencias acerca del riesgo que implica la ciencia y la tecnología en la percepción de los estudiantes del sistema tecnológico de Veracruz.



Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, al cuestionarles sobre el riesgo que el desarrollo científico y tecnológico implica para el medio ambiente, el 46.2 % afirmó estar de acuerdo y muy de acuerdo en que existe un peligro al respecto. Al parecer los estudiantes en general no relacionan la dimensión social con la biológica, separando el componente natural del sociocultural. Esta visión reduccionista del ambiente debe atenderse, a fin de dotarlos de un fundamento epistémico, que los lleve a entender al ambiente en términos holísticos.

En este mismo rubro, el 25.4 % mantuvo una postura a favor de la inocuidad medioambiental del desarrollo científico-tecnológico. Desconocen o pasan por alto el factor antropogénico del deterioro planetario, la crisis civilizatoria y el impacto del desarrollo industrial-biotecnológico, por citar algunos componentes de riesgo. Sobre este particular, es indispensable acercar al estudiante a los procesos histórico-sociales del desarrollo científico y tecnológico, es decir, a la naturaleza de la ciencia y la

tecnología. Asociado a ello, el 28.4 % no tuvo una respuesta clara (ni de acuerdo ni en desacuerdo). Esto es aún más preocupante, ya que casi tres de cada diez estudiantes no tuvieron percepciones a favor o en contra del daño que la ciencia y la tecnología está provocando al medio ambiente, sobre todo el natural.

Como complemento a ello, el 39.5 % de los estudiantes aseguraron con base en sus creencias, que las implicaciones de riesgo en la ciencia y la tecnología no son diferentes. Igualarlas en un indicador de la falta de meditación en torno a lo que cada una representa. La idea de una tecnología como ciencia práctica parece estar permeando el sentido de las creencias de este grupo. Sumado a ello, el 39.1 % no estuvo ni de acuerdo ni en desacuerdo; porcentaje muy alto para un grupo de estudiantes de nivel superior, quienes debieran tener una opinión clara al respecto. Esta ambigüedad refuerza la exigencia de una mejor formación epistemológica, diferenciada para cada campo, en busca de una mayor definición de sus alcances y efectos.

Ziman (1980) señala que una característica del sistema que aglutina a la ciencia y la tecnología, tiene que ver con la responsabilidad social con la cual los científicos llevan a cabo sus investigaciones. La sociedad empezó a cuestionar esta responsabilidad a partir de los efectos negativos que exhibieron sus resultados, etapa que dio lugar a la denominada «sociedad de riesgo» (Beck, 1999). Es relevante que en el pasado muy pocas veces se cuestionaban estos resultados, al considerar los descubrimientos científicos virtuosos en sí mismos. Se daba por sentado que el conocimiento científico era amoral y sin valores, lo que por lógica se trasladaba a los científicos, quienes no podían actuar irresponsable o inhumanamente.

Estas creencias patentizan un déficit cognitivo que puede estar afectando el nivel de intervención de los estudiantes dentro de los programas de estudio, ya que en calidad de teorías implícitas definen las formas de entender una situación concreta, erigiéndose como las expectativas que conducen a la acción.

Sin embargo, cuando se buscó una mayor comprensión de estos resultados, se observó que el 57.8 % de los consultados estuvo de acuerdo y muy de acuerdo en que los programas de estudio que se desarrollan dentro de los institutos tecnológicos propician una reflexión profunda de los riesgos y ventajas de la ciencia; porcentaje apenas aceptable, de no ser porque el 32.6 % no se decantó por alguna de las creencias a favor o en contra y solo el 9.6 % exteriorizó estar en desacuerdo y muy en desacuerdo. El que un grupo importante de estudiantes afirmen que los programas, en calidad de guías programadas, cumplen con el objetivo de favorecer su reflexión, refleja su satisfacción con el nivel alcanzado. Esta actitud de aparente comodidad no otorga facilidades para que nuevos procesos de aprendizaje tengan lugar. Por consiguiente, los esfuerzos didácticos realizados por los maestros pueden no afectar de manera favorable el desarrollo de habilidades para la ciencia y la investigación, ya que el aprendizaje supone abandonar toda comodidad, para enfrentar la incertidumbre que le caracteriza.

5. CONCLUSIONES

Los estudiantes del nivel superior tecnológico de Veracruz mostraron un bajo nivel de reflexión en torno a los riesgos y peligros que representa la ciencia y la tecnología. Soslayan la relación existente entre sociedad y medio ambiente, con lo que demuestran carecer de una visión holística, integral de los procesos científicos, mostrándose una visión reduccionista de la ciencia, desligada de sus atributos sistémicos.

Por otra parte, no identifican con precisión las características inherentes a la ciencia y la tecnología, lo que les lleva a suponer que «lo que pasa en la ciencia pasa en la tecnología», incluyendo sus riesgos. Esto puede derivarse de la creencia que define a la tecnología como ciencia aplicada.

Los estudiantes mostraron un sentido utilitarista y funcional de la ciencia y la tecnología, disociándolas de los procesos de desarrollo nacional, debido aparentemente a que no entienden las formas en que en México operan las instancias encargadas de su organización, sin poder enlazar sus funciones con la dimensión social.

Esta percepción negativa manifiesta una desconfianza en las instancias encargadas de la política científica en México. Además, desconocen si estas políticas se vinculan con la dimensión cultural, a pesar de existir quienes aceptan su utilidad. La tendencia es negar los beneficios de los programas y proyectos establecidos por el gobierno federal, desacreditando su función alfabetizadora dentro de la sociedad. Paradójicamente, los estudiantes expresaron en sus creencias una confianza en las políticas estatales, aunque sin un aparente fundamento del porqué.

Los estudiantes, aunque se encontraban en la etapa final de su formación escolar, no tuvieron una valoración adecuada de lo que la ciencia y la tecnología representan desde el punto social y cultural. Sus percepciones estuvieron cargadas de controversias y ambigüedades, que reflejan un bajo nivel de reflexión epistémica y teórica. Sus valoraciones parecen provenir del sentido común y no de la correcta alfabetización científica a la que deben estar sujetos dentro de los institutos tecnológicos. Con ello la hipótesis planteada inicialmente no se cumplió.

Se recomienda replantear el proceso alfabetizador vigente, reforzando los contenidos de los cursos sobre ciencia, abriéndolos al estudio de su naturaleza y sus vínculos con la sociedad y el medio ambiente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beck, U. (2005). *La sociedad del riesgo global*. Madrid: Siglo XXI de España.
- Casal, J. & Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev*, 1, 3-7.
- CONICYT. (2010). Estudio Percepción de los Jóvenes sobre la Ciencia y Profesiones científicas. Informe Final. Recuperado desde <http://biblioteca.uahurtado.cl/ujah/reduc/pdf/pdf/txt752.pdf>
- De Lira, B. J. (2006). Ciencia y Humanismo en la Formación Profesional Universitaria. I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, Palacio de Minería, México. Recuperado desde <http://www.oei.es/memoriasctsi/mesa4/m04p21.pdf>
- Eizaguirre, A. (2009). Los estudios sobre percepción social de la ciencia. *Acciones e Investigaciones Sociales*, 27, 23-53.
- Eizaguirre, A. (2013). Las percepciones sociales en Europa sobre el rol de la ciencia y la tecnología. *Revista de Estudios Sociales*, (47), 67-78.
- Fensham, P. J. (2004). *Beyond knowledge: other scientific qualities as outcomes for school science education*. En R. M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk. (eds.): Science and Technology Education for a Diverse World - Dilemmas, Needs and Partnerships, International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XITH Symposium Proceedings, (pp. 23-25), Lublin, Poland, Maria Curie-Skłodowska University Press.
- Franco-Pombo, M. (2011). Papel de las tecnologías. relación entre tecnologías y cambio cultural. *Revista de Estudios Sociales*, 3(28), 1-13. Recuperado desde <http://www.eumed.net/rev/ced/index.htm>
- García, C. F., Flores, R. L. & Hernández, Q. A. (2009). El investigador. una relación entre sujeto y objeto realmente intensa. Recuperado desde <http://www.mundosigloxxi.ciecas.ipn.mx/pdf/v04/14/09.pdf>
- Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., Dumas-Carré, A., Furió, C., Gallego, N., Gené, A., ... Valdés, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 503-512.
- Gil-Pérez, D. & Vilches, A. (2005). *¿Cómo empezar?* En: Daniel Gil Pérez (editor) *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* OREALC/UNESCO, Capítulo 3 (pp. 67-79).
- Gil-Pérez, D. & Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31-53.
- Gómez, R. J. (1997). Progreso, determinismo y pesimismo tecnológico. *Redes*, 4(10), 59-94.
- Habermas, J. (1987). Teoría de la acción comunicativa. Vol. I. Racionalidad de la acción y racionalización social. Madrid: Taurus.
- Habermas, J. (1988). Conocimiento e interés. Madrid: Taurus.
- Invernizzi, N. (2004). Participación ciudadana en ciencia y tecnología en América Latina: una oportunidad para refundar el compromiso social de la universidad pública. *Revista CTS*, 1(2), 67-83.
- Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 5-12.
- Marín, R. (1976). *Valores, objetivos y actitudes en educación*. España: Miñón Editorial.
- Márquez-Nerey, E. & Tirado-Segura, F. (2009). Percepción social de la ciencia y la tecnología de adolescentes mexicanos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, Portafolio CTS*, 2, 16-34.

- Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3), 613-619.
- Mazadiago, T. (2005). Propuesta humanista para la clarificación de valores en estudiantes universitarios. Tesis de doctorado en investigación psicológica. Universidad iberoamericana. México, DF.
- Miller, J. (1983). Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. *Daedalus*, 112(2), 29-48.
- Miller, J. (1998). The Measurement of Civic Scientific Literacy. *Public Understanding of Science*, 7(3), 203-223.
- Morales, J. (2007). *Valores y responsabilidad éticas del comunicador profesional*. En: Chávez, G., Hirsch, A., Maldonado H. (coordinadores) México. Investigación en educación y valores (pp. 213-222). México: Red Nacional de Investigadores en Educación y Valores- Ediciones Gernika.
- Romero-Castellanos, R. (2008). Modernidad, américa latina y ciencias sociales. la producción del conocimiento de la sociedad en américa latina. nómadas. *Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 19, 1-14.
- Rubia-Vila, F., Fuentes-Julián, I. & Casado De Otaola, S. (2008). *Percepción social de la ciencia*. España: Academia Europea de Ciencias y Artes.
- Rugarcía, A. (1999). Los valores y las valoraciones en la educación. México: Trillas.
- Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2004). ROSE. *The Relevance of Science Education. Sowing the seeds of ROSE*. Department of Teacher Education and School Development, University of Oslo: AiT e-dit AS. Recuperado desde <http://roseproject.no/key-documents/key-docs/ad0404-sowing-rose.pdf>
- UNESCO. (2010). Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Uruguay: Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe.
- Vargas, C. (2007). *Ética profesional y compromiso social del ingeniero en la sociedad del comportamiento*. En Chávez, G., Hirsch, A., Maldonado H. (coordinadores) México. Investigación en educación y valores (pp. 237-246). México: Red Nacional de Investigadores en Educación y Valores-Ediciones Gernika.
- Vázquez-Alonso, A. & Manassero-Mas, M. A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 33-48. Recuperado desde <http://roseproject.no/network/countries/spain/esp-33-48.pdf>
- Ziman, J. (1980). *Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.