

# CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN IBEROAMÉRICA: UNA EVALUACIÓN DE LA COMPRENSIÓN DE LA NATURALEZA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Antoni Bennàssar Roig  
Ángel Vázquez Alonso  
María Antonia Manassero Mas  
Antonio García-Carmona  
(coordinadores)

Organização  
dos Estados  
Ibero-americanos

Para a Educação,  
a Ciência  
e a Cultura



Organización  
de Estados  
Iberoamericanos

Para la Educación,  
la Ciencia  
y la Cultura



CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS  
CENTRO DE ALTOS  
ESTUDOS UNIVERSITÁRIOS



# CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN IBEROAMÉRICA: UNA EVALUACIÓN DE LA COMPRENSIÓN DE LA NATURALEZA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Antoni Bennàssar Roig  
Ángel Vázquez Alonso  
María Antonia Manassero Mas  
Antonio García-Carmona  
(coordinadores)



CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS  
CENTRO DE ALTOS  
ESTUDOS UNIVERSITÁRIOS

Organização  
dos Estados  
Ibero-americanos



Para a Educação,  
a Ciência  
e a Cultura

Organización  
de Estados  
Iberoamericanos

Para la Educación,  
la Ciencia  
y la Cultura



MINISTERIO  
DE ASUNTOS EXTERIORES  
Y DE COOPERACIÓN



La colección **Documentos de Trabajo** es una iniciativa del Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), y su objetivo principal es difundir estudios, informes e investigaciones de carácter iberoamericano en sus campos de cooperación.

Los trabajos son responsabilidad de los autores y su contenido no representa necesariamente la opinión de la OEI.

Los documentos de trabajo están disponibles en formato pdf en la siguiente dirección: [www.oei.es/caeu](http://www.oei.es/caeu).

© Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2010  
Bravo Murillo, 38. 28015 Madrid (España)  
Tel.: (+34) 91 594 43 82 | Fax: (+34) 91 594 32 86  
[oei@oei.es](mailto:oei@oei.es) | [www.oei.es](http://www.oei.es)

COLABORA

Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID)

DISEÑO

gráfica futura

CORRECCIÓN

Licia López de Casenave y Deborah Averbuj

ISBN

978-84-7666-228-1

Estos materiales están pensados para que tengan la mayor difusión posible y de esa forma contribuir al conocimiento y al intercambio de ideas.

Se autoriza, por tanto, su reproducción, siempre que se cite la fuente y se realice sin ánimo de lucro.

Estes materiais estão pensados para que tenham maior divulgação possível e dessa forma contribuir para o conhecimento e o intercâmbio de idéias.

Autoriza-se, por tanto, sua reprodução, sempre que se cite a fonte e se realize sem fins lucrativos.

Proyecto de investigación SEJ2007-67090/EDUC financiado por la Convocatoria de Ayudas a Proyectos de I+D 2007 del Ministerio de Educación y Ciencia (España) a la Universidad de las Islas Baleares (España) con la denominación de Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS).

PIEARCTS también ha contado con el apoyo de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) y de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

Explotación estadística de la base de datos: Ángel Vázquez Alonso

Programación y administración del cuestionario: Óscar Macías Álvarez

Plataforma de coordinación del proyecto: Raúl Omar Moralejo Nacelli

# Índice

7	<b>A MODO DE INTRODUCCIÓN</b>
	<b>PARTE 1. CUESTIONES GENERALES</b>
15	1. INTRODUCCIÓN: EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y NATURALEZA DE LA CIENCIA
25	2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO IBEROAMERICANO DE EVALUACIÓN DE ACTITUDES RELACIONADAS CON LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD (PIEARCTS)
39	3. ANÁLISIS COMPARATIVO TRANSNACIONAL DE LA COMPRENSIÓN DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA (NdCyT) ENTRE LOS PAÍSES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO PIEARCTS
	<b>PARTE 2. RESULTADOS EN DIVERSOS PAÍSES</b>
57	4. LAS CREENCIAS DE ESTUDIANTES Y PROFESORES ESPAÑOLES SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA (NdCyT): COMPARACIONES ENTRE CIENCIAS Y HUMANIDADES
75	5. OPINIÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA DE ESTUDANTES PORTUGUESES DO ENSINO SUPERIOR
89	6. DIFERENCIAS EN LA COMPRENSIÓN DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA (NdCyT) ENTRE PROFESORES EN FORMACIÓN QUE INICIAN LA UNIVERSIDAD Y LOS QUE FINALIZAN SU GRADO
101	7. OS PROCESSOS DE FORMAÇÃO E AS CRENÇAS DE PROFESSORES E ESTUDANTES BRASILEIROS SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA (NdCyT)
115	8. OPINIONES DE PROFESORES Y ESTUDIANTES MEXICANOS DEL BACHILLERATO Y LA UNIVERSIDAD PÚBLICOS SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA (NdCyT): UNA POBREZA ALARMANTE
	<b>PARTE 3. ANÁLISIS DE TEMAS TRANSVERSALES</b>
129	9. ¿APORTAN ALGO LOS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE GRADO A LA COMPRENSIÓN DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA (NdCyT)?
139	10. LAS ACTITUDES DE DOCENTES Y ESTUDIANTES DE IBEROAMÉRICA HACIA LA RELACIÓN ENTRE MUJERES Y CIENCIA
151	11. ¿SON DIFERENTES LAS ACTITUDES HACIA LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA (NdCyT) Y LA SOCIEDAD POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES Y PROFESORES DE CIENCIAS Y DE HUMANIDADES? UN ESTUDIO EN SEIS PAÍSES IBEROAMERICANOS
165	12. AS CRENÇAS DE PROFESSORES E ALUNOS SOBRE A TECNOLOGIA
179	13. CREENCIAS SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA (NdCyT): UNA COMPARACIÓN ENTRE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIAS Y DE HUMANIDADES
193	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
201	<b>APÉNDICE. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN</b>



# Agradecimientos

A la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) por su entusiasta y continuado apoyo, tanto técnico como económico, al proyecto PIEARCTS.

A todas las universidades participantes en el proyecto PIEARCTS por permitir y apoyar la participación de sus investigadores, profesores y alumnos en las tareas de desarrollo del proyecto.

A todos los estudiantes y profesorado que tuvieron la gentileza de ofrecer su contribución al proyecto, cumplimentando anónimamente los instrumentos de investigación.

Al Dr. Raúl Omar Moralejo (Director de Área del GRIDTICs de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, y Director del ICTI de la Universidad de Mendoza, Facultad de Ingeniería) y a las ingenieras Verena Vicencio y Nerina Dumit, y al estudiante avanzado de Ingeniería Franco Catena (integrantes del GRIDTICs) por el diseño, desarrollo, implementación y soporte de la plataforma de comunicación entre los miembros del proyecto ([www.piearcts.com.ar](http://www.piearcts.com.ar)).

A la Universidad Nacional de Quilmes y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de Argentina, por el financiamiento del PICTO 2006 UNQ N.º 36.501.

A la Dra. Diana Hugo (Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional del Comahue) por haber aplicado los COCTS a estudiantes y docentes en la provincia de Neuquén (Argentina).

A la UPN (México) por su financiación al proyecto de investigación PIEARCTS a través de FICA y del Área Académica 2.

*Ao Centro de Química de Universidade de Évora pelo financiamento parcial de deslocações para participar nas actividades do PIEARCTS.*

Al Dr. Glen Aikenhead de la Universidad de Saskatchewan (Canadá) por su continuo estímulo personal.



## A modo de introducción

Hoy día es ampliamente reconocido que la ciencia y la tecnología tienen una presencia notoria y significativa en la sociedad. Sus repercusiones en la economía, la política, la educación, la cultura, el ocio, etc. ponen de relieve su destacado papel en las decisiones tanto personales como colectivas en una sociedad globalizada como la actual. Como consecuencia de ello, una necesidad perentoria de la educación actual es que toda la ciudadanía alcance unos conocimientos básicos y útiles sobre ciencia y tecnología para poder participar en dichas decisiones (es lo que se conoce como alfabetización en ciencia y tecnología), con independencia de que luego sus derroteros académicos y profesionales estén más o menos relacionadas con la ciencia y/o la tecnología. Así como en el pasado (y desgraciadamente aún hoy, en muchos países) la lucha contra el analfabetismo literario y aprender a leer y escribir (alfabetización literaria) fue un objetivo prioritario de la educación, las sociedades actuales de la información y la comunicación son inviables sin una alfabetización tecno-científica (por supuesto, sin olvidar aún la literaria) de sus ciudadanos.

La *alfabetización en ciencia y tecnología* se convierte, pues, uno de los objetivos básicos y prioritarios de una educación inclusiva y para todos. Esta *alfabetización* orienta los currículos de ciencia y tecnología hacia la presentación de sus objetivos y contenidos en contextos útiles para todos los estudiantes como ciudadanos (un principio básico de la denominada orientación ciencia-tecnología-sociedad), y cuando sea apropiado, con mayor insistencia en cubrir las necesidades de aquellos estudiantes que optan por una carrera en ciencia o tecnología.

Más concretamente, entre las diversas líneas de investigación actuales en didáctica de la ciencia, este Documento de Trabajo se centra en la comprensión de la denominada *naturaleza de la ciencia y tecnología* (NdCyT) por estudiantes y profesores de todos los niveles educativos. Los especialistas reconocen hoy que la *naturaleza de la ciencia y tecnología* es uno de los dos componentes esenciales de la *alfabetización en ciencia y tecnología*, cuyo objetivo es la comprensión de las implicaciones y aplicaciones de la ciencia y tecnología en los contextos de experiencia y participación personal y social de los ciudadanos.

El primer componente de la *alfabetización en ciencia y tecnología* es el conocimiento de los conceptos (hechos y principios) de la ciencia y tecnología, es decir, las leyes y teorías que forman el cuerpo de conocimientos básicos de la ciencia y la tecnología, que tradicionalmente siempre han constituido el núcleo central de la enseñanza de estas, al margen del enfoque didáctico adoptado.

El segundo componente de la alfabetización es, precisamente, la comprensión de la ciencia y tecnología como formas de obtener conocimiento válido sobre el mundo natural y artificial, esto es,

lo que se denomina *naturaleza de la ciencia y tecnología*. Este segundo componente constituye el reto actual más innovador y arduo para los profesores de ciencias, porque nunca antes se había planteado con la extensión y profundidad actuales. Además, en los últimos años ha sido incorporado de diversas maneras en los currículos escolares de numerosos países.

Científicos, educadores y organizaciones internacionales de educación en ciencias coinciden en señalar como indicador esencial de la *alfabetización en ciencia y tecnología* que todos los estudiantes desarrollen concepciones informadas y apropiadas sobre la *naturaleza de la ciencia y tecnología*. Estas concepciones incluyen la epistemología de ciencia y tecnología y las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, que lo entronca con la orientación denominada ciencia, tecnología y sociedad (CTS). En definitiva, la *naturaleza de la ciencia y tecnología* 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 más confortables (sanidad, transportes, comunicaciones, educación, etc.), y también perjudiciales en algunos casos (armamentos, contaminación, pesticidas, etc.), a la vez característicos y condicionantes de las formas de vida y cultura desarrolladas en las sociedades modernas actuales. Las aportaciones de la investigación didáctica especializada sobre ambos componentes y su relación con los currículos escolares de ciencia y tecnología se tratan y desarrollan con más amplitud en el capítulo primero de este Documento.

El programa PISA (Programme for International Student Assessment) ha incorporado precisamente la comprensión de la *naturaleza de la ciencia y tecnología*, en su versión de la evaluación de la competencia científica. Operacionalmente, define la *alfabetización en ciencia y tecnología* como “la comprensión de las características de la naturaleza de la ciencia, como una forma de conocimiento e indagación humanos, la conciencia de cómo la ciencia y la tecnología conforman nuestro ambiente material, intelectual y cultural; y la voluntad para involucrarse en asuntos relacionados con la ciencia, como un ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo.” Esta clara definición pone de relieve que la *naturaleza de la ciencia y tecnología* está en el centro de las necesidades y objetivos educativos, pero también que está impregnada, además de conocimientos, de aspectos actitudinales y de valores, e incluso de disposiciones para la acción, personal y social. Ambos, son rasgos novedosos e innovadores para la educación en ciencia y tecnología.

Este Documento de Trabajo trata de profundizar empíricamente en estos aspectos referidos a la *naturaleza de la ciencia y tecnología*, actuales e importantes para la educación. Por ello, sus destinatarios naturales son los científicos, los profesores de ciencia y tecnología y los investigadores en didáctica; pero también los gestores de la educación en los diversos estados, responsables de las decisiones curriculares que conforman los contenidos de los aprendizajes de los estudiantes en los niveles educativos. Todos pueden encontrar entre sus páginas información, inspiración y sugerencias para mejorar la calidad de la educación científica y tecnológica, a través de sus decisiones personales.

En el marco teórico esbozado hasta aquí, y más desarrollado en el capítulo 1, la evaluación de las creencias de estudiantes y profesorado sobre estas cuestiones resulta esencial para diagnosticar sus ideas previas, y además constituye un objetivo actual y relevante de la investigación en didáctica de la ciencia y tecnología. Sin embargo, la investigación sobre la *naturaleza de la ciencia y tecnología* en países de cultura latina es escasa, si se compara con el resto del mundo. Este Documento de Trabajo viene a llenar este vacío, a través del esfuerzo de un equipo internacional de

investigadores iberoamericanos en los últimos años, que cristalizó en 2007 en el marco del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS), presentado por la Universidad de las Islas Baleares y aprobado por el Ministerio de Educación y Ciencia de España, dentro del plan nacional de I+D+I. Los investigadores participantes en el proyecto PIEARCTS, junto con sus instituciones y países de procedencia aparecen informados detalladamente en las reseñas de autoría al inicio de cada capítulo.

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). Su finalidad es evaluar las creencias y actitudes de estudiantes y profesores sobre las cuestiones de *naturaleza de la ciencia y tecnología*. Este diagnóstico pretende ser útil para articular propuestas de mejora de la educación científica sobre estas cuestiones, es decir, mejorar lo que aprenden los estudiantes y lo que enseñan los profesores en el aula, en las distintas etapas educativas, tanto desde la perspectiva de la planificación, el diseño y la innovación del currículo, como desde la perspectiva de la formación del profesorado.

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.

La metodología del proyecto se basa en el uso extensivo (con muestras grandes de estudiantes y profesores) del Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (COCTS), acreditado como uno de los mejores instrumentos de papel y lápiz para evaluar las concepciones y actitudes sobre *naturaleza de la ciencia y tecnología*. El capítulo 2 describe los detalles de la metodología innovadora del proyecto para evaluar las diferentes respuestas de forma fiable y válida. Esta metodología se basa en la estructuración de los cuestionarios, así como en el desarrollo y puesta a punto de un sistema métrico de índices actitudinales invariante y sencillo, expresados en el intervalo de medida [-1, +1], que permite la comparación de medias y la aplicación de estadística inferencial. La métrica se apoya en un proceso previo de escalamiento de las cuestiones por jueces expertos.

Las respuestas de estudiantes y profesores a los cuestionarios aplicados, luego transformadas en índices actitudinales, ofrecen una línea base diagnóstica de sus creencias sobre *naturaleza de la ciencia y tecnología*. En nuestra opinión, estas suponen el punto de partida para conseguir el objetivo de alfabetización para todos, a través de la adquisición de conocimientos, destrezas y actitudes. El capítulo 3 ofrece una panorámica de los resultados generales para los estudiantes y profesorado de los países participantes; la metodología permite identificar la magnitud y los puntos fuertes y débiles en los diferentes países, así como las diferencias relevantes entre países, de una manera análoga a como los muestra el estudio PISA.

La presentación de los contenidos del Documento de Trabajo se organiza en tres partes. La primera parte, compuesta por los tres primeros capítulos ya citados, muestra los aspectos comunes del proyecto: el marco teórico de la investigación, la metodología general del proyecto y el análisis comparativo transnacional de los resultados generales. La segunda parte comprende cinco capítulos, cada uno de los cuales presenta un aspecto concreto de los resultados de un país. Y la

tercera parte comprende otros cinco capítulos, cada uno centrado en el análisis de un tema específico, tanto en muestras nacionales como transversales.

Así, el capítulo 4 compara la comprensión de la *naturaleza de la ciencia y tecnología* entre estudiantes españoles de ciencias y humanidades. Las diferencias entre grupos equivalentes de estas especialidades son insignificantes y escasas en número; de modo que este resultado se interpreta como un indicador relativo (no absoluto) de la debilidad de la actual educación científica universitaria para mejorar la comprensión de la *naturaleza de la ciencia y tecnología*.

El capítulo 5 presenta los resultados generales de estudiantes universitarios portugueses, mostrando los puntos más fuertes y más débiles de la comprensión de la *naturaleza de la ciencia y tecnología* así como las exiguas diferencias entre ciencias y humanidades, y entre los estudiantes que empiezan y acaban sus estudios superiores.

En el capítulo 6 se analizan las diferencias entre estudiantes colombianos que comienzan y que acaban su formación superior para ser profesores de ciencias, obteniendo también una falta de diferencias importantes entre ambos grupos. Esto apunta a la poca influencia de los estudios superiores de formación de profesores para mejorar la comprensión de la *naturaleza de la ciencia y tecnología*.

El capítulo 7 plantea en una amplia muestra de profesores brasileños en formación una cuestión similar: la efectividad de la formación superior de profesores para mejorar la comprensión de la *naturaleza de la ciencia y tecnología*. Los resultados absolutos obtenidos muestran una baja comprensión general y la ausencia de diferencias entre ciencias y humanidades, que sugieren una escasa influencia de la formación de profesores en la mejora de resultados.

La especial organización de la UNAM de México DF permite analizar, en el capítulo 8, la comprensión de la *naturaleza de la ciencia y tecnología* de los estudiantes de bachillerato, previos a la universidad, y de los propios profesores de esos estudiantes. La comparación diagnóstica una pobreza alarmante en ambos colectivos, que es especialmente preocupante en el caso de los profesores.

En la segunda parte, el capítulo 9 plantea empíricamente la efectividad de los estudios de grado de ciencias y tecnología para mejorar la comprensión de la *naturaleza de la ciencia y tecnología*. Para ello, se comparan las concepciones de los estudiantes que inician el grado con los estudiantes de final de grado; en general, estos últimos muestran mejores concepciones, pero la pequeña magnitud de las diferencias y la escasez de diferencias relevantes sugieren que la contribución de los grados a la mejora no es significativa.

En el siguiente capítulo se analizan las actitudes de docentes y estudiantes hacia el tema de mujeres y ciencia, comparando las concepciones de hombres y mujeres. Se diagnostican aspectos positivos y negativos, rasgos esperanzadores de equidad en los profesores información de algunos países y se conjetura que la excesiva insistencia en la (presunta) neutralidad de la ciencia de la educación puede haber contribuido a alejar de la ciencia a muchas mujeres.

El capítulo 11 analiza en seis países las diferencias entre estudiantes y profesores, inicio y final y especialidades (ciencias y humanidades), encontrando una dominancia de la igualdad por encima

de las diferencias, que no invita a pensar que la experiencia docente y los estudios superiores contribuyan a una mejor comprensión de la *naturaleza de la ciencia y tecnología*, aunque distintos países presentan diferentes matices.

Las concepciones de profesores y estudiantes sobre la tecnología se analizan transversal y minuciosamente en el capítulo 12, concluyendo que son muy parecidas entre los diversos países y grupos (ciencias y humanidades). En general, están alejadas de una concepción moderna y adecuada sobre la tecnología en el mundo actual.

En el último capítulo se aborda la comprensión de la *naturaleza de la ciencia y tecnología* de profesores en formación universitaria. Se halla como tendencias que las mujeres y los estudiantes de ciencias y los que finalizan estudios superiores presentan mejores puntuaciones de índices, pero las diferencias significativas son escasas, por lo que no puede establecerse la dominancia de un grupo.

Las consecuencias que se derivan de este estudio afectan a dos aspectos fundamentales de la innovación y mejora de la educación científica y tecnológica: la formación del profesorado en temas CTS y la mejora de la calidad de su enseñanza/ aprendizaje, con vista a que los estudiantes logren una adecuada comprensión de las cuestiones de la *naturaleza de la ciencia y tecnología*.



**PARTE 1**

**Cuestiones generales**



# 1. Introducción: Educación científica y naturaleza de la ciencia

Antoni Bennàssar Roig<sup>1</sup>, Antonio García-Carmona<sup>2</sup>, Ángel Vázquez Alonso<sup>1</sup> y María Antonia Manassero Mas<sup>1</sup>

## El enfoque ciencia-tecnología-sociedad y la alfabetización científica y tecnológica para todos

La alfabetización científica como finalidad educativa tiene una larga historia en la educación científica (DeBoer, 2000; Hurd, 1998; Oliver y otros, 2001). Coincidiendo con las reformas educativas proyectadas, desarrolladas e implantadas en muchos países durante los últimos años, revitalizaron el debate internacional, reivindicando la necesidad de una *alfabetización científica y tecnológica* como parte esencial de la educación básica y general *de todas las personas*. Asumir este lema implica que la enseñanza de las ciencias no puede ceñirse al mero conocimiento científico y tecnológico, sino que los objetivos y las capacidades a desarrollar deberán tener un enfoque más holístico y una auténtica relevancia social, incluyendo valores éticos y democráticos que se ponen en juego cuando intervienen la ciencia y la tecnología (CyT) en la sociedad (Holbrook, 2000). En este sentido, sostenemos la tesis fundamental de que el paradigma ciencia-tecnología-Sociedad (CTS) es el que mejor puede guiar la selección de contenidos básicos, relevantes y más útiles para todos los estudiantes. Unos contenidos que se relacionen con la vida cotidiana, que contribuyan realmente a su alfabetización científica y tecnológica, y que ofrezcan pautas metodológicas que la lleven a la práctica (Acevedo, Manassero y Vázquez, 2002; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003).

Numerosos informes de política educativa de organismos internacionales, como la UNESCO y la OEI, y las posiciones de ambiciosos proyectos e influyentes asociaciones profesionales, aluden con reiteración a máximas como alfabetización científica y tecnológica, ciencia para todos, comprensión pública de la ciencia, cultura científica y tecnológica, educación CTS. La necesidad de alfabetizar científica y tecnológicamente a la sociedad se suele justificar por razones socioeconómicas y culturales, de autonomía personal, de utilidad para la vida cotidiana, democráticas para la participación social en las decisiones sobre asuntos de interés público relacionados con la CyT, etc. (Driver y otros, 2006; Fourez, 1997; Sjøberg, 1997; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005), a las que Jenkins (1997) añade la razón ética de la responsabilidad que deben tener científicos, técnicos, políticos y ciudadanos, en general.

La alfabetización científica, de acuerdo al discurso de los expertos, puede abordarse desde perspectivas diferentes: como lema que agrupa a un amplio movimiento internacional (Aikenhead,

---

1. Universidad de las Islas Baleares, España.

2. Universidad de Sevilla, España.

2003) y como metáfora que expresa finalidades y objetivos de esta educación (Bybee, 1997), y que indica el ideal a perseguir (Shamos, 1995).

Frente a las diversas propuestas, Bybee (1997) sugiere tratarla como un continuo de conocimientos y prácticas sobre el mundo natural y el mundo diseñado artificialmente por la tecnología, dependiendo de la edad de la persona, los tópicos abordados y los contextos.

Este continuo recorrería la siguiente secuencia: *analfabetismo, alfabetización nominal, funcional, conceptual y procedimental* y, por fin, *multidimensional*, que incluye otros aspectos, como los históricos y sociales, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, etc. Laugksch (2000) sostiene que su carácter polémico y difuso se debe a la influencia de factores muy diversos en su interpretación:

- a) Diferentes grupos de interés: expertos en educación científica, científicos sociales e investigadores de la opinión pública sobre cuestiones de política científica y tecnológica; sociólogos de la ciencia y profesionales de la educación científica que usan enfoques sociológicos, y personas implicadas en la divulgación científica y tecnológica mediante la educación informal y no formal (comunicadores, periodistas, especialistas en museos de ciencia y tecnología, etc.).
- b) Las distintas definiciones conceptuales del término.
- c) Su naturaleza absoluta o relativa.
- d) Los diferentes propósitos que se persiguen.
- e) Las diversas maneras de medirla.

Laugksch reconoce que, en la actualidad, el sistema escolar no es el único responsable de alfabetizar científica y tecnológicamente a la ciudadanía. Existen otras instancias interesadas en completar esa alfabetización durante toda la vida de las personas y contribuir a su permanente crecimiento. No obstante, aunque su logro tiene grados y aspectos diferentes que no deben limitarse a la etapa escolar, tampoco puede olvidarse que las actitudes hacia la ciencia y la tecnología se afianzan en los primeros años de la escolarización, configurando en gran parte el futuro desarrollo de la alfabetización científica y tecnológica de una persona adulta.

Cada vez más se asocia la alfabetización en CyT con la idea de *ciencia para todos*, dando por supuesto que ambas cosas van unidas, pero sin llegar a precisar claramente lo que esto supone. Tippins, Nichols y Kemp (1999) sostienen que *alfabetización científica* y *ciencia para todos* son en potencia dos conceptos contradictorios: el alumnado puede recibir nociones de ciencia aparentemente necesarias para lograr cierta alfabetización científica, pero pueden resultar poco interesantes y valiosos (Manassero y Vázquez, 2001). Por un lado, la alfabetización científica parece basarse en un determinado conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes disciplinarias que los estudiantes deben conseguir; por ejemplo, los que señalan los *Benchmarks* (AAAS, 1993) o los *NSE Standards* (NRC, 1996). Por otro, la idea de ciencia para todos pretende una enseñanza de las ciencias que no excluya a nadie, haciendo hincapié en una ciencia escolar más inclusiva y significativa, dando relevancia a todo el alumnado (Vázquez y Manassero, 2007; Vázquez y otros, 2005). 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 (Acevedo y otros, 2003; Tippins y otros, 1999).

El dilema planteado es muy importante para la toma de decisiones sobre el currículo. Desde la perspectiva de la CyT puede ocurrir, y ocurre, que algunos contenidos normalizados (estándares) propuestos para la alfabetización científica y tecnológica no son tan básicos, ni asumibles para todas las personas. En consecuencia, un currículo diseñado para la alfabetización científica y tecnológica no significa que sirva necesariamente para todas las personas. Una orientación CTS de la enseñanza de las ciencias permite tender puentes entre ambos conceptos en tensión (Chun, Oliver, Jackson y Kemp, 1999), actuando como elemento vertebrador, capaz de proporcionar soluciones prácticas para resolver el problema y hacer que la alfabetización científica y tecnológica pueda proyectarse para todo el alumnado. Por ejemplo, los conceptos del núcleo común del currículo que se consideren básicos, pero sean menos asequibles para un grupo de estudiantes, pueden adaptarse mediante su contextualización social, tecnológica y científica, de acuerdo con los principios del movimiento CTS.

Puesto que la alfabetización científica y tecnológica está íntimamente unida a lo social, cultural e ideológico, es prácticamente imposible establecer un modelo universal para su logro. Por lo tanto, si bien las finalidades, propósitos y objetivos generales son idénticos, no es necesario pretender que la consecución de los objetivos más específicos sea igual para todos los alumnos, aunque esto suponga quebrar el principio de equidad. Dicho de otro modo: los diseños de proyectos basados en estándares solamente deben considerarse referentes generales que habrá que situar en contextos más específicos, ya que diferentes sociedades y diversos grupos sociales interactúan de distinta manera. Así pues, la alfabetización científica y tecnológica podrá concretarse de diferentes maneras, según los contextos, y con distintos niveles de complejidad, pero sin que esta contextualización suponga perder de vista la referencia del marco general previamente establecido.

### **La naturaleza de la ciencia en la educación científica: Un escenario integrador de la educación CTS**

Encontramos que el término *naturaleza de la ciencia* (NdC) se impone en la literatura como la representación más frecuente de los contenidos CTS, aunque conviene hacer algunas precisiones sobre su uso y significado, a fin de evitar discusiones meramente nominalistas. En el contexto del movimiento CTS, la NdC se usa para describir las cuestiones CTS relacionadas con la epistemología o la filosofía de la ciencia y la tecnología; de modo que NdC sería parte del conjunto más amplio de las cuestiones CTS. En cambio, en el uso actual se intuye más bien la relación inversa, es decir, que las relaciones CTS forman parte del concepto más amplio de NdC.

Hace décadas que el término NdC reclama su lugar como elemento básico de la educación científica (en EE.UU. hace ya un siglo). Pero recién en la década de 1990 la NdC tuvo un impulso destacado cuando se implementó en los currículos escolares de ciencia como objetivo básico (Jenkins, 1996; Rudolph, 2000) y, también, como componente esencial de la alfabetización científica (Bybee, 1997; DeBoer, 2000; Millar, 2006).

Las razones utilitaristas, democráticas, culturales, axiológicas y didácticas aludidas anteriormente para justificar la alfabetización en CyT sirven también para fundamentar la integración de la NdC en los currículos escolares de ciencia, con el fin de lograr una alfabetización científica y tecnológica para todos. En el caso específico de la NdC cabría añadir dos razones adicionales muy importantes: una de alfabetización y otra, lógica.

La primera es consecuencia del reconocimiento de la NdC como un componente esencial de la alfabetización científica. Si esto es así, la NdC debe enseñarse inexcusablemente como elemento básico de una educación científica de calidad para toda la ciudadanía, a la vez, inclusiva y relevante; conocer los principios más elementales sobre el funcionamiento actual de la ciencia para validar sus conocimientos debe ser un objetivo central y obligado para toda la educación científica, vacuna clave contra la ignorancia y la superstición en la aceptación de conocimiento.

La razón lógica se justifica por su peso para la educación: si la NdC es un conjunto de principios válidos en el ámbito de la ciencia, es lógico que su enseñanza no sea ajena o incoherente con estos principios; ya que, de ser así, la educación científica quedaría reducida a una mera acumulación de contenidos y leyes sin sentido. Los principios de NdC son un meta-conocimiento sobre la ciencia que deben proveer la justificación (una meta-justificación) y el sentido global que debe tener toda la educación científica, de modo que todos los elementos y las actividades del currículo escolar deben ser lógicamente coherentes con los principios de NdC y no contradecirlos. La lógica de la validación del conocimiento propio de la ciencia debe empapar y permear toda la educación científica, es decir, la NdC debe servir globalmente para dar sentido y coherencia a toda la enseñanza de CyT (el porqué y el para qué enseñar ciencia). Por ejemplo, si se admite que la provisionalidad y el cambio son cualidades inherentes a la ciencia, deben estimularse y desarrollarse aquellas propuestas de contenidos y actividades educativas que desarrollen la visión de CyT como disciplinas tentativas, siempre sujetas a verificación. Por el contrario, debe evitarse enseñar contenidos y realizar actividades docentes que sean incompatibles con esa cualidad, tales como presentar el conocimiento científico como verdades absolutas y acabadas, exigir de los estudiantes respuestas memorísticas o acríticas en relación con las cuestiones que se planteen, realizar actividades de indagación siguiendo una mera receta impuesta externamente, etcétera.

A pesar de la importancia de estas razones, los logros alcanzados y la investigación realizada, la NdC no ha calado aún de manera efectiva en los procesos de enseñanza / aprendizaje de las ciencias (Lederman, 2006). Por esto, son necesarias nuevas investigaciones que, entre otros factores, afronten las dificultades para integrarla en los currículos, el diseño y la evaluación de materiales didácticos para su enseñanza, así como los obstáculos, las creencias y actitudes de estudiantes y profesores ante temas de NdC y su enseñanza / aprendizaje. Para orientar esta investigación, es útil contar con un marco teórico, que ha sido sugerido desde la literatura especializada.

### ¿Qué rasgos caracterizan a la NdC?

El término NdC es muy complejo. Además de ser evolutivo y cambiante, aglutina una diversidad de aspectos relacionados con la filosofía, la sociología y la historia de la ciencia, entre otras disciplinas (Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001). Es un meta-conocimiento que surge de las reflexiones interdisciplinarias sobre la ciencia, realizadas por especialistas de las disciplinas indicadas, como también por algunos científicos y expertos en didáctica de las ciencias (Acevedo y otros, 2007a, b; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004).

Desde la compleja óptica de la didáctica de las ciencias hay, fundamentalmente, dos corrientes relacionadas con la concepción del término NdC (Acevedo, 2008; Vázquez y otros, 2004): un posicionamiento reduccionista que tiende a identificar especialmente la NdC con los valores y

características filosóficas inherentes al conocimiento científico (la epistemología de la ciencia), y otro que la asume como concepto más amplio, que engloba una diversidad de aspectos e incluye cuestiones como el funcionamiento interno y externo de la ciencia; cómo construye, valida y desarrolla socialmente el conocimiento que produce; qué métodos emplea para validar y difundir este conocimiento; qué valores están implicados en las actividades científicas; cuáles son las características de la comunidad científica; qué vínculos tiene con la tecnología, la sociedad y la cultura; etc. Esta última perspectiva es más completa y precisa, pues conceptualiza como NdC los aspectos epistemológicos, sociológicos y psicológicos relativos tanto a la ciencia como a la tecnología, y especialmente las relaciones de interacción e interdependencia entre la ciencia y la tecnología. Para abarcar todos estos detalles y relaciones de la ciencia, el concepto se puede extender, de una manera natural, como *naturaleza de ciencia y tecnología* (NdCyT).

Otra importante mistificación actual en relación con la NdCyT se refiere a la inadecuada identificación de esta con los procedimientos de indagación científica (Lederman, 2006; Acevedo, 2008). Quienes consideran que deben diferenciarse argumentan que los procedimientos científicos son destrezas (saber hacer) referidas a las actividades relacionadas con la aplicación de la metodología científica, y que la indagación científica utiliza esos procedimientos de manera articulada, cíclica y compleja (NRC, 1996, 2000). En cambio, la NdCyT es una meta-reflexión acerca de los estatus epistemológicos, sociológicos y psicológicos de las actividades y procedimientos de la ciencia (Driver y otros, 1996). Por ejemplo, un estudiante puede ser un observador muy cualificado (dominar la ejecución de la destreza “observar”), e ignorar cuál es el sentido y los límites de la observación para la constitución, validez, alcance, significado o valor de los conceptos, etcétera.

El problema de la identificación de la NdCyT con los procedimientos de indagación científica es que induce a la creencia errónea de que la práctica de estos es una estrategia suficiente para aprender la NdCyT. Dicho de otra forma, la realización de actividades de investigación, de modo similar a los científicos, no es suficiente para adquirir y comprender concepciones adecuadas sobre la NdCyT.

### ¿Qué deberían aprender los estudiantes sobre NdCyT? Consensos y disensos

La complejidad y variabilidad de los temas de la NdCyT impiden que exista una posición única entre los especialistas, lo que provoca controversias entre filósofos, historiadores, sociólogos y educadores de ciencias que sostienen tanto conjeturas razonables como claras discrepancias (Alters, 1997a, b; Vázquez y otros, 2001). De todas formas, estudios recientes demuestran la existencia de ciertos acuerdos que podrían servir de base para un currículo consensuado con una visión básica de la NdCyT (Abd-el-Khalick, Bell y Lederman, 1998; Bartholomew, Osborne y Ratcliffe, 2004; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar y Duschl, 2003; Vázquez y otros, 2005). Empleando una metodología empírica con el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), se han validado numerosos acuerdos sobre los contenidos de la NdCyT, que no están limitados, como ocurre en los estudios precedentes, a los tópicos de carácter más epistemológico. Incluyen también otros relacionados con la influencia de la sociedad sobre la CyT y viceversa, y la sociología interna de la ciencia. Además, los consensos abarcan tanto afirmaciones en positivo (rasgos adecuados) como afirmaciones en negativo (rasgos inadecuados) sobre la NdCyT (Acevedo y otros, 2007b).

El carácter dialéctico y complejo de la actual tecnociencia es un factor adicional de dificultad para la enseñanza de la NdCyT, y quizá sea más difícil de afrontar que la falta de consenso. Que la NdCyT sea inherente a la propia ciencia o solo un atributo de la reflexión sobre esta, también tiene interés didáctico; sobre todo porque muchos profesores creen que es suficiente realizar la enseñanza de la NdCyT de manera implícita (la creencia más extendida y aplicada en la práctica docente), mediante los métodos y procesos de la ciencia. La complejidad que tiene el sistema tecnocientífico en las sociedades contemporáneas es enorme, hasta tal punto que hoy conviven diversos modelos de ciencia, en un dinamismo permanente que resulta difícil de aprehender incluso por los especialistas (Echeverría, 2003). De modo que tampoco existe una única reflexión sobre la ciencia, sino varias que conviven simultáneamente (Rudolph, 2003). De ahí la importancia de educar en la pluralidad y no desde el adoctrinamiento hacia un modelo concreto, en especial en aquellos aspectos más complejos o donde el disenso es mayor (Vázquez y otros, 2001, 2004).

A pesar de ello, parece que en los actuales currículos de ciencias van decantando algunas perspectivas consensuadas sobre la NdCyT. Por ejemplo, las investigaciones sobre la NdCyT en la educación científica, realizadas en los últimos años por Lederman y otros (Abd-El-Khalick y otros, 1998; Bell, Lederman y Abd-El-Khalick, 2000; Khishfe y Lederman, 2006) se han centrado en unas cuantas características del conocimiento científico, principalmente de tipo epistemológico (ver tabla 1.1). De algún modo, suponen un determinado consenso en torno a lo que se considera adecuado que aprendan los estudiantes sobre la NdCyT. Además, tales características constituyen la base del cuestionario *Views on the Nature of Science* (VNOS) (Lederman y otros, 2002), y han sido adoptadas en los principales documentos de reforma de la enseñanza de las ciencias en EE.UU. (AAAS, 1993; NRC, 1996; NSTA, 2000).

**Tabla 1.1. Características básicas de la NdC que deberían aprender los estudiantes**

---

El conocimiento científico nunca es absolutamente cierto, sino que está sujeto a cambios con nuevas observaciones y reinterpretaciones de las observaciones existentes. Las demás características de la NdC apoyan la provisionalidad del conocimiento científico.

---

El conocimiento científico es empírico; esto es, se basa o deriva de observaciones del mundo natural.

---

La ciencia se basa en la observación y la inferencia o deducción. Las observaciones se recogen mediante los sentidos humanos y sus extensiones. Las inferencias son interpretaciones de esas observaciones. Los puntos de vista actuales de la ciencia y de los científicos guían las observaciones y las inferencias. Distintas perspectivas contribuyen a múltiples interpretaciones válidas de las observaciones.

---

El conocimiento científico proviene de la imaginación y la creatividad humanas, al menos parcialmente. El conocimiento científico se genera mediante la imaginación humana y el razonamiento lógico. Esta creación se basa en observaciones del mundo natural y en las inferencias que se hacen de él.

---

Como empresa humana, la ciencia se practica en un amplio contexto cultural, y los científicos son un producto de esa cultura. De aquí se deduce que la ciencia está influida por diversos elementos y ámbitos de la sociedad y la cultura donde se inserta y desarrolla. Los valores de la cultura determinan hacia dónde se dirige la ciencia, cómo lo hace, se interpreta, se acepta y se utiliza. Asimismo, la ciencia influye en la sociedad y en la cultura en la que está inserta.

---

El conocimiento científico es subjetivo y nunca puede ser totalmente objetivo. La ciencia está influida y guiada por las teorías científicas y las leyes aceptadas. La formulación de preguntas, las investigaciones y las interpretaciones de los datos se filtran a través de la teoría vigente. Esta es una subjetividad inevitable, pero le permite a la ciencia progresar y permanecer consistente. El examen de las pruebas anteriores desde la perspectiva del nuevo conocimiento también contribuye al cambio en la ciencia. Además, hay una subjetividad personal que también es inevitable. Los valores personales, las prioridades y experiencias anteriores dictan cómo y hacia dónde los científicos dirigen su trabajo.

---

Leyes y teorías científicas están relacionadas, pero son diferentes. Las teorías y las leyes son diferentes tipos de conocimiento científico. Las leyes describen las relaciones, observadas o percibidas, en los fenómenos de la naturaleza. Las teorías son explicaciones inferidas de los fenómenos naturales y los mecanismos de las relaciones entre estos. Las hipótesis científicas pueden conducir a teorías o a leyes mediante la acumulación de apoyo sustancial con pruebas y la aceptación de la comunidad científica. Las teorías y las leyes no se convierten unas en otras, en un sentido jerárquico, porque ambas son tipos de conocimiento explícita y funcionalmente diferentes.

---

Fuente: Lederman, Abd-el-Khalick, Bell y Schwartz (2002).

Actualmente, estas características básicas gozan de gran consenso y aceptación, pero son solo una propuesta entre otras existentes (por ejemplo, Acevedo y otros, 2007b; Bartholomew y otros, 2004; McComas, Clough y Almazroa, 1998; Osborne y otros, 2003), que se suman a la discusión sobre la forma más adecuada que la NdCyT debe tener para la educación científica.

La complejidad de la actual tecnociencia hace que cualquier descripción de la NdCyT sea siempre limitada, parcial y, por tanto, incompleta. Ello supone un argumento a favor de la enseñanza de la NdCyT explícita y planificada, aunque permita justificar dos importantes limitaciones, que algunos utilizan para decidir no enseñarla. En primer lugar, la enseñanza basada en creencias consensuadas podría considerarse inaceptable por reduccionista y por ser incapaz de presentar holísticamente el tema. De todas maneras, cualquier descripción de la NdCyT es necesariamente parcial y limitada, ya que cualquier otro marco que se adopte implicará también una reducción. En segundo lugar, la enseñanza requiere siempre la *transposición didáctica* oportuna, en este caso, la transformación del conocimiento científico apropiado (representado por los consensos sobre la NdCyT) en contenidos escolares, por tanto, susceptibles de ser enseñados y aprendidos (Schwartz y Lederman, 2002; Taber, 2008), lo cual implica, también, una simplificación o reducción, porque los conocimientos científicos originales no suelen ser aprendibles. Además, el desarrollo de la enseñanza de la NdCyT en el aula viene determinado por el conocimiento didáctico del contenido y las teorías personales sobre el aprendizaje de los profesores, y está limitado por los recursos existentes (falta de orientaciones curriculares adecuadas, materiales didácticos, etc.), que acentúan aun más la fragmentación y limitaciones de la enseñanza de la NdCyT (Acevedo, 2009 a, b).

En definitiva, la selección de un conjunto representativo de contenidos de la NdCyT, guiada por consensos empíricamente justificados, es un paso decisivo para la enseñanza de las ciencias y no debería rechazarse racionalmente, tanto desde un punto de vista didáctico como epistemológico.

### **Comprensión de la NdCyT: Estado actual de la cuestión**

En los últimos años han proliferado las investigaciones orientadas a conocer el grado de comprensión de la NdCyT desde múltiples perspectivas por parte de estudiantes y profesores. Como ya se ha adelantado, la evaluación empírica muestra de modo reiterado y consistente que los estudiantes no tienen una comprensión adecuada. En cambio, su visión es absolutista / empirista y, al mismo tiempo, son poco proclives a integrar sus aprendizajes conceptuales y procedimentales. Estas visiones se desarrollan tanto en el contexto de la ciencia enseñada en la escuela como también a partir de la diversidad de fuentes de información extraescolar. Así se observan diferencias: los estudiantes de ciencias suelen tener una visión de la ciencia basada en la certeza y la objetividad, a diferencia de los estudiantes que no son de ciencias; por otro lado, los estudiantes de mayor nivel socioeconómico y cultural tienen una mejor y más significativa comprensión de la NdCyT.

Se ha intentado mejorar la comprensión sobre la NdCyT de los estudiantes empleando diversos contextos para su enseñanza: historia, cuestiones sociocientíficas e indagación, además de los contenidos curriculares propios de la ciencia. En general, los contextos sociocientíficos favorecen la comprensión de contenidos científicos, el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia, una

percepción más realista y adecuada de esta, y la capacidad argumentativa, así como el desarrollo de pensamiento crítico y responsable. Sin embargo, la mejor comprensión de la NdCyT no aparece claramente en las discusiones, salvo cuando se plantean sobre situaciones contradictorias de un determinado tema de controversia sociocientífica. Las principales dificultades surgen del desconocimiento de los alumnos sobre los procesos y la epistemología de la ciencia, debido, entre otras causas, a la influencia deformadora de los medios de comunicación, que tienden a interpretar las cuestiones sociocientíficas desde una perspectiva ética y moral, influida por aspectos afectivos (emociones e intuiciones). Una comprensión adecuada de la NdCyT ayuda a evitar la aprensión que generan en clase ciertos temas de controversia sociocientífica, como los conflictos entre ciencia y religión.

La historia y la filosofía de la ciencia son el escenario natural para la comprensión de la NdCyT, porque muestran cómo se construyen los conocimientos científicos en el contexto histórico y social, y, por ello, ha sido el camino más intensamente sugerido por los especialistas para enseñar la NdCyT (Hodson, 2008). La historia contribuye a aumentar el interés de los estudiantes por la ciencia y su aprendizaje, pero requiere de actividades reflexivas para superar su gran dificultad en identificar los aspectos de NdCyT, implicados en las historias de la ciencia, que necesitan tiempo y preparación especial por parte de los profesores. En la enseñanza de la NdCyT, las consideraciones sociológicas y antropológicas existentes en el desarrollo científico favorecen también la integración de normas sociales y epistémicas que ayudan a los estudiantes a apreciar la ciencia como una forma privilegiada de producción de conocimiento.

En cuanto a la comprensión de la NdCyT por el profesorado de ciencias, se observa que tampoco es adecuada. Esta conclusión ya fue formulada hace casi dos décadas por Lederman (1992), aunque hoy se pueden describir con más solidez y detalle los rasgos de esta incompreensión y algunas relaciones con la práctica docente (García-Carmona, Vázquez y Manassero, en prensa).

Entre el profesorado son frecuentes las creencias que sostienen que la tecnología es una aplicación de la ciencia, que esta describe la naturaleza o que ofrece beneficios materiales, dando así lugar a una perspectiva antropocéntrica e instrumentalista de la ciencia y la tecnología y de sus relaciones con la naturaleza. Análogamente, parte del profesorado no termina de asumir los componentes subjetivos de la ciencia, el carácter tentativo y provisional del poder explicativo del conocimiento científico, que se establece por consenso de la comunidad científica. Además, no tienen una comprensión adecuada de las diferencias entre hipótesis, leyes y teorías científicas, los rasgos del método científico o el estatus epistemológico de las observaciones y las evidencias empíricas.

La escasa comprensión de la NdCyT por el profesorado solo puede remediarse con una formación adecuada sobre estas cuestiones, tanto en la etapa inicial como en la permanente. La literatura informa que la comprensión del profesorado puede mejorarse si se programan cursos de formación que aborden:

- a) Las características de la actividad científica (naturaleza empírica de la ciencia, métodos e investigación científica, modelización, relaciones CTS, etc.).
- b) Las situaciones de controversia originadas en la construcción del conocimiento científico.
- c) Los aspectos relativos a la historia y la filosofía de la ciencia.

La efectividad de estos cursos de formación se ve incrementada, además, cuando el profesorado asume una actitud reflexiva durante el proceso formativo (Hanuscin, Akerson y Phillipson-Mo-wer, 2006; Acevedo, 2009c).

Hoy parece claro que la mera formación de los profesores no garantiza que se enseñe la NdCyT eficazmente. Los cursos de formación deben afrontar de forma explícita los principales obstáculos que impiden a los profesores de ciencias aplicar adecuadamente en su enseñanza contenidos sobre la NdCyT, incluso en el caso más favorable de poseer un conocimiento profesional adecuado sobre la misma. Estos obstáculos son:

- a) La confusión de identificar la NdCyT con una capacidad asociada con los procedimientos científicos, que no requiere contenidos curriculares interdisciplinarios propios y diferenciados; con lo cual, aunque muchos profesores posean un adecuado conocimiento de la NdCyT y los currículos expliciten la inclusión de tal contenido, no significa que se aborden aspectos de esta en sus clases.
- b) La enseñanza de la ciencia se identifica esencialmente con el aprendizaje de contenidos declarativos (hechos, conceptos y principios), y toda innovación didáctica, como la inclusión de la NdCyT, representa una carga adicional difícil de asumir. Muchos profesores sienten que su tarea más importante es enseñar los principios de la ciencia y que todo el tiempo disponible es insuficiente para ello.
- c) La educación científica, como reflejo de la objetividad atribuida a la ciencia, debe estar libre de valores y otros elementos subjetivos contrarios a la objetividad. Muchos profesores asumen esta idea de la ciencia y rechazan todo lo que no se ajusta a un presunto patrón objetivo.
- d) Las ideologías personales de los profesores interfieren también en sus visiones y desarrollo acerca de la NdCyT. En educación ambiental, se observa que la ideología ambiental más frecuente del profesorado en formación es la denominada *desarrollista-proteccionista*, componente que condiciona la orientación didáctica y los contenidos de la asignatura.

El rol del profesor, en relación con su práctica educativa en la enseñanza de la NdCyT, tiene tres dimensiones claras: como dispensador explícito de concepciones adecuadas sobre la NdCyT (para lo cual debe poseerlas), como diseñador del currículo de la NdCyT (que se ejerce planificando la enseñanza de la NdCyT) y como responsable de mantener la coherencia entre los principios de la NdCyT (los que se enseñan y los que no se enseñan) y las representaciones de la ciencia que se presentan en la educación científica escolar (conocimientos y procesos de la ciencia, actividades, evaluación, libros de texto, materiales, etc.).

## Reflexión final

Todavía queda camino por recorrer para lograr que la NdCyT forme parte, de manera real y adecuada, de las clases de ciencias de todos los niveles educativos. Son necesarias nuevas investigaciones que profundicen en los aspectos aquí tratados y arrojen más luz al proceso de integrar la NdCyT en el currículo de ciencia escolar como componente básico de la alfabetización científica. En particular, debería ser prioritario intensificar la formación del profesorado, elaborar recursos y materiales didácticos y contrastar su validez en el aula.

Las propuestas deben partir de objetivos relativamente sencillos, modestos y asequibles para todos los estudiantes (Lederman, 1999; Matthews, 1998; Monk y Osborne, 1997). Este tipo de

contenidos no suele aparecer en los debates académicos, pero son válidos para la alfabetización científica, por lo que debería tener una clara incidencia en el diseño de programas de formación del profesorado orientados a una enseñanza básica de la NdCyT.

En suma, aunque puedan subsistir discrepancias en casos específicos, la integración de la NdCyT en la educación científica consolida un marco teórico en torno a los siguientes rasgos:

1. La denominación NdCyT abarca aspectos muy amplios, desde la epistemología de la ciencia hasta las relaciones con la tecnología y los aspectos sociológicos y psicológicos, pasando por valores y características inherentes al conocimiento científico.
2. La integración de la NdCyT en el ámbito escolar y la educación científica requiere contenidos curriculares escolares, enseñables y comprensibles; esta adaptación implica una simplificación y cierta pérdida de la autenticidad original, estimulando el planteamiento de objetivos modestos de alfabetización científica y tecnológica.
3. La enseñanza de los contenidos sobre la NdCyT parece ser más efectiva si se realiza de manera explícita (planificando intencionalmente todos los elementos didácticos necesarios) y reflexiva (incluyendo actividades que ayuden a la interiorización personal de aspectos del aprendizaje, que son actitudinales), en vez de planteamientos implícitos.

La enseñanza de NdCyT, como meta-conocimiento, da sentido e impone coherencia a todo el currículo científico escolar, de modo que todos sus elementos (objetivos, contenidos, metodología, evaluación, actividades) deben mantener un exigente nivel de concordancia con las concepciones adecuadas de la NdCyT; por ejemplo, si se admite que la ciencia es un conocimiento provisional, la controversia no puede ser eliminada del aula ni de los libros de texto.

Sin embargo, es necesario profundizar en las opiniones y las creencias de estudiantes y profesores mediante el diseño y la validación de instrumentos de investigación adecuados como medio fundamental para enseñar y aprender mejor la NdCyT. En los capítulos siguientes se presenta, para tal fin, el diseño y la evaluación de una investigación diagnóstica de estudiantes y profesores por medio del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), aplicado en el contexto del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS) (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001, 2003), junto a los resultados obtenidos.

## 2. Metodología del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS)

Antoni Bennàssar Roig<sup>1</sup>, Antonio García-Carmona<sup>2</sup>, Ángel Vázquez Alonso<sup>1</sup>  
y María Antonia Manassero Mas<sup>1</sup>

### Introducción

La evaluación de la comprensión de la naturaleza de NdCyT es una cuestión relevante de la didáctica de la ciencia por varias razones:

1. La escasa atención recibida por la evaluación en la investigación didáctica (Fraser y Tobin, 1998).
2. Las dificultades y necesidades específicas por sus contenidos actitudinales y axiológicos (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001).
3. Las dificultades en la definición y fundamentos epistemológicos genuinos de los constructos a evaluar (Wareing, 1990).
4. La validez de los instrumentos y los procesos de evaluación (Vázquez, Manassero y Acevedo, 2005).
5. La realidad dialéctica, poliédrica y compleja de los temas de NdCyT (Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001).

Como en cualquier ámbito de la investigación educativa, la comprensión de la NdCyT se indaga a través de diversas metodologías (cualitativas y cuantitativas) e instrumentos (entrevistas, observaciones, informes, notas de campo, cuestionarios, etc.). 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.

Además de las limitaciones para obtener información relevante sobre la NdCyT, sus defectos metodológicos han generado críticas importantes:

1. La hipótesis de la percepción inmaculada, según la cual se supone que el investigador y la persona encuestada perciben y comprenden el texto de un cuestionario de la misma manera.
2. Los instrumentos que, a través de las opciones ofrecidas imponen los prejuicios y creencias de sus diseñadores, de manera que los resultados terminan atribuyendo a las personas

---

1. Universidad de las Islas Baleares, España.

2. Universidad de Sevilla, España.

- investigadas unas opiniones que son más producto del instrumento aplicado que una representación fiel de las ideas de los encuestados.
3. La escasa validez de contenido, que dificulta la discriminación entre valores numéricos que corresponden a posiciones diferentes “apropiadas” o “inapropiadas”.
  4. La falta de unidimensionalidad del constructo evaluado, necesaria para validar los resultados métricos y las interpretaciones (Acevedo, Acevedo, Manassero y Vázquez, 2001; Aikenhead, 1988; Aikenhead y Ryan, 1992; Gardner, 1996; Shrigley y Koballa, 1992).

Estas críticas coincidieron con el auge de las metodologías cualitativas en educación, de manera que se produjo un cambio de paradigma, sustituyéndose la instrumentación por las metodologías propias de la investigación cualitativa (entrevistas, cuestionarios abiertos, observaciones, estudios de casos, etc.), las cuales revelan mejor los procesos de pensamiento y, al mismo tiempo, son más leves y laxas metodológicamente, evitando las críticas anteriores y los condicionantes de fiabilidad y validez cuantitativos. Sin embargo, su representatividad suele ser muy limitada, porque operan con muestras pequeñas —cuando no son casos individuales— y consumen mucho tiempo y recursos pero, sobre todo, porque ocultan potenciales sesgos y puntos críticos de la investigación, en especial las interpretaciones de los múltiples registros abiertos (Lederman, 1992).

El dilema entre métodos cualitativos y cuantitativos fue abordado por Aikenhead (1988), quien comparó la validez de diversos instrumentos: escalas Likert, entrevistas, cuestionarios de elección múltiple y empíricamente desarrollados, 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).

En consecuencia, Aikenhead, Ryan y Fleming (1989) elaboran el banco de ítems *Views on Science, Technology and Society* (VOSTS), del cual se derivaron 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). El cuestionario *Views on the Nature of Science* (VNOS) de Lederman y otros (2002) es abierto y fue desarrollado y adaptado para diversas muestras de edad. 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). 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 (Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006).

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. La metodología de uso de estos cuestionarios ha progresado mucho, desde el limitado modelo de respuesta única, utilizado por algunos autores (por ejemplo, Ryan y Aikenhead, 1992; Rubba, Schoneweg-Bradford y Harkness, 1996), hasta un nuevo modelo de respuesta y análisis múltiples, mucho más potente e informativo, que permite la utilización

de la estadística inferencial (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2004; Vázquez, Manassero y Acevedo, 2005, 2006).

En relación a la evaluación de la enseñanza y aprendizaje de la NdCyT, una de las líneas de investigación didáctica abiertas es, precisamente, el meta-análisis crítico de los diversos instrumentos y metodologías de investigación empleados para conocer y validar las creencias y opiniones sobre la NdCyT en diversas poblaciones (Vázquez y otros, 2006; Vildósola, 2009). Con este fin, se diseña el COCTS, que 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). En su revisión de los instrumentos que evalúan las concepciones de la NdC, Lederman, Wade y Bell (1998) consideran que el cuestionario VOSTS es un instrumento válido para la evaluación de las opiniones de los estudiantes y útil para permitir profundizar en las razones que ellos tienen para sostener sus posiciones. De hecho, una de las finalidades de la investigación a la que se refiere la presente investigación PLEARCTS es la validación del cuestionario y la metodología diseñados para evaluar actitudes y creencias sobre la NdCyT, en su sentido más amplio y completo.

En este capítulo se describe la metodología del proyecto PLEARCTS con la aplicación del COCTS a las muestras seleccionadas.

## Muestra

El diseño de la muestra de evaluación está pensado para obtener un mapa con las actitudes y creencias de los jóvenes y del profesorado sobre la variedad de temas y cuestiones representativas en CTS. Así pues, el primer rasgo de la muestra es su composición por dos grupos: estudiantes y profesores.

Por otro lado, se pretende mostrar el posible cambio de estas actitudes en el tiempo, que permita describir su evolución según la edad de las personas. Para alcanzar este objetivo, en el caso de los estudiantes se han elegido dos momentos relevantes en su formación: el inicio y el final de los estudios superiores; y, en el caso de los profesores en ejercicio, se pretende alcanzar una muestra heterogénea en cuanto a la edad, con principiantes (en formación) y experimentados (en ejercicio).

El primer momento del grupo de los jóvenes es, a la vez, el final de la educación no universitaria; por lo tanto, la evaluación en este punto constituye un diagnóstico de la educación anterior a la universidad. Por ello, para este estudio se propone una primera sub-muestra de estudiantes que se encuentren en el último curso de bachillerato o en el primer curso del inicio en la universidad. Esta selección se justifica porque la evaluación de las actitudes y creencias en ese momento permite un diagnóstico de la comprensión de la NdCyT lograda al final de la educación no universitaria, una etapa educativa relevante porque constituye la preparación para la universidad.

El segundo momento, al final de los estudios superiores universitarios, se justifica porque permite diagnosticar las actitudes de los estudiantes cuando acaban sus carreras universitarias; es decir, las actitudes aprendidas durante la educación universitaria. La comparación entre ambos

puntos, final de los estudios secundarios y final de los estudios universitarios, permite evaluar la aportación de los diferentes estudios universitarios a las creencias y actitudes de los estudiantes sobre la NdCyT.

Las creencias y actitudes de los profesores no solo son importantes por sí mismas, sino también porque determinan e influyen sobre el estilo de actuación docente y, en particular, sobre la enseñanza de los temas de la NdCyT. Por lo tanto, el conocimiento de las creencias de los profesores es crucial para saber sobre su preparación, pero también para diagnosticar lo que pueden enseñar a los alumnos, pues tienen una incidencia determinante en la mejora de la alfabetización científica. No en balde son los responsables de educar adecuadamente a sus estudiantes en las creencias investigadas en este estudio, conforme a las especificaciones de los currículos educativos. En consecuencia, también se diseña una muestra de profesorado de primaria y secundaria. Como en el caso de los estudiantes, se seleccionan dos momentos de referencia para la muestra de profesores: en formación inicial (en su etapa final de universidad) y con experiencia, en ejercicio, de diversas edades. La comparación entre estos dos puntos permite confrontar las creencias y actitudes de los profesores en su etapa de formación inicial y su evolución en función de la edad y la experiencia docente.

En síntesis, la muestra objeto de este estudio está formada por tres grupos principales:

1. Un primer grupo muestral que comprende estudiantes en su último año de la educación secundaria superior (bachillerato o similar) o su primer año de la educación universitaria o superior (18 a 19 años de edad), tanto de los estudios de CyT como de humanidades (para comparación y contraste).
2. Un segundo grupo de estudiantes del último curso de educación universitaria o superior, o de cursos de posgrado, con especial atención a los enrolados en la formación inicial para ser profesores (22 o 23 años de edad, o más), tanto de especialidades de CyT como de humanidades (para comparación y contraste).
3. Un tercer grupo formado por profesores en ejercicio tanto de educación primaria como de secundaria, de diversas edades y de diversas especialidades, ciencias y humanidades (para comparación y contraste).

Aunque las creencias y actitudes investigadas se plantean y pertenecen al currículo escolar científico, forman parte de la alfabetización científica para todos, que debería lograr cualquier persona con independencia de que elija estudiar ciencias o no, sea hombre o mujer, etc. Diversos estudios se hacen eco, por ejemplo, de las actitudes negativas de algunos grupos especiales, como las mujeres o los estudiantes denominados “de humanidades” (no científicos). La inclusión de estos subgrupos especiales se justifica por varias razones: para comprobar el grado en que la alfabetización científica es realmente para todos (no solo para los estudiantes de ciencias o los varones) y para incluir una referencia de evaluación normativa a las puntuaciones criterioles y comparar los subgrupos para detectar las posibles diferencias. En consecuencia, las variables independientes que se tienen en cuenta son:

1. El género (aplicar al mismo número aproximado de hombres y de mujeres).
2. La especialidad educativa recibida hasta el momento de aplicación de los cuestionarios (el mismo número aproximado de personas con formación científica o tecnológica y con formación humanística).

3. Otras posibles variables culturales que pudieran ser interesantes o importantes a nivel local (tipo de escolarización, motivación, etnia, religión, etc.).

Cada investigador debe diseñar en su entorno (ciudad, universidad, etc.) una muestra que contenga estos tres subgrupos en equilibrio y lo más representativos posible. Dada la gran variabilidad de las poblaciones en los distintos países, no se puede dar una pauta común sobre el tamaño de las muestras planeadas.

**Tabla 2.1. Muestras encuestadas en todas las actividades desarrolladas a partir del proyecto PIEARCTS, desglosadas para cada una de las dos formas de cuestionarios**

		Forma 1	Forma 2	Total
Argentina	Mendoza y Quilmes	425	409	834
Brasil	CEFEJT	470	445	915
	UNICSUL	1.871	1.169	3.040
Colombia	UT	503	463	966
	UPN	403	400	803
España	UIB	1.205	1.192	2.397
México	UPN	684	591	1.275
	UNAM	621	509	1.130
	CIIDET	693	691	1.384
Portugal	UE_PCB	219	183	402
<b>Total</b>		<b>7.094</b>	<b>6.052</b>	<b>13.146</b>
<b>Invitados</b>				
México	UBC	256		256
México	UI	79	82	161
Panamá	SENACYT	1.471	1.495	2.966
<b>Sub-total</b>		<b>8.900</b>	<b>7.629</b>	<b>16.529</b>
OEI - WEB entradas		2.180	2.190	4.370

## Características del instrumento de investigación

El COCTS consta de 100 cuestiones de opción múltiple, independientes entre sí, que pueden usarse de modo flexible y abierto. La estructura del cuestionario ofrece las diferentes cuestiones relativas a la naturaleza de la ciencia, entendida en sentido amplio, como temas CTS, organizadas en temas y subtemas (tabla 2.2).

Para su aplicación, se realiza una selección de 30 cuestiones que se articulan en dos cuestionarios, cuestionario 1 (F1) y cuestionario 2 (F2), que los participantes responden de manera anónima. El uso de dos cuestionarios pretende cubrir un amplio abanico de temas y que la aplicación en grupo no resulte pesada ni larga, especialmente para los estudiantes más jóvenes. En el caso de los profesores, por ser profesionales con más capacidad de lectura y trabajo, un mismo individuo podría cumplimentar los dos cuestionarios, con lo que se ampliaría la base de datos obtenida.

Tabla 2.2. Estructura de las cuestiones del COCTS según el tema al que se refieren

Temas	Subtemas	Cuestiones
<b>Definiciones</b>		
1. Ciencia y tecnología	01. Ciencia	10111, 10113'
	02. Tecnología	10211
	03. I+D	10311
	04. Interdependencia	10411, 10412', 10413', 10421, 10431'
<b>Sociología externa de la CyT</b>		
2. Influencia de la sociedad en la CyT	01. Gobierno	20111, 20121, 20131, 20141, 20151
	02. Industria	20211
	03. Ejército	20311, 20321
	04. Ética	20411
	05. Instituciones educativas	20511, 20521
	06. Grupos de interés especial	20611
	07. Influencia sobre científicos	20711
	08. Influencia general	20811', 20821'
3. Influencia triádica	01. Interacción CTS	30111
4. Influencia de la CyT en la sociedad	01. Responsabilidad social	40111, 40121, 40131, 40142, 40161
	02. Decisiones sociales	40211, 40221, 40231
	03. Problemas sociales	40311, 40321
	04. Resolución de problemas	40411, 40421, 40431, 40441, 40451
	05. Bienestar económico	40511, 40521, 40531
	06. Contribución al poderío militar	40611
	07. Contribución al pensamiento social	40711
	08. Influencia general	40811', 40821'
5. Influencia de la ciencia escolar sobre la sociedad	01. Unión de dos culturas	50111
	02. Fortalecimiento social	50211
	03. Caracterización escolar de la ciencia	50311
<b>Sociología interna de la CyT</b>		
6. Características de los científicos	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. Infra-representación de las mujeres	60611
7. Construcción social del conocimiento científico	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

Tabla 2.2. Estructura de las cuestiones del COCTS según el tema al que se refieren (cont.)

Temas	Subtemas	Cuestiones
<b>Epistemología</b>		
9. Naturaleza del conocimiento científico	01. Observaciones	90111
	02. Modelos científicos	90211
	03. Esquemas de clasificación	90311
	04. Provisionalidad	90411
	05. Hipótesis, teorías y leyes	90511, 90521, 90531, 90541
	06. Aproximación a las investigaciones	90611, 90621, 90631, 90641, 90651
	07. Precisión e incertidumbre	90711, 90721
	08. Razonamiento lógico	90811
	09. Supuestos de la ciencia	90921
	10. Estatus epistemológico	91011
	11. Paradigmas y coherencia de conceptos	91111, 91121

\* Cuestiones adaptadas de Rubba y Harkness, 1993.

De las 100 cuestiones contenidas en la tabla anterior, los investigadores participantes en el PIEARCTS seleccionaron un conjunto para su inclusión en los instrumentos aplicados en el proyecto, cuyo diseño final se acordó entre todos los investigadores, a fin de adaptarlo, en lo posible, a las necesidades y requerimientos de la investigación y de los distintos países (se elaboró una versión en lengua portuguesa). La tabla 2.3 muestra el consenso entre los grupos investigadores del proyecto PIEARCTS para conformar las dos formas aplicadas.

Tabla 2.3. Selección consensuada de cuestiones del COCTS que conforman los F1 y F2 aplicados en la investigación

Dimensiones	F1 - 15 cuestiones	F2 - 15 cuestiones
Definición de la CyT	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 la sociedad en la CyT	F1_20141 Política del gobierno del país	F2_20211 Industria
	F1_20411 Ética	F2_20511 Instituciones educativas
Influencia de la CyT en la sociedad	F1_40161 Responsabilidad social / Contaminación	F2_40131 Responsabilidad social / Información
	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 la CyT	F1_60111 Motivaciones	F2_60521 Equidad de género
	F1_60611 Infra-representación de mujeres	F2_70211 Decisiones científicas
	F1_70231 Decisiones por consenso	F2_70711 Influencias nacionales
	F1_80131 Ventajas para la sociedad	
Epistemología	F1_90211 Modelos científicos	F2_90111 Observaciones
	F1_90411 Provisionalidad	F2_90311 Esquemas de clasificación
	F1_90621 Método científico	F2_90521 Papel de los supuestos
		F2_91011 Estatus epistemológico

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, plausible o ingenua*), 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.

Además de estas, 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.

La codificación de las variables de cuestiones, categorías y frases toma como clave central el número de cinco cifras que identifica cada cuestión del COCTS, al cual se antepone el indicador de la forma a la que pertenece (F1\_ o F2\_) y se completa, por detrás del número, con una etiqueta que describe brevemente el tema de la cuestión. Cada cuestión se identifica simplemente con estos tres elementos, de modo que la variable “F1\_90621 método científico” describe la cuestión 90621 acerca del método científico, incluida en el F1.

Cada etiqueta de las variables de categorías se inicia con la palabra “Índice” seguida del tipo de categoría que representa (*adecuada, plausible o ingenua*), seguida de la etiqueta del tema, forma y número, y acaba con dos letras mayúsculas (AD, PL o IN), según la categoría a la que corresponda; por ejemplo, “Índice Adecuadas Ciencia F1\_10111AD” describe la variable de la categoría adecuada correspondiente al tema ciencia de la cuestión 10111, incluida en el F1.

Cada etiqueta de las variables de frases se forma a partir de la etiqueta de cuestión, añadiendo detrás del número la letra que corresponde a la posición de la frase en la cuestión (A, B, C, D, ...), seguida de un grupo (“\_A\_”, “\_P\_” o “\_I\_”) según la categoría a la que pertenezca, y eventualmente se inserta el grupo “\_C\_” tras la F1 o F2, si la categorización de la frase por los jueces alcanzó un consenso significativo; por ejemplo, la variable “F1\_C\_90621C\_A\_ Método científico” representa la frase “C” (tercera posición) de la cuestión 90621 que está categorizada como adecuada (\_A\_) y con el consenso significativo de los jueces (\_C\_).

## Procedimiento

Partiendo de la taxonomía de actitudes relacionadas con CyT (Vázquez y Manassero, 1995), y siguiendo pautas similares a las de algunos de los instrumentos nombrados al principio, la validación y fiabilidad de la metodología de aplicación del COCTS ha sido una línea de investigación y progreso en la última década (Manassero y Vázquez, 1998; Manassero y otros, 2001; Vázquez y otros, 2006). Los hitos metodológicos en los que se sustenta el procedimiento actual son:

1. Cambio del modelo de respuesta única, porque ofrece una información mínima sobre el pensamiento de la persona encuestada, por otro de respuesta múltiple, que permite utilizar toda la información de cada cuestión.
2. Generación de una nueva métrica que permita extraer de las respuestas múltiples toda la información que contienen, y cuantificarlas fiablemente.
3. Definición de un índice actitudinal global normalizado con un significado métrico invariable para cualesquiera que sean las cuestiones aplicadas, que sintetiza válidamente todo el conjunto de respuestas emitidas.
4. Categorización de las frases del cuestionario mediante su escalamiento por un panel de jueces especialistas, para aplicar la métrica en el cálculo del índice actitudinal.

Estas mejoras metodológicas son la base del tratamiento de la información obtenida de la evaluación diagnóstica del proyecto PIEARCTS, que permiten tanto el análisis cualitativo como la aplicación cuantitativa de la estadística inferencial y la comparación entre grupos, haciendo del COCTS un instrumento amplio, flexible, válido y fiable para la investigación de las cuestiones CTS (Manassero y otros, 2001, 2003, 2004; Manassero y Vázquez, 1998; Vázquez y otros, 2005; Vázquez y Manassero, 1999).

El modelo de respuesta adoptado para las formas del COCTS es el modelo de respuesta múltiple, donde cada una de las frases optativas es valorada por la persona que responde, de modo que se maximiza la información disponible para evaluar la actitud. La persona encuestada valora en cada tema, sobre una escala de nueve puntos, su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las frases que contiene (Vázquez y Manassero, 1999). Estas valoraciones directas se transforman después en un índice actitudinal, normalizado en el intervalo  $[-1, +1]$ , mediante la métrica que opera teniendo en cuenta la categoría de cada frase (adecuada, plausible e ingenua), y asignada previamente por un panel de jueces expertos. Los índices actitudinales son los indicadores cuantitativos de las creencias y actitudes de los encuestados. Miden el grado de sintonía de la puntuación directa, otorgada por los encuestados, con el patrón categorial asignado por los jueces a las frases del COCTS. Cuanto más positivo y cercano al valor máximo (+1) es un 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 (Acevedo y otros, 2001). Aunque la metodología empleada es cuantitativa, también permite y fundamenta interesantes análisis cualitativos.

Estos 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 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 COCTS, expuestos con detalle en las citas bibliográficas precedentes. Esta metodología, basada en la respuesta múltiple en cada cuestión, supera y evita las dificultades metodológicas habituales de los instrumentos de evaluación (falta de validez, fiabilidad, percepción inmaculada, imposición de esquemas, etc.), aportando una evaluación cuantitativa válida y fiable, así como una fundamentación psicométrica más sólida de las medidas, que permite contrastes estadísticos de hipótesis y la discusión de resultados cualitativos.

El mayor interés educativo de los resultados obtenidos 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. La razón es que estos son los que mejor indican las necesidades de formación y desarrollo en la educación científica y tecnológica. 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 el uso de dos indicadores estadísticos: el grado de la probabilidad de significación y el tamaño del efecto de las diferencias.

El grado de probabilidad de significación se extrae de los procedimientos de análisis de la varianza (ANOVA), usualmente calculado a partir de los valores de la función F de Snedecor. Se consideran diferencias estadísticamente significativas aquellas cuyos valores del grado de la probabilidad de significación ( $p$ ) son inferiores a 0.01.

El tamaño del efecto de las diferencias es un estadístico que cuantifica la diferencia entre dos grupos en unidades de desviación estándar. 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 umbral, 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.

Aunque el grado de significación estadística y el tamaño del efecto son elementos cuya variación puede ser similar, aunque inversa (a mayor relevancia, menor grado de significación), no miden exactamente lo mismo. 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. Muchas veces (en especial cuando se adoptan criterios de significación poco exigentes para la verificación de hipótesis) se obtienen diferencias estadísticamente significativas a partir de efectos irrelevantes y, por tanto, sin interés para la investigación por ser pequeñas, aunque sean estadísticamente significativas. Ambos parámetros son correlativos, si bien la magnitud del efecto, además de representar la magnitud de las diferencias, informa del signo de las mismas.

## **Análisis estadísticos**

Los análisis estadísticos que se llevan a cabo en el proyecto PIEARCTS son:

1. Descriptivos de todas las variables y las respuestas en todas las frases de los cuestionarios.
2. Correlaciones entre las variables.

3. Análisis factoriales que permiten detectar patrones de actitudes CTS.
4. Análisis de varianza para comparar entre los grupos de variables e identificar los más influyentes sobre las actitudes CTS.

El objetivo del diagnóstico es identificar los puntos débiles y fuertes de las actitudes CTS de estudiantes y profesores, así como las necesidades de innovación en la educación científica para mejorar estas actitudes, la alfabetización científica de los estudiantes y la formación inicial y continua del profesorado.

Las diferencias entre grupos (ciencias / humanidades; hombres / mujeres) se estudian mediante un análisis de la varianza aplicado a todas las variables, desde los índices ponderados de las 15 cuestiones hasta las diferencias en las frases opcionales, pasando por los índices de las tres categorías de cada cuestión (A, P e I). Puesto que la elección de una vía científica o tecnológica se considera una variable determinante para las creencias de los estudiantes sobre NdCyT, el análisis de las diferencias entre hombres y mujeres se realiza controlando aquella variable, mediante sendas comparaciones entre hombres y mujeres, separadamente para el grupo de ciencias y para el grupo de humanidades.

### Variables independientes

Los cuestionarios se completan con una serie de variables sociodemográficas que 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. Dos de estas variables, ya citadas en la descripción de la muestra, son el género y la especialidad de educación elegida por los estudiantes y los profesores (ciencias o humanidades). Además, se toman en consideración algunas otras variables sociodemográficas (edad, grado, experiencia docente, país, región, etc.).

**Tabla 2.4. Variables sociodemográficas del estudio PIEARCTS**

	Claves / Etiquetas de variables
País	1. Argentina
	2. Brasil
	3. Colombia
	4. España
	5. México
	6. Portugal
	7. Uruguay
	8. Otro
<b>Edad</b>	<b>Años</b>
Sexo	1. Hombre
	2. Mujer
Estudiante	1. Sí, pre-universitario/a
	2. Sí, inicio la universidad
	3. Sí, acabo la universidad
	4. No estudio

Tabla 2.4. Variables sociodemográficas del estudio PEARCTS (cont.)

Edad	Años
¿Es profesor/a?	1. En formación
	2. En ejercicio
	3. No soy profesor/a
Nivel educativo del profesor (en formación o en ejercicio)	1. Primaria
	2. Secundaria básica
	3. Formación profesional
	4. Secundaria superior (bachillerato)
	5. Universidad
	6. Otro (escriba) .....
Titulación o grado académico más alto	1. Doctor
	2. Maestría
	3. Universitario (licenciado)
	4. Universitario (ciclo corto)
	5. Bachillerato
	6. Otro (escriba) .....
Especialidad principal de titulación	1. Artes (música, teatro, pintura, escultura, diseño, etc.)
	2. Humanidades (literatura, lenguas, historia, arte, filosofía, lógica, etc.)
	3. Sociales (derecho, economía, política, sociología, geografía, psicología, educación)
	4. Ingenierías (arquitectura, matemáticas, informática, etc.)
	5. Ciencias (física, química, biología, geología, ambientales, del mar, medicina, etc.)
	6. Una mezcla de las anteriores, (incluyendo, desde luego, ciencias)
	7. Ninguna de las anteriores; otras (escriba) .....
Especialidad principal de ocupación	1. Artes (música, teatro, pintura, escultura, diseño, etc.)
	2. Humanidades (literatura, lenguas, historia, arte, filosofía, lógica, etc.)
	3. Sociales (derecho, economía, política, sociología, geografía, psicología, educación)
	4. Ingenierías (arquitectura, matemáticas, informática, etc.)
	5. Ciencias (física, química, biología, geología, ambientales, del mar, medicina, etc.)
	6. Una mezcla de las anteriores, (incluyendo, desde luego, ciencias)
	7. Ninguna de las anteriores; otras (escriba) .....

### Fiabilidad de los instrumentos de diagnóstico

La fiabilidad de los cuestionarios se ha verificado calculando los valores del coeficiente de consistencia interna (alfa de Cronbach) de las puntuaciones directas emitidas por la muestra española 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.

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 sin embargo son aceptables atendiendo el bajo número de frases contenidas en cada cuestión (entre 10 y 4 frases).

Tabla 2.5. Coeficientes de fiabilidad del F1 y del F2

F1			F2		
Escala	Alfa de Cronbach	N.º de frases	Escala	Alfa de Cronbach	N.º de frases
Total	0,897	99	Total	0,912	101
10111A	0,559	9	10211	0,659	8
10411A	0,397	5	10421	0,467	8
20141A	0,466	10	20211	0,411	6
20411A	0,486	7	20511	0,557	8
30111A	0,500	7	40131	0,477	7
40161A	0,529	6	40211	0,468	8
40221A	0,413	6	40421	0,211	7
40531A	0,525	6	50111	0,545	5
60111A	0,518	8	60521	0,540	9
60611A	0,414	8	70211	0,583	7
70231A	0,474	6	70711	0,472	6
80131A	0,614	5	90111	0,416	5
90211A	0,440	7	90311	0,614	6
90411A	0,476	4	90521	0,626	5
90621A	0,530	5	91011	0,603	6

Estos buenos valores de la fiabilidad constituyen un apoyo adicional a la consistencia y la validez métrica de los instrumentos utilizados (F1 y F2, y todas las cuestiones específicas que los integran) en el diagnóstico de la comprensión de la NdCyT.



### 3. Análisis comparativo transnacional de la comprensión de la NdCyT entre los países participantes en el proyecto PIEARCTS

Antoni Bennàssar Roig<sup>1</sup>, Antonio García-Carmona<sup>2</sup>, Ángel Vázquez Alonso<sup>1</sup> y María Antonia Manassero Mas<sup>1</sup>

El proyecto PIEARCTS es una investigación cooperativa internacional desarrollada por una veintena de investigadores de siete países iberoamericanos (Argentina, Brasil, Colombia, España, México, Portugal y Panamá). Los resultados se presentan por lugares de aplicación, identificados por una letra y un número que, según el caso, corresponden a un país o a ciudades o universidades determinadas. Esos lugares no se identifican para preservar la investigación de especulaciones indeseadas.

El objetivo central es el diagnóstico de la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología (NdCyT) en una amplia muestra de estudiantes y profesores, con el objeto de:

1. Identificar los puntos fuertes y débiles e informar sobre ello.
2. Renovar la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia y la tecnología (planificación, diseño e innovación del currículo).
3. Mejorar la formación inicial y continua del profesorado.
4. Comparar resultados y consolidar equipos de investigación en los países participantes.

En el proyecto PIEARCTS se diseñó una muestra de investigación formada por diferentes estratos:

1. Estudiantes jóvenes que inician sus estudios superiores universitarios o acaban los estudios de acceso a la universidad (18 a 19 años de edad).
2. Estudiantes del último curso de educación superior, maestrías o posgrados (a partir de los 22 años), haciendo énfasis en los de formación inicial para profesores.
3. Profesores en ejercicio, de todos los niveles educativos, en especial de primaria y secundaria.

En todos los casos, debían incluirse participantes tanto de estudios de especialidades en ciencias y tecnología como en humanidades.

La comparación transnacional se presenta con los siguientes rasgos generales:

1. Mostrar un único resultado global no tiene sentido. El diseño muestral contiene grupos diferentes en cada lugar, lo que generó una composición no equivalente. Por eso, los resultados se

---

1. Universidad de las Islas Baleares, España.

2. Universidad de Sevilla, España.

- presentan separadamente para cada uno de los cuatro grupos de la muestra (estudiantes jóvenes, estudiantes veteranos, profesores en formación inicial y profesores en ejercicio).
2. Como el objetivo central es evaluar la comprensión de la NdCyT para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de CyT, los resultados transnacionales se refieren siempre a esta especialidad; los estudiantes y los profesores evaluados pertenecen al campo de la ciencia y tecnología, lo que minimiza la falta de equivalencia exacta de las muestras.

Algún lugar de aplicación no logró un número suficiente de respuestas válidas ( $< 10$ ) dentro de un grupo muestral específico, por lo que está ausente de los resultados presentados; esto explica que varíe el número de lugares que aparecen en cada análisis. Por otro lado, cuando un grupo no alcanza el valor de 30 respuestas válidas, sus resultados se reflejan en las figuras con líneas punteadas.

Para facilitar la comprensión y el análisis de los resultados se compusieron gráficos que permiten una clara comparación. Estos resultados provienen del análisis de los índices globales promedio calculados para cada una de las 30 cuestiones aplicadas mediante los cuestionarios F1 y F2, a los cuatro grupos muestrales, procedentes de once lugares distintos (en total más de 1.300 variables analizadas). En primer lugar, se comparan los resultados de los diferentes lugares para cada uno de los grupos estudiados, lo que permite ver las diferencias y las coincidencias transnacionales. En segundo lugar, se comparan los resultados de estos grupos dentro de un mismo lugar de aplicación, para lo cual se tomó un muestreo impuesto por las limitaciones de espacio.

Para valorar la magnitud de las diferencias se sugiere, como orientación general, el uso de los criterios de corte propios del tamaño del efecto ( $d < 0.30$  unidades estándar). Aproximadamente, el promedio global de las desviaciones estándar de las variables de índices actitudinales consideradas aquí es 0.30; de modo que, con carácter general, una diferencia observada entre lugares, o entre grupos muestrales, se considera relevante cuando es mayor que 0.10 unidades (una diferencia relevante suele ser también estadísticamente significativa, con probabilidad  $p < 0.01$ ).

## Resultados para el grupo de estudiantes jóvenes de ciencias

En la figura 3.1 se muestran los resultados obtenidos para el grupo de estudiantes jóvenes de ciencias a lo largo de las 30 cuestiones aplicadas en los diferentes lugares.

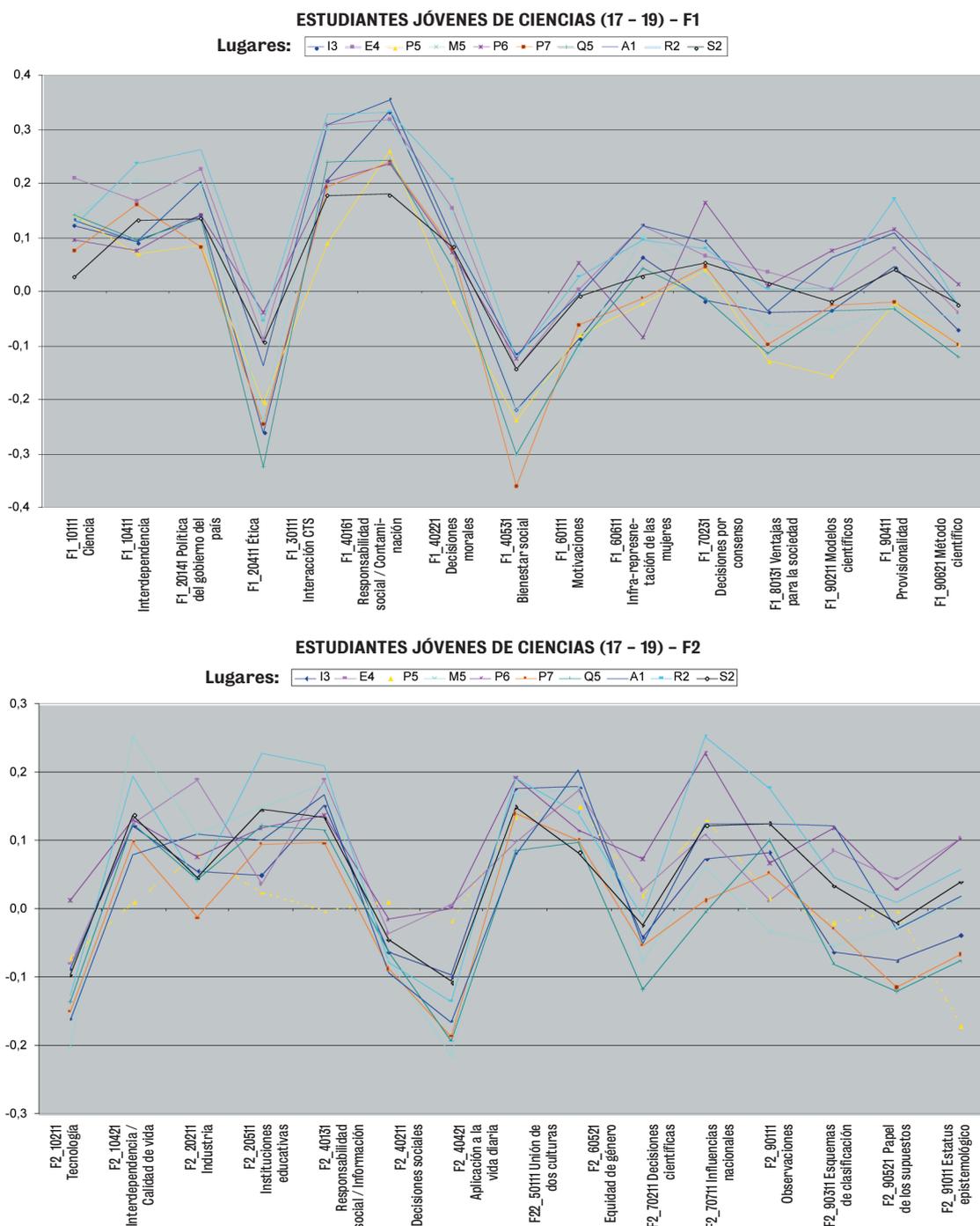
El primer rasgo a destacar son las puntuaciones de la mayoría de los lugares que siguen una evolución muy paralela a lo largo de las cuestiones de los F1 y F2; es decir, tienen los máximos (F1\_30111, F1\_40161, F2\_50111, F2\_60521) y mínimos relativos (F1\_20411, F1\_40531, F2\_10211, F2\_40421, F2\_90521), así como las puntuaciones intermedias (p. e. F1\_70231, F1\_10111, F2\_40211), aproximadamente en las mismas cuestiones. También se perciben algunas tendencias generales de algunos lugares (A1, R2, E4, P6) a obtener mejores puntuaciones que el resto, mientras que otros (P5, P7, Q5) presentan la tendencia contraria.

Sin embargo, las tendencias más evidentes, mostradas en los dos gráficos de la figura 3.1, son las diferencias manifiestas entre los distintos lugares en todas las cuestiones, y en especial en las del F2. En efecto, las diferencias con puntuaciones extremas es superior a 0.10 (tamaño del efecto relevante), es decir, que en todas las cuestiones se encuentran lugares con diferencias relevantes.

Las diferencias son especialmente grandes ( $> 0.20$  entre lugares extremos) en el F1 (F1\_20411, F1\_30111, F1\_40531, F1\_90211) y en casi todos los del F2 (con la excepción de F2\_40211, F2\_50111, F2\_60521, F2\_90521).

De este análisis no surge un patrón claro, ya que cada lugar estudiado se alterna en los extremos, pero la muestra indica que los lugares con mejores puntuaciones tienden a estar en posiciones altas mientras que los lugares con puntuaciones más bajas se encuentran en los extremos inferiores.

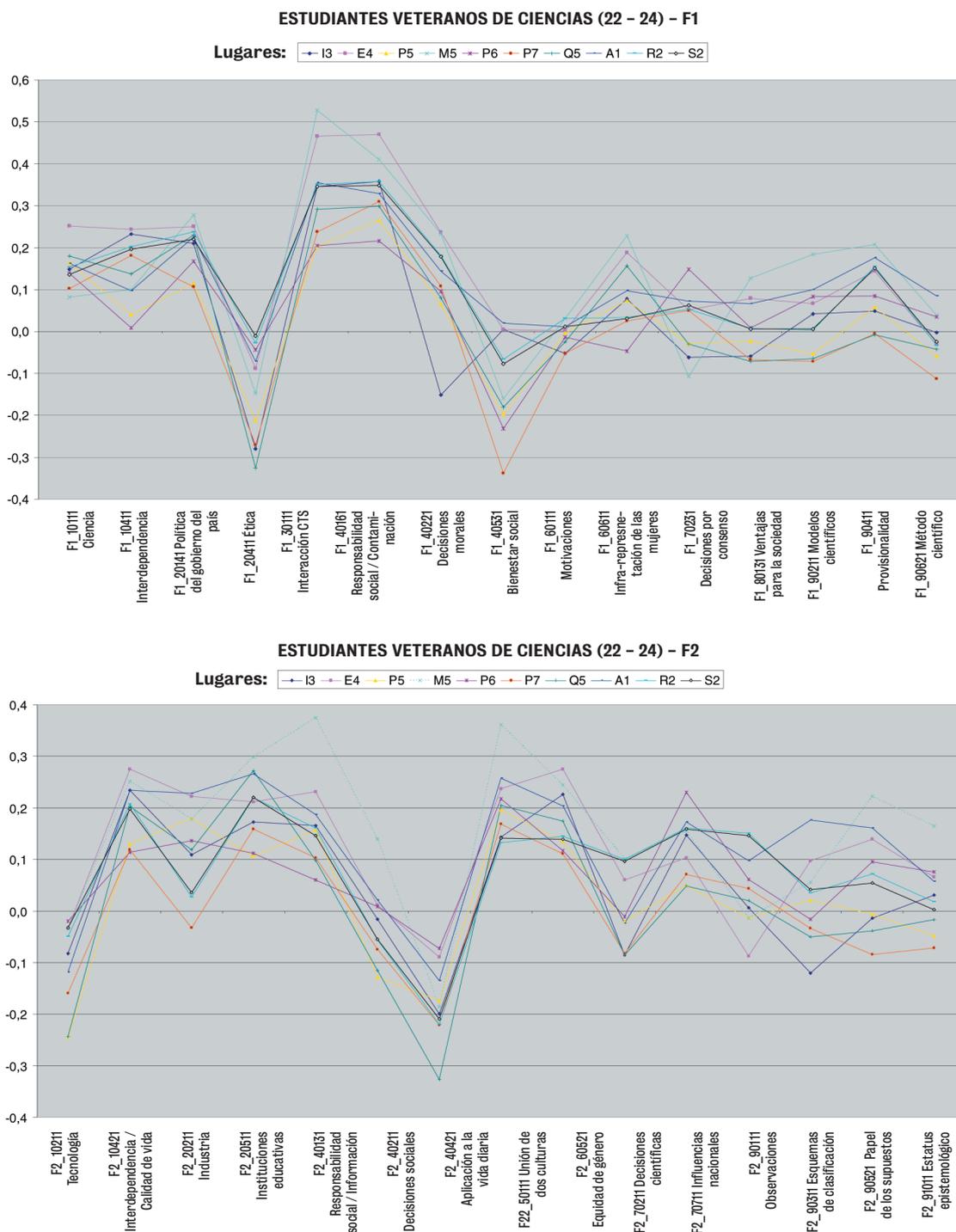
Figura 3.1. Resultados del F1 (gráfico superior) y del F2 (gráfico inferior) para la muestra de estudiantes jóvenes de ciencias (finalizan el bachillerato o inician estudios universitarios) de diferentes lugares



## Resultados para el grupo de estudiantes veteranos de ciencias

La figura 3.2 presenta los resultados obtenidos a lo largo de las 30 cuestiones aplicadas en el grupo de estudiantes veteranos de ciencias.

Figura 3.2. Resultados del F1 (gráfico superior) y del F2 (gráfico inferior) para la muestra de estudiantes veteranos de ciencias (finalizan los estudios universitarios) de diferentes lugares



En este caso, las coincidencias más destacables son las puntuaciones de la mayoría de los lugares que siguen una evolución paralela a lo largo de las cuestiones de F1 y F2; es decir, tienen los máximos (F1\_30111, F1\_40161, F2\_20511, F2\_40131, F2\_50111, F2\_60521) y mínimos relativos (F1\_20411, F1\_40531, F2\_10211, F2\_10211, F2\_40421, F2\_70211, F2\_90521), así como las puntuaciones intermedias (p. e. F1\_10111, F1\_70231 y siguientes, F2\_40211, F2\_90111), en las mismas cuestiones. Asimismo, se perciben algunas tendencias generales en algunos lugares (A1, R2, S2, E4, M5) a mostrar mejores puntuaciones que el resto; mientras que otros (P7, P5) presentan la tendencia contraria.

Sin embargo, la tendencia más evidente marca las diferencias entre los lugares con las puntuaciones extremas en cada cuestión. En efecto, siempre es superior a 0.10 (tamaño del efecto relevante). Las diferencias son amplias (diferencias > 0.20 entre lugares extremos) en muchas cuestiones del F1 (F1\_10411, F1\_20411, F1\_30111, F1\_40161, F1\_40221, F1\_40531, F1\_60611, F1\_90211), y en casi todas las del F2 (con excepción de F2\_60521, F2\_70211, F2\_70711, F2\_90521, F1\_91011).

### Resultados para el grupo de profesores de ciencias en formación inicial

Los resultados obtenidos para el grupo de profesores de ciencias en formación inicial se muestran en la figura 3.3. Como en los casos anteriores, las coincidencias más destacables son las puntuaciones de la mayoría de los lugares que siguen una evolución similar a lo largo del F1 y del F2, es decir, tienen situados en las mismas cuestiones los máximos (F1\_30111, F1\_40161, F2\_20511, F2\_40131, F2\_50111, F2\_60521), los mínimos relativos (F1\_20411, F1\_40531, F2\_10211, F2\_40421, F2\_70211, F2\_90521) y las puntuaciones intermedias (p. e. F1\_10111, F1\_70231 y siguientes, F2\_40211, F2\_90111). No obstante, este patrón común aparece mucho más disperso que en los grupos anteriores, especialmente en el F2. También se perciben algunas tendencias generales de algunos lugares (A1, B3, E4) a tener mejores puntuaciones que el resto, mientras que otros (S2, I3, P7, P6, P5, Q5) presentan la tendencia contraria.

En este grupo, las diferencias entre los lugares con las puntuaciones extremas en cada cuestión son superiores a 0.20 (doble del tamaño del efecto relevante) en la mayoría de ellas. Las pocas excepciones (no obstante, diferencias > 0.10 entre lugares extremos) corresponden a F1\_10411, F1\_70231, F1\_90621, y a F2\_40211, F2\_50111, F2\_70711, F2\_91011. Es difícil encontrar un patrón definido pues los diferentes lugares se alternan en los extremos.

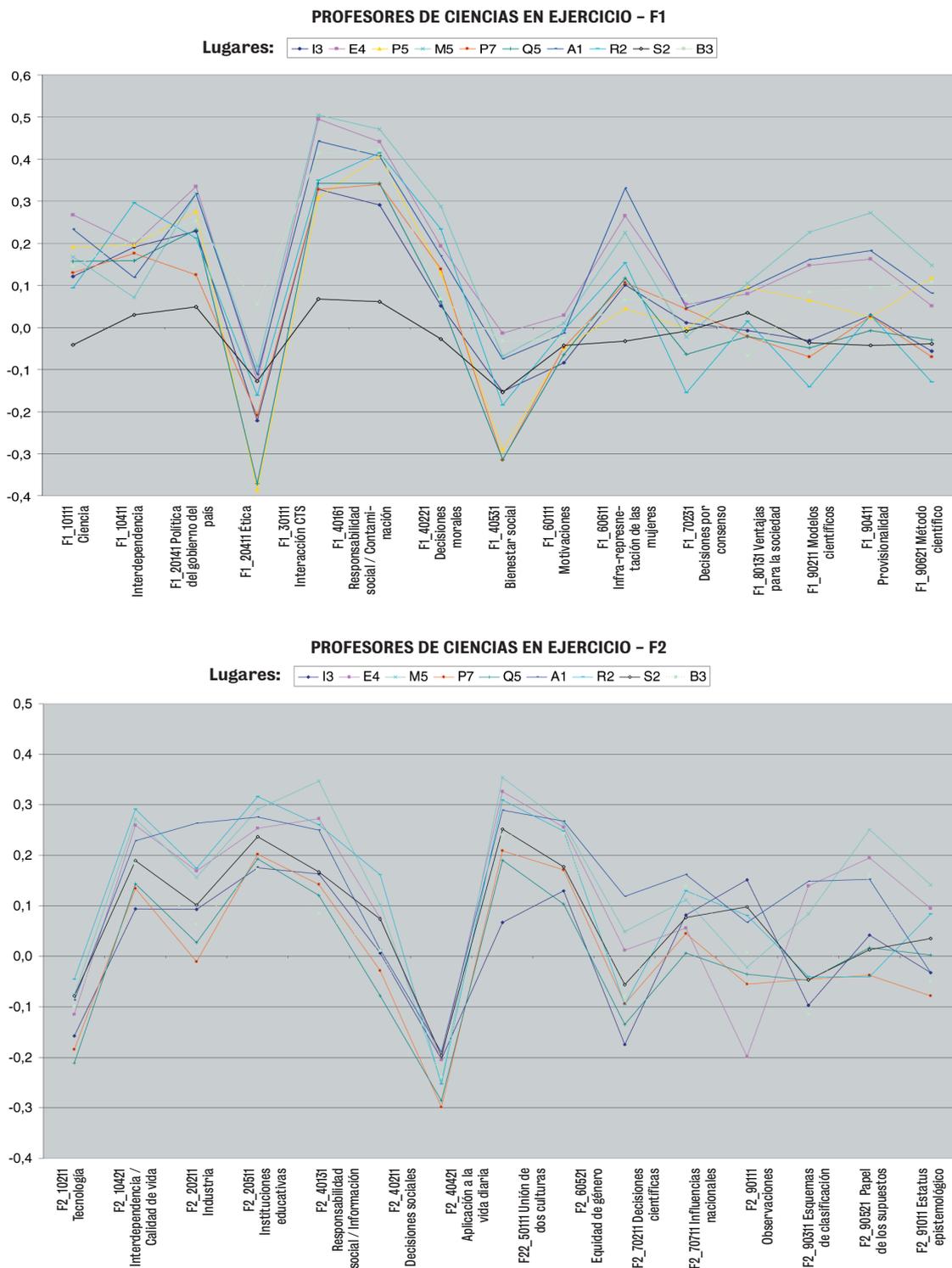
Figura 3.3. Resultados del F1 (gráfico superior) y del F2 (gráfico inferior) para la muestra de profesores de ciencias en formación de diferentes lugares



## Resultados para el grupo de profesores de ciencias en ejercicio

En la figura 3.4 se observan los resultados obtenidos para el grupo de profesores de ciencias en ejercicio.

Figura 3.4. Resultados de F1 (gráfico superior) y F2 (gráfico inferior) para la muestra de profesores en ejercicio de ciencias de diferentes lugares



Como en los casos anteriores, las coincidencias destacables son las puntuaciones de la mayoría de los lugares que siguen una evolución similar en el F1 y el F2, es decir, tienen situados en las mismas cuestiones los máximos (F1\_30111, F1\_40161, F1\_60611, F2\_20511, F2\_40131, F2\_50111, F2\_60521), los mínimos relativos (F1\_20411, F1\_40531, F2\_10211, F2\_40421, F2\_70211, F2\_90521) y las puntuaciones intermedias (p. e. F1\_10111, F1\_70231 y siguientes, F2\_40211, F2\_70711 y siguientes). No obstante, este patrón común también aparece más disperso para este grupo que en los anteriores, especialmente en el F2.

Queda clara la reiteración de la tendencia que muestra a algunos lugares con mejores puntuaciones (A1, R2, M4, E4), en contraposición con otros que presentan la tendencia contraria (S2, P7, Q5).

La tendencia más evidente en ambos gráficos, por aparecer repetida en muchas cuestiones, es la diferencia entre los distintos lugares en todas las cuestiones (diferencias > 0.10 entre lugares extremos). Para este grupo de profesores en ejercicio, las diferencias son superiores a 0.20 (doble del tamaño del efecto relevante). Las pocas excepciones a estas grandes diferencias corresponden a unas pocas cuestiones de F1 (F1\_60111, F1\_80131) y otras de F2 (F2\_10211, F2\_20511, F2\_40421, F2\_60521 y F2\_70711). Es difícil encontrar un patrón definido en estas diferencias, pues los distintos lugares se alternan en los extremos.

### **Evolución de los grupos muestrales de ciencias en algunos lugares ejemplares**

Para entender el análisis que sigue debemos considerar que la evolución de la comprensión de la NdCyT, a través de los cuatro grupos muestrales de ciencias considerados en la PIEARCTS, abarca solo aquellos lugares que logran muestras en todos los grupos.

Aunque solo fuera por efecto de la edad, sería razonable asumir la hipótesis de que la experiencia y el contacto más intenso con la CyT, propia de las especialidades científicas y tecnológicas, debería contribuir a mejorar la comprensión de la NdCyT. La asunción de esta hipótesis implica que los estudiantes jóvenes deberían ser el grupo que presente una comprensión más baja de la NdCyT, mientras que los veteranos deberían mostrar una comprensión más alta. Análogamente, sería esperable que los profesores en ejercicio mostraran una mejor comprensión que los que están en formación.

En el lugar A1, las tendencias mostradas se corresponden con la hipótesis inicial establecida; es decir, los estudiantes jóvenes tienden a mostrar las puntuaciones más bajas respecto a los veteranos (en especial en F2). Si bien las diferencias no son significativas y los profesores en ejercicio tienden a mostrar las puntuaciones más altas que los profesores en formación, (apreciable en el F1), tampoco en este caso las diferencias son significativas.

Figura 3.5. Resultados del F1 (gráfico superior) y del F2 (gráfico inferior) para el lugar A1 a través de los cuatro grupos muestrales de ciencias



Esta leve tendencia general tiene matices importantes cuando se consideran las diferencias sobre las 30 cuestiones planteadas en el F1 y el F2 (figura 5), pues algunas son relevantes. En el F1, la superioridad de los profesores en ejercicio respecto a los demás grupos es notable en las cuestiones F1\_20141 Política del gobierno del país, F1\_30111 Interacción CTS, F1\_40161 Responsabilidad social / contaminación y F1\_60611 Infrarrepresentación de las mujeres. La inferioridad de los estudiantes jóvenes también es notable en F1\_80131 Ventajas para la sociedad y F1\_90621 Método científico.

En el F2, el rasgo más notable es la inferioridad de los estudiantes jóvenes respecto a los demás grupos como se muestra en F2\_10421 Interdependencia / Calidad de vida, F2\_20211 Industria, F2\_20511 Instituciones educativas, F2\_40211 Decisiones sociales, F2\_50111 Unión de dos culturas y F2\_90521 Suposiciones verdaderas. La superioridad de los profesores en ejercicio en el F2 también es relevante en F2\_70211 Decisiones científicas.

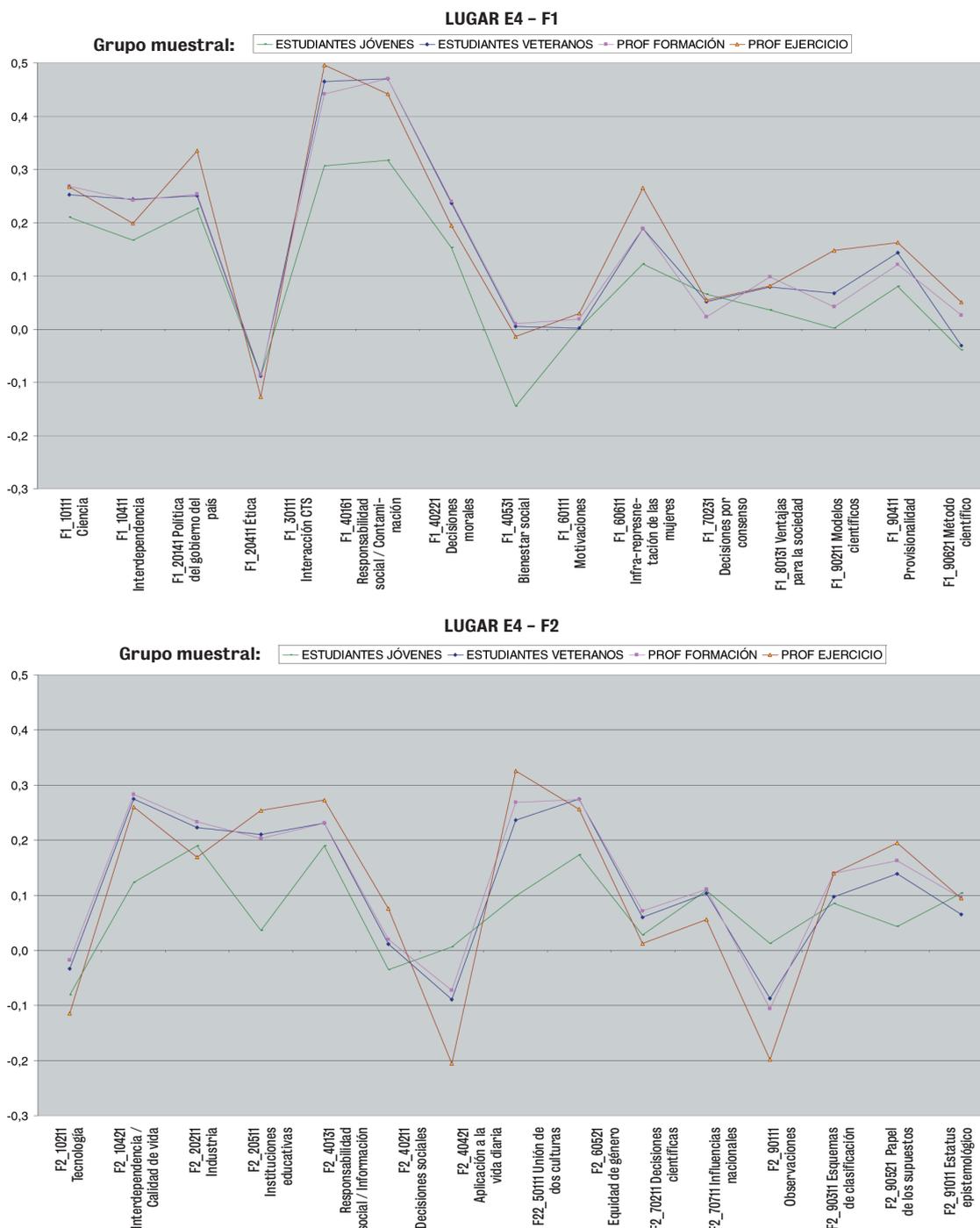
En conclusión, para el lugar A1 las diferencias globales entre los cuatro grupos muestrales no son estadísticamente significativas, aunque se percibe una tendencia de los profesores en ejercicio a tener mejor comprensión de la NdCyT (puntuaciones más altas), especialmente en el F1, y de los estudiantes jóvenes a tener peor comprensión (puntuaciones más bajas), en especial en el F2. No obstante, las diferencias son relevantes para los dos grupos extremos solo en las cuestiones específicas que se han identificado.

En el lugar denominado E4 (figura 3.6), las tendencias mostradas en las puntuaciones medias de los grupos muestrales apenas se corresponden con la hipótesis establecida inicialmente, a saber: por un lado, los estudiantes jóvenes tienden a mostrar puntuaciones más bajas respecto a los veteranos (tendencia apreciable) y, por otro, los profesores en ejercicio tienden a mostrar puntuaciones más altas que los profesores en formación (los resultados muestran que no hay diferencias). En ambos casos, las diferencias globales entre esas parejas de grupos no son significativas, aunque la igualdad es manifiesta entre los tres grupos con las mejores puntuaciones (estudiantes veteranos, profesores en formación y profesores en ejercicio). Solo las puntuaciones del grupo de estudiantes jóvenes exhiben una tendencia inferior a los otros tres.

No obstante, esta tendencia general tiene algunos matices adicionales cuando se consideran las diferencias sobre las 30 cuestiones planteadas en las dos formas. Allí se identifican unas pocas cuestiones que exhiben diferencias relevantes de inferioridad de los estudiantes jóvenes respecto de los demás grupos. En el F1, dicha inferioridad se manifiesta en F1\_30111 Interacción CTS, F1\_40161 Responsabilidad social / contaminación y F1\_40531 Bienestar / mejor nivel de vida. En el F2, tienen puntuaciones muy inferiores en las cuestiones F2\_10421 Interdependencia / Calidad de vida, F2\_20511 Instituciones educativas, F2\_50111 Unión de dos culturas y F2\_90521 Suposiciones verdaderas.

Como contraste, las dos cuestiones (F2\_40421, Aplicación a la vida diaria, y F2\_90111, Observaciones) llaman especialmente la atención porque constituyen un contrapunto a la tendencia dominante anterior: los estudiantes jóvenes logran puntuaciones más positivas que los otros grupos, y las diferencias son relevantes a favor del grupo de estudiantes jóvenes.

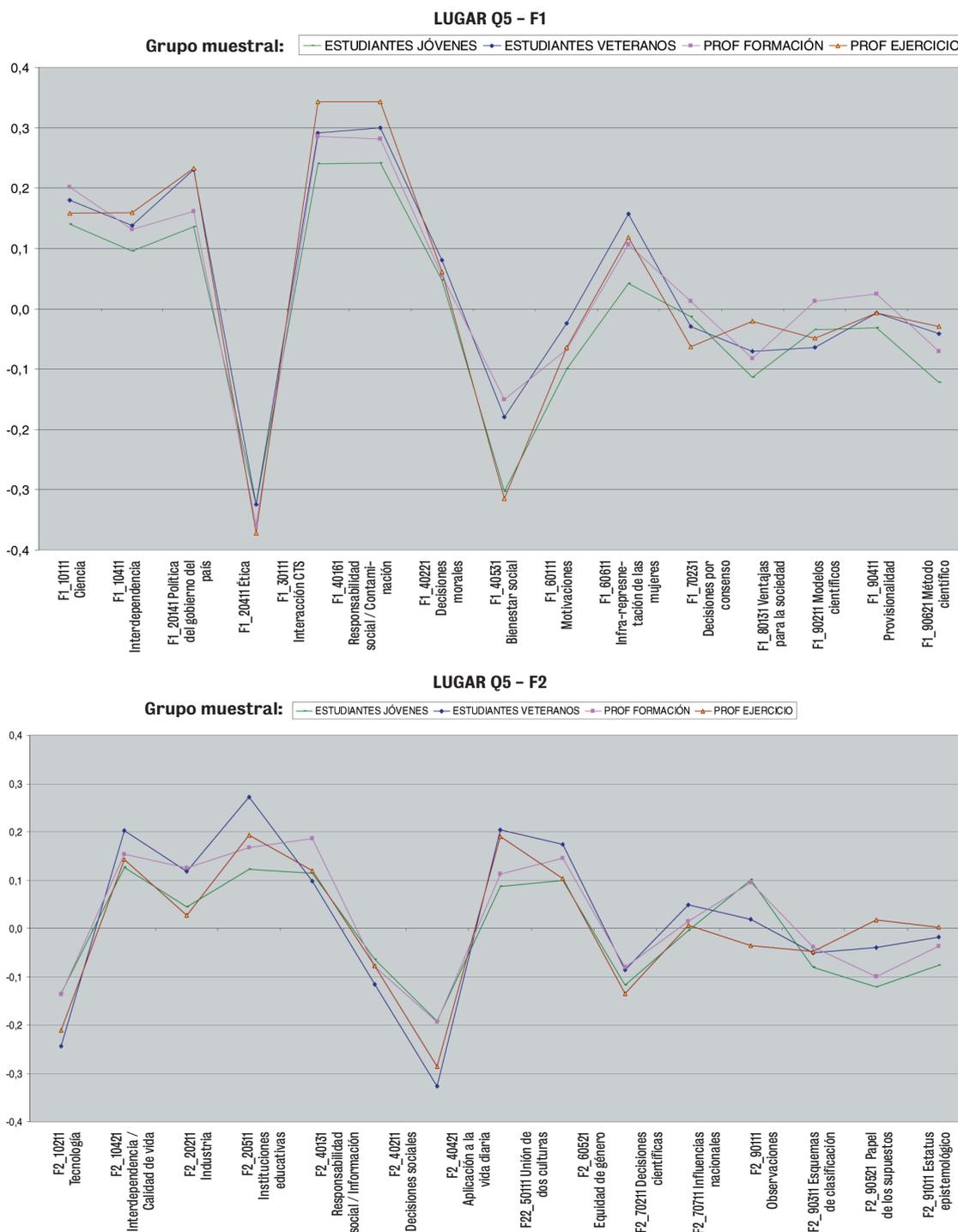
Figura 3.6. Resultados del F1 (gráfico superior) y del F2 (gráfico inferior) para el lugar E4 a través de los cuatro grupos muestrales de ciencias



En conclusión, las diferencias globales entre los cuatro grupos muestrales del lugar E4 no son significativas, aunque se percibe una tendencia de los estudiantes jóvenes a tener una peor comprensión de la NdCyT (puntuaciones más bajas) que los otros tres grupos. A su vez, estos últimos ostentan una igualdad bastante notable. La tendencia de inferioridad de los estudiantes jóvenes se concreta en algunas cuestiones en las que estas diferencias son relevantes. También se identifican dos cuestiones que exhiben el patrón contrario al anterior, es decir, los estudiantes jóvenes logran mejor comprensión de la NdCyT (puntuaciones más altas) que los otros tres grupos.

En el lugar Q5 (figura 3.7), las tendencias mostradas apenas se corresponden con la hipótesis establecida inicialmente. Por un lado, los estudiantes jóvenes tienden a mostrar puntuaciones más bajas que los veteranos, y, por otro, los profesores en ejercicio tienden a mostrar puntuaciones más altas que los profesores en formación. En ambos casos, las diferencias globales entre esas parejas de grupos no son significativas, y se puede decir que el rasgo general es la manifiesta igualdad entre todos los grupos.

Figura 3.7. Resultados de F1 (gráfico superior) y F2 (gráfico inferior) para el lugar Q5 a través de los cuatro grupos muestrales de ciencias



Como tendencias diferenciales no significativas, dentro de la igualdad, cabe destacar que el grupo de estudiantes jóvenes tiende a tener puntuaciones inferiores a los otros tres; y, como tendencia novedosa, se encuentra también la baja puntuación de los profesores en ejercicio respecto a los grupos de estudiantes veteranos y profesores en formación (puntuaciones más altas).

En este caso, cuando se consideran las diferencias sobre las 30 cuestiones planteadas en el F1 y el F2 apenas se encuentran patrones relevantes. Los distintos grupos se alternan en los máximos, mínimos y puntuaciones intermedias dentro de la tendencia de igualdad global ya señalada. La diferencia más notable que cabe destacar, porque es a la vez representativa de la leve superioridad de estudiantes veteranos y profesores en formación respecto a los estudiantes jóvenes y profesores en ejercicio, sucede en F1\_40531 Bienestar / mejor nivel de vida.

En conclusión, los grupos muestrales del lugar Q5 no exhiben diferencias globales significativas, aunque se percibe una tendencia de los estudiantes jóvenes y profesores en ejercicio a tener una peor comprensión de la NdCyT (puntuaciones más bajas) que los otros dos grupos, dentro de la notable igualdad entre todos.

## Discusión y conclusiones

La investigación de las creencias sobre la NdCyT, desde una perspectiva comparativa transnacional, no ha sido tratada como tal dentro de la investigación en didáctica de la ciencia, fundamentalmente por las dificultades obvias que produce la coordinación entre múltiples investigadores y la amplitud de las muestras requeridas. Por lo tanto, los resultados expuestos aquí son pioneros en alumbrar esta dimensión de la investigación didáctica sobre la comprensión de la NdCyT. De manera consecuente, este breve estudio comparativo constituye una de las principales aportaciones globales del proyecto PIEARCTS.

Por esa misma razón, este tipo de estudios también carece hoy de referencias inmediatas en la didáctica de la ciencia. Tal vez la única referencia que presenta hoy resultados transnacionales acerca de la NdCyT es el estudio PISA (*Programme for International Student Assessment*), que desde hace 15 años define una categoría de *conocimiento sobre la ciencia*, que es muy próxima al concepto de la NdCyT (OCDE, 2007). El conocimiento sobre la ciencia de PISA tiene dos componentes: investigación científica (curiosidad, pruebas, ideas / modelos / teorías, incertidumbre y posibilidad de reproducir medidas, tentativa, comprobabilidad, falsabilidad, autocorrección, etc.) y explicaciones científicas (hipótesis, teoría, modelo, ley científica, creatividad e imaginación, lógica, innovación, tecnología, etc.). Los resultados medios en *conocimiento sobre la ciencia* de las decenas de países evaluados son relativamente mejores (507 puntos en la escala de rendimiento PISA) que los *conocimientos de ciencia* (500); y entre los países con mejor rendimiento relativo se citan Portugal (+9 puntos), Colombia (+19) y Argentina (+11); mientras que Brasil (+3) y España (+0.5) no muestran tanta diferencia relativa.

Esta dimensión transnacional del proyecto PIEARCTS se debe, sobre todo, a la disposición positiva hacia la cooperación del equipo de investigadores que lo ha desarrollado. Pero la cooperación hubiera sido imposible sin una metodología adecuada, caracterizada por el instrumento y los procedimientos innovadores, desarrollados desde hace años por el equipo que dirige el proyecto (Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006). Instrumento y procedimientos operan a tra-

vés de una normalización de puntuaciones que permiten la aplicación de técnicas estadísticas de análisis y verificación de hipótesis. Esta metodología ofrece las ventajas propias de una prueba escrita cerrada (economía de tiempo y recursos, estandarización, precisión cuantitativa, validez y fiabilidad), a la vez que evita algunos de sus inconvenientes, y también permite la posibilidad de desarrollar las ventajas propias de las pruebas abiertas y de la investigación cualitativa. La economía de tiempo y recursos permite evaluar muestras grandes y representativas de poblaciones, donde la metodología demuestra su capacidad para la viabilidad de estudios diagnósticos con muestras extensas, que tiene pocos precedentes en la investigación en la NdCyT (Kang, Scharmann y Noh, 2005; Dogan y Abd-El-Khalick, 2008).

Como hallazgo central de este análisis transnacional se podría señalar la existencia de diferencias manifiestas en la comprensión de la NdCyT entre los diferentes lugares, a través de todas las cuestiones aplicadas para su evaluación. Sin embargo, estas diferencias no tienen un patrón constante, en el sentido de que los lugares responsables de las mismas no son siempre los mismos, aunque el análisis detallado sugiere que los lugares A1 y E4 tienden a aparecer con puntuaciones altas en los cuatro grupos muestrales. Por el contrario, en el polo opuesto, los lugares P5, P7 y Q5 tienden a estar en las posiciones más bajas con más frecuencia.

Otro hallazgo es la detección de cierta homogeneidad o similitud entre los diferentes lugares en relación con el perfil de las puntuaciones medias a lo largo de las cuestiones aplicadas; esto es, todos los lugares tienden a mostrar los máximos, mínimos y puntos intermedios en las mismas posiciones relativas, es decir, situados en las mismas cuestiones.

La comparación entre los grupos muestrales de ciencias, dentro de un mismo lugar, para verificar la evolución de la comprensión de la NdCyT, a través de estos grupos (edad), y la aplicación de las 30 cuestiones, se ha ejemplificado con determinados lugares. La hipótesis racional sobre esta evolución establece que los estudiantes jóvenes deberían ser el grupo que presente una comprensión más baja, mientras que los estudiantes veteranos deberían mostrar una más alta por efecto de su mayor formación científica. De manera análoga, sería esperable que los profesores en ejercicio mostraran una mejor comprensión que los profesores en formación. Los resultados proyectados desde los tres lugares ejemplares analizados muestran que esas parejas de grupos son más iguales que diferentes, aunque, como tendencia general, los estudiantes jóvenes tienden a mostrar puntuaciones más bajas y los profesores en ejercicio las más altas. Sin embargo, las diferencias no son relevantes, excepto en algunas cuestiones concretas.

Este resultado sugiere que los estudios de grado universitario de ciencias y tecnología en los diferentes lugares no influyen decisivamente en mejorar la comprensión de la NdCyT de los estudiantes, pues los veteranos no exhiben una mejora relevante respecto de los jóvenes. De la misma manera, el ejercicio de la docencia y la experiencia didáctica asociada tampoco es relevante para mejorar la comprensión por parte de los profesores, pues los que están en ejercicio tampoco exhiben una mejora relevante respecto de los que se encuentran en formación.

En resumen, los resultados anteriores muestran las bajas puntuaciones observadas, en general, en la mayoría de los temas de NdCyT y en los diversos lugares. Las diferencias detectadas señalan la existencia de temas y lugares con puntuaciones especialmente más bajas que los demás, y dentro del mismo lugar, entre los grupos que, debiendo diferenciarse, no lo hacen (por ejemplo,

estudiantes jóvenes y veteranos que sugieren bastante ineficacia de los grados de ciencia y tecnología para mejorar la comprensión de NdCyT). Todo esto provoca la necesidad de plantearse la revisión de las políticas educativas en relación con la enseñanza de los temas de la NdCyT en los diferentes países, como un acicate para mejorar su comprensión. Esta revisión debería tener dos centros de interés muy nítidos: por un lado, los currículos educativos de las materias de ciencias y tecnología deberían modificarse para incluir explícitamente (si no los tienen) los temas NdCyT (en sus objetivos, contenidos y evaluación), y enfatizar su enseñanza y, por otro lado, la formación del profesorado, que debería promoverse de manera intensa para capacitar el desarrollo práctico de estos temas mediante la adquisición de conocimientos para la reflexión formativa sobre ellos y el análisis de materiales educativos para la construcción de recursos propios.



## **PARTE 2**

### **Resultados en diversos países**



## 4. Las creencias de estudiantes y profesores españoles sobre NdCyT: comparaciones entre ciencias y humanidades

Antoni Bennàssar Roig<sup>1</sup>, Antonio García-Carmona<sup>2</sup>, Ángel Vázquez Alonso<sup>1</sup> y María Antonia Manassero Mas<sup>1</sup>

### Introducción

Este capítulo presenta los resultados obtenidos del análisis de las creencias y actitudes de la muestra española.

En consonancia con los requerimientos del diseño muestral del proyecto, la muestra estuvo compuesta por 2.397 personas (38% hombres y 62% mujeres), de las cuales 1.205 respondieron el cuestionario 1 (F1) y 1.192 al cuestionario 2 (F2). Alrededor del 69% eran estudiantes, y el resto profesores; entre estos, el 63% eran profesores en formación y el 37% en ejercicio. Asimismo, el 38% de la muestra tiene estudios de especialidad en ciencias y el resto especialidades no científicas, que se denominan genéricamente como “humanidades”.

### Resultados globales de la muestra española

El análisis global revela que los estudiantes y profesores encuestados poseen actitudes o creencias moderadamente informadas sobre la NdCyT, dado que el índice actitudinal global (promedio global de todas las frases y cuestiones) tiene un valor un poco mayor que cero. Detrás de esa neutralidad global existe un equilibrio entre creencias positivas (adecuadas) y negativas (inadecuadas), que se hace patente cuando se analizan los índices actitudinales de todas las frases contenidas en los F1 y F2 de manera pormenorizada.

### Resultados medios en frases

Las frases con índices actitudinales más altos y positivos son alrededor del 26% del total del cuestionario, mientras que las negativas, el 9%. La mayoría de las frases con índices muy positivos pertenecen a la categoría de adecuadas (36), aunque también hay algunas ingenuas (16); en este grupo de índices muy positivos, se destaca la ausencia de frases de la categoría plausible. Los temas de las frases con índices medios más positivos son los siguientes (en orden de puntuaciones decreciente):

---

1. Universidad de las Islas Baleares, España.

2. Universidad de Sevilla, España.

F1_C_60611A_I_ Infra-representación de las mujeres	F1_C_20141I_I_ Política de gobierno del país
F1_C_40161D_A_ Responsabilidad social / Contaminación	F1_C_60611C_I_ Infra-representación de las mujeres
F1_C_40161A_I_ Responsabilidad social / Contaminación	F1_C_30111F_A_ Interacción CTS
F1_C_20141J_I_ Política de gobierno del país	F2_C_60521D_A_ Equidad de género
F1_C_60611B_I_ Infra-representación de las mujeres	F2_C_60521F_A_ Equidad de género
F1_C_40161F_A_ Responsabilidad social / Contaminación	F2_C_60521H_I_ Equidad de género
F1_C_30111G_I_ Interacción CTS	F2_C_10421H_I_ Interdependencia / Calidad de vida
F1_C_10411B_A_ Interdependencia	F2_C_50111E_A_ Unión de dos culturas
F1_C_40161C_A_ Responsabilidad social / Contaminación	F2_C_40211D_A_ Decisiones sociales
F1_10111I_I_ Ciencia	F2_C_90311E_A_ Esquemas de clasificación
	F2_C_40131C_A_ Responsabilidad social / Información
	F2_90311D_A_ Esquemas de clasificación

Las frases con índices muy positivos exhiben algunos rasgos colectivos que son destacables e interesantes por diversos motivos. En primer lugar, se observa que varias de estas frases pertenecen a unas pocas cuestiones (por ejemplo, 20141, 40161, 60611 y 60521), cada una de las cuales tiene tres o más frases en este grupo con índices más positivos. La primera cuestión se refiere a la influencia del gobierno y la política de un país en la CyT; la segunda (40161), a la responsabilidad social por la contaminación; la tercera (60611), a la infra-representación de las mujeres en el sistema de CyT, y la cuarta (60521), a la igualdad entre hombres y mujeres como científicos.

En segundo lugar, casi todas las cuestiones aplicadas en el cuestionario completo presentan alguna de sus frases entre el grupo de las más positivas, es decir que en todos los temas planteados hay alguna creencia que resulta muy positiva. Una excepción es la cuestión 20411, referida a la influencia de las creencias éticas y religiosas de la cultura contextual sobre el conocimiento científico, que no tiene ninguna frase entre las más positivas. Educativamente, este rasgo es muy valioso: si en todos los temas existe alguna creencia que es bien comprendida, puede usarse como elemento estructurante de la reconstrucción de las creencias y actitudes negativas a través de la enseñanza y el aprendizaje.

En tercer lugar, otro rasgo destacable es que más de la mitad de las frases con índices más positivos (36) corresponden a frases que tienen el consenso de los jueces (estas se identifican por la inclusión de la inscripción \_C\_ en su etiqueta de las tablas). Esto quiere decir que, en estos casos, la comprensión de la NdCyT de las personas se identifica con bastantes creencias adecuadas que, además, están consensuadas en la comunidad científica.

El análisis cualitativo del contenido de las frases con índices más positivos revela los puntos fuertes de las creencias acerca de los temas de la NdCyT, es decir, diagnostica aquellas creencias que coinciden con los conocimientos de expertos actuales en la historia, la sociología y la filosofía de CyT. Esta coincidencia con el saber experto significa, en el caso de frases categorizadas como adecuadas, que la persona afirma la misma creencia que los expertos; en el caso de las frases ingenuas, niegan lo mismo, y en el caso de las frases plausibles afirman su carácter ambivalente. Desde la perspectiva educativa, estos puntos fuertes diagnostican aquellas creencias que estarían menos

necesitadas de aprendizaje o de insistencia en su refuerzo a través de la enseñanza, porque están extendidas y consolidadas en una gran parte de la población.

Las tres ideas donde se manifiestan creencias con los índices más altos se refieren a la conservación del medio ambiente, la contaminación por la industria pesada y su traslado a otros países. De manera positiva y adecuada, los encuestados sostienen que la industria pesada no debería trasladarse a los países no desarrollados por tres razones: porque los efectos de la contaminación son globales; porque se debería reducir o eliminar la contaminación en cualquier lugar, y porque la contaminación debería ser limitada tanto como sea posible.

Los índices actitudinales de las frases donde se obtienen las puntuaciones más bajas y negativas son bastantes menos (14), cerca del 7% del total del cuestionario. La mayoría de las frases con puntuaciones muy negativas pertenecen a la categoría de plausibles (8), aunque también hay frases ingenuas (6). En este grupo de índices muy negativos, es destacable la ausencia de frases categorizadas como adecuadas, y también la existencia de dos cuestiones (60111 y 60521), referidas al tema de las mujeres en CyT, que tienen varias de sus frases en el conjunto de frases con índices más negativos. Asimismo, algunas de estas creencias más negativas (2) corresponden a ideas consensuadas por los jueces, es decir, ideas sobre las cuales no existe controversia, pues son consideradas por los especialistas como ideas ingenuas acerca de la CyT.

Algunas creencias con los índices más bajos se refieren a los siguientes temas (en orden de puntuaciones decreciente):

F1_C_90621A_I_ Método científico	F2_C_70211A_I_ Decisiones científicas
F1_40161B_P_ Responsabilidad social / Contaminación	F2_91011B_I_10 Estatus epistemológico
F1_80131A_I_ Ventajas para la sociedad	F2_60521E_P_ Equidad de género
F1_60611H_P_ Infra-representación de las mujeres	F2_10211B_I_ Tecnología
F1_60111G_I_ Motivaciones	F2_60521A_P_ Equidad de género
F1_70231A_I_ Decisiones por consenso	F2_60521B_P_ Equidad de género
	F2_60521C_P_ Equidad de género

Las frases con índices muy negativos exhiben también rasgos colectivos destacables e interesantes, que son similares a los comentados para las frases muy positivas. En particular, se observa que algunas frases pertenecen a unas pocas cuestiones repetidas (por ejemplo, 60611 y 60521), cada una de las cuales tiene varias frases en este grupo con los índices más negativos. Comparando con las frases muy positivas, también se observa que de manera simultánea se encuadran tanto entre las creencias muy positivas como en las muy negativas, resultado que apunta a la inconsistencia y complejidad de tales creencias sobre la NdCyT.

Las frases con los índices más negativos revelan los puntos más débiles de las creencias, es decir, aquellas creencias que divergen y son muy opuestas a los conocimientos actuales sobre la NdCyT sostenidos por los expertos. En el caso de las creencias ingenuas, porque afirman ideas que los expertos niegan, y en el caso de las plausibles, porque no se reconoce este carácter ambivalente sino que se afirma su adecuación o ingenuidad. El análisis cualitativo del contenido de estos temas negativos identifica las creencias más débiles de la NdCyT que, desde la perspectiva educativa, informan sobre las creencias más necesitadas de refuerzo a través de la enseñanza

y aprendizaje porque están muy extendidas y consolidadas en una gran parte de la población. Algunas creencias concretas de estas cuestiones con el índice más negativo son las siguientes:

1. Los científicos investigan principalmente para descubrir nuevas ideas o inventar cosas para beneficio de la sociedad.
2. La mayoría de los científicos seguirán las etapas del método científico porque este asegura resultados válidos, claros, lógicos y exactos.
3. Los científicos se convencen mostrándoles pruebas concluyentes que apoyan la teoría.
4. No existen razones para tener más científicos que científicas, porque ambos son igualmente capaces y tienen oportunidades similares.

### Resultados medios en las variables de categorías

Del análisis de los índices actitudinales, de las tres categorías (adecuadas, plausibles e ingenuas) en cada cuestión de los F1 y F2, se desprende también una actitud global moderadamente informada y positiva. Las categorías con los índices más positivos son casi la totalidad de las categorías adecuadas de cada cuestión y algunas categorías ingenuas. De manera consecuente, y por exclusión, estas últimas, en su mayoría, y, en menor medida, las categorías plausibles obtienen los valores más negativos de todo el conjunto. La desproporción observada entre el número de categorías muy positivas (muchas más) y muy negativas (muchas menos) refleja una tendencia general positiva y moderada que se aprecia también en los grandes promedios y los índices de las cuestiones.

### Resultados medios en cuestiones

Los indicadores más globales de las creencias sobre temas de la NdCyT son los índices actitudinales de cada una de las 30 cuestiones aplicadas, que se obtienen como promedios ponderados de los índices de las tres categorías presentes en las mismas. El análisis con estas variables confirma una actitud global moderadamente informada y positiva de la muestra evaluada.

El análisis de las puntuaciones medias permite identificar los temas con los índices más positivos y más negativos. Las actitudes más positivas aparecen en las cuestiones siguientes (en orden de puntuaciones decreciente):

F1_40161 Responsabilidad social / Contaminación	F2_40131 Responsabilidad social / Información
F1_30111 Interacción CTS	F2_60521 Equidad de género
F1_20141 Política del gobierno del país	F2_50111 Unión de dos culturas
F1_10111 Ciencia	F2_10421 Interdependencia / Calidad de vida
F1_40221 Decisiones morales	F2_20211 Industria
F1_60611 Infra-representación de las mujeres	

La mayoría de las cuestiones tiene índices medios positivos, mientras que solo unas pocas exhiben índices medios negativos, pero todos muy próximos al valor nulo. Por lo tanto, se puede concluir que no existen temas de la NdCyT que exhiban actitudes muy negativas.

## Resultados comparativos entre los grupos de ciencias y de humanidades

Al analizar los resultados de forma separada para el grupo de ciencias y para el de humanidades, se observa que el primero posee índices ligeramente más altos en los tres conjuntos de variables (frases, categorías y cuestiones) de ambos cuestionarios. Asimismo, los promedios globales de los tamaños del efecto para las diferencias entre ambos grupos, en todas las variables, son positivos. Esto indica diferencias globales favorables a las personas de la muestra total con formación científica. Sin embargo, los valores tan bajos de los promedios globales, muy próximos a cero, sugieren que las diferencias entre ambos grupos son muy pequeñas y poco favorables al grupo de ciencias. Las particularidades de la comparación entre ciencias y humanidades en cada grupo muestral (estudiantes y profesores) requiere un análisis más detallado dentro de cada uno.

## Resultados del grupo de estudiantes

El grupo de estudiantes está formado por tres grupos diferentes (ver capítulo 2): pre-universitarios, estudiantes de los primeros años de universidad y estudiantes que están finalizando la universidad (veteranos). Los dos primeros corresponden a estudiantes situados en cursos contiguos y sucesivos (el curso antes de entrar en la universidad y el primer curso universitario), y con edades semejantes, por lo que se unen en un único grupo (estudiantes jóvenes) para simplificar las comparaciones. Además, es preciso decir que los resultados globales de promedios y desviaciones de los índices de las frases, categorías y cuestiones de los F1 y F2 para los estudiantes (de ciencias y humanidades) muestran las mismas tendencias generales observadas en la muestra total.

## Resultado del grupo de estudiantes jóvenes

Los promedios globales de los tamaños del efecto de las diferencias para el grupo de ciencias y el grupo de humanidades, en los índices de las frases, categorías y cuestiones de los F1 y F2, son prácticamente nulos (tabla 4.1). Esto indica la casi inexistencia de diferencias globales entre ambos grupos, aunque compatibles con diferencias favorables a uno u otro en determinados casos.

**Tabla 4.1. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y de humanidades en los índices medios de frases, categorías y cuestiones de los F1 y F2 aplicados a estudiantes jóvenes**

	Ciencias		Humanidades		Total		Sign.	Tamaño del efecto
	Media	DE	Media	DE	Media	DE		
F1 frases	0,117	0,574	0,116	0,581	0,116	0,579	0,465	0,001
F1 categorías	0,104	0,469	0,102	0,475	0,103	0,473	0,457	0,005
F1 cuestiones	0,094	0,286	0,092	0,294	0,093	0,291	0,438	0,009
F2 frases	0,038	0,649	0,039	0,605	0,039	0,636	0,388	-0,007
F2 categorías	0,077	0,512	0,079	0,486	0,078	0,504	0,431	-0,007
F2 cuestiones	0,072	0,308	0,075	0,281	0,074	0,296	0,409	-0,018
	N= 1,050							

Solo nueve frases singulares de los F1 y F2 tienen índices actitudinales con diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre los de ciencias y los de humanidades (tabla 4.2). La mayoría de ellas exhiben diferencias cuyo tamaño del efecto es pequeño, pues solo tres frases superan apenas el valor de corte 0,30. Además, todos esos tamaños del efecto son negativos, lo que indica que los estudiantes jóvenes de humanidades tienen creencias mejores y más positivas que los estudiantes de ciencias, sobre los modelos científicos, la aplicación de la ciencia en la vida diaria y la concepción de tecnología.

**Tabla 4.2. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las frases de los F1 y F2, obtenidas con los estudiantes jóvenes (N = 1050)**

	Sign.	Tamaño del efecto
F1__10411E_P_ Interdependencia	0,0072	0,2381
F1_C_90211C_I_ Modelos científicos	0,0058	-0,2576
F1__90621B_I_ Método científico	0,0053	-0,2587
F1_C_90211B_I_ Modelos científicos	0,0029	-0,2809
F1__90211D_P_ Modelos científicos	0,0003	-0,3369
F2__10421C_P_ Interdependencia / Calidad de vida	0,0053	-0,2395
F2__40421G_A_ Aplicación a la vida diaria	0,0006	-0,2995
F2__40421F_P_ Aplicación a la vida diaria	0,0006	-0,3009
F2__10211B_I_ Tecnología	0,0000	-0,4138

Las categorías de los F1 y F2, cuyos índices actitudinales muestran diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciencias y humanidades son muy escasas (solo 4 casos) y están resumidas en la tabla 4.3. Además, excepto en un caso, todos los tamaños del efecto son negativos. Ello indica que los estudiantes jóvenes de humanidades tienen creencias más adecuadas que los estudiantes de ciencias en tres casos: modelos científicos, método científico y concepción de tecnología. La diferencia es relevante (supera el valor de corte 0,30) solo para la categoría ingenua relativa a la concepción de tecnología. En el caso favorable a los estudiantes de ciencias (sobre la interdependencia entre ciencia y tecnología), tampoco llega a ser una diferencia relevante con respecto a los estudiantes de humanidades (no supera el valor 0,30).

**Tabla 4.3. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las categorías de los F1 y F2, obtenidos con los estudiantes jóvenes (N = 1050)**

	Sign.	Tamaño del efecto
Índice plausibles F1_10411PL Interdependencia	0,0072	0,2381
Índice ingenuas F1_90211IN Modelos científicos	0,0073	-0,2473
Índice ingenuas F1_90621IN Método científico	0,0053	-0,2551
Índice ingenuas F2_10211IN Tecnología	0,0000	-0,4138

Las cuestiones cuyos índices actitudinales muestran diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciencias y humanidades son solo tres (tabla 4.4). La mayoría de ellas exhiben diferencias cuyo tamaño del efecto es pequeño, puesto que solo una frase —relativa a la interdependencia entre la ciencia y la tecnología— supera apenas el valor de corte 0,30 y de forma positiva; por tanto, favorable a los estudiantes de ciencias. En las otras dos cuestiones —referidas a los modelos científicos y la concepción de la tecnología— los tamaños del efecto no superan el valor de corte y son negativos, indicando una superioridad de los estudiantes jóvenes de humanidades sobre los estudiantes de ciencias, con mejores creencias en dichos aspectos.

**Tabla 4.4. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las cuestiones de los F1 y F2, obtenidos con los estudiantes jóvenes (N = 1050)**

	Sign.	Tamaño del efecto
F1_10411 Interdependencia	0,0006	0,3016
F1_90211 Modelos científicos	0,0027	-0,2821
F2_10211 Tecnología	0,0032	-0,2547

### Resultados del grupo de estudiantes veteranos

Al igual que para los estudiantes jóvenes, en el grupo de los estudiantes veteranos no se obtienen apenas diferencias significativas ( $p > 0,01$ ) ni relevantes entre ciencias y humanidades. Sin embargo, conviene decir nuevamente que la ausencia de diferencias globales es compatible con diferencias significativas favorables a uno u otro grupo en variables concretas (tabla 4.5).

**Tabla 4.5. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de frases, categorías y cuestiones de los F1 y F2, obtenidos con los estudiantes veteranos (N = 604)**

	Ciencias		Humanidades		Total		Sign.	Tamaño del efecto
	Media	DE	Media	DE	Media	DE		
F1 frases	0,173	0,528	0,155	0,562	0,165	0,547	0,296	0,045
F1 categorías	0,157	0,431	0,141	0,464	0,150	0,451	0,253	0,059
F1 cuestiones	0,156	0,268	0,137	0,287	0,146	0,279	0,275	0,077
F2 frases	0,077	0,554	0,073	0,553	0,076	0,555	0,402	0,007
F2 categorías	0,120	0,441	0,125	0,449	0,122	0,446	0,393	-0,011
F2 cuestiones	0,114	0,267	0,117	0,287	0,115	0,277	0,243	0,000

Las pocas frases singulares (13) de los F1 y F2 cuyos índices actitudinales muestran diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciencias y humanidades están resumidas en la tabla 4.6.

**Tabla 4.6. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las frases de los F1 y F2, obtenidos con los estudiantes veteranos (N = 604)**

	Sign.	Tamaño del efecto
F1__10411D_I_ Interdependencia	0,0000	0,5476
F1__80131E_A_ Ventajas para la sociedad	0,0002	0,4323
F1_C_10411B_A_ Interdependencia	0,0003	0,4077
F1_C_40221F_I_ Decisiones morales	0,0004	0,4067
F1_C_10411A_I_ Interdependencia	0,0006	0,3843
F1_C_90211A_I_ Modelos científicos	0,0019	0,3747
F1_C_40221B_A_ Decisiones morales	0,0015	0,3642
F1__80131B_A_ Ventajas para la sociedad	0,0065	0,3096
F1__40221A_P_ Decisiones morales	0,0080	-0,3026
F1__60111E_P_ Motivaciones	0,0068	-0,3068
F1__60611G_A_ Infra-representación de las mujeres	0,0074	-0,3092
F1__20411F_I_ Ética	0,0020	-0,3505
F1__90211D_P_ Modelos científicos	0,0000	-0,5194

Todas las frases muestran diferencias cuyo tamaño del efecto es relevante ( $d > 0,30$ ), tanto positivas (ocho casos) como negativas (cinco casos). Los casos positivos demuestran que los estudiantes que acaban ciencias tienen creencias mejores y más positivas que los estudiantes de humanidades; los casos de diferencias negativas, lo contrario. Además, las frases con diferencias relevantes y positivas pertenecen a solo cuatro cuestiones, una de las cuales (interdependencia entre ciencia y tecnología) aporta tres frases y las otras dos aportan dos frases más (ventajas de la ciencia para la sociedad y decisiones morales en relación con la CyT).

Las variables de categorías de los F1 y F2, cuyos índices actitudinales muestran diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciencias y humanidades, son escasas (ocho casos) y están resumidas en la tabla 4.7; no obstante, es el doble que las obtenidas en la muestra de estudiantes jóvenes. Todas ellas, salvo una —la relacionada con la ética en el ámbito de la CyT— exhiben diferencias cuyo tamaño del efecto es relevante ( $d > 0,30$ ), de las cuales cinco son positivas y dos son negativas. En el primer caso, indican que los estudiantes veteranos de ciencias tienen creencias mejores y más positivas que los estudiantes de humanidades; en el segundo caso (diferencias negativas), lo contrario. Las categorías que muestran diferencias relevantes provienen de las mismas cuestiones identificadas ya con diferencias relevantes para las frases en la tabla 4.6.

**Tabla 4.7. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las categorías de los F1 y F2, obtenidos con los estudiantes veteranos (N = 604)**

	Sign.	Tamaño del efecto
Índice ingenuas F1_10411IN Interdependencia	0,0000	0,5403
Índice adecuadas F1__80131AD Ventajas para la sociedad	0,0000	0,4749
Índice adecuadas F1_40221AD Decisiones morales	0,0015	0,3642
Índice adecuadas F1_10411AD Interdependencia	0,0016	0,3543
Índice ingenuas F1_40221IN Decisiones morales	0,0065	0,3042
Índice ingenuas F1_20411IN Ética	0,0088	-0,2951
Índice plausibles F1_60111PL Motivaciones	0,0049	-0,3176
Índice plausibles F1_90211PL Modelos científicos	0,0000	-0,5348

Las cuestiones cuyos índices actitudinales muestran diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciencias y humanidades son pocas (cuatro) y exhiben diferencias cuyo tamaño del efecto supera el valor de corte 0,30 (tabla 4.8). Los tres primeros casos, con diferencias positivas, indican que los estudiantes veteranos de ciencias tienen creencias mejores que los estudiantes de humanidades en relación con la responsabilidad social ante la contaminación, las interacciones CTS y la igualdad de capacidad entre hombres y mujeres para la ciencia. Y el cuarto caso, con diferencia negativa, indica que los estudiantes veteranos de humanidades tienen una creencia más adecuada que los de ciencias respecto a la utilidad de la ciencia en la vida diaria.

**Tabla 4.8. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las cuestiones de los F1 y F2, obtenidos con los estudiantes veteranos (N = 604)**

	Sign.	Tamaño del efecto
F1_40161 Responsabilidad social / Contaminación	0,0000	0,4892
F1_30111 Interacción CTS	0,0054	0,3122
F2_60521 Equidad de género	0,0045	0,3638
F2_40421 Aplicación a la vida diaria	0,0044	-0,3710

## Resultados del grupo de profesores

El grupo de profesores está formado por dos subgrupos diferentes: profesores en formación y en ejercicio. Los primeros son personas que se encuentran en la fase de su formación inicial; los segundos se desempeñan en alguno de los niveles y estudios del sistema educativo (enseñanza primaria, secundaria o superior).

### Resultados del grupo de profesores en formación

Los resultados globales de promedios y desviaciones de los índices de las frases, categorías y cuestiones de los F1 y F2 muestran las mismas tendencias generales observadas en la muestra total (tabla 4.9). Asimismo, la comparación entre los grupos de ciencias y humanidades de los índices medios globales permite observar que ambos grupos poseen índices actitudinales con valores muy semejantes en los tres conjuntos de variables. Los promedios globales de los tamaños del efecto de las diferencias entre ciencias y humanidades en los índices de las frases, categorías y cuestiones de los F1 y F2 son muy próximos al valor cero, indicando la inexistencia de diferencias globales significativas. No obstante, esta ausencia de diferencias globales es compatible con la existencia de diferencias estadísticamente significativas en variables concretas. Además, los valores generales del tamaño del efecto global son todos positivos, aunque muy bajos, señalando una tendencia del grupo de ciencias a tener mejores puntuaciones.

**Tabla 4.9. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las frases, categorías y cuestiones de los F1 y F2 para los profesores en formación**

	Ciencias		Humanidades		Total		Sign.	Tamaño del efecto
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica		
F1 frases	0,173	0,534	0,161	0,561	0,167	0,549	0,317	0,025
F1 categorías	0,158	0,436	0,146	0,462	0,153	0,450	0,300	0,038
F1 cuestiones	0,157	0,271	0,140	0,284	0,149	0,279	0,268	0,071
F2 frases	0,091	0,547	0,071	0,571	0,082	0,561	0,317	0,038
F2 categorías	0,133	0,438	0,116	0,458	0,125	0,449	0,307	0,038
F2 cuestiones	0,126	0,265	0,111	0,282	0,119	0,275	0,219	0,067

Son numerosas las frases de los F1 y F2 cuyos índices actitudinales muestran diferencias (positivas y negativas) estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciencias y humanidades (42) (tabla 4.10) –casi cuatro veces más que en la muestra de estudiantes veteranos– y con variables cuyas diferencias son tanto positivas (27) como negativas (15). Las primeras indican que los profesores en formación de ciencias tienen creencias mejores y más positivas que los profesores de humanidades, y las segundas, lo contrario. Sin embargo, cabe notar que muchas de las diferencias significativas no alcanzan un valor del tamaño del efecto relevante ( $d > 0,30$ ).

Estas frases están extendidas por casi todas las cuestiones, pero también se observa que algunas de ellas (10411, 10421, 20511, 60611, 40421) aportan varias de sus frases a la lista de cuestiones con diferencias relevantes.

**Tabla 4.10. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las frases de los F1 y F2 para los profesores en formación**

	Sign.	Tamaño del efecto
F1__10411D_I_ Interdependencia	0,0000	0,5544
F1_C_10411A_I_ Interdependencia	0,0000	0,4219
F1_C_40221F_I_ Decisiones morales	0,0000	0,4161
F1__20141E_I_ Política del gobierno del país	0,0002	0,3592
F1_C_10411B_A_ Interdependencia	0,0007	0,3233
F1__60111B_I_ Motivaciones	0,0020	0,2985
F1__40531F_P_ Bienestar social	0,0033	0,2824
F1_C_90211A_I_ Modelos científicos	0,0075	0,2744
F1__40161E_P_ Responsabilidad social / Contaminación	0,0053	0,2659
F1__10111F_P_ Ciencia	0,0054	0,2614
F1__40531D_A_ Bienestar social	0,0001	-0,3702
F2__40421C_A_ Aplicación a la vida diaria	0,0000	0,5121

**Tabla 4.10. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las frases de los F1 y F2 para los profesores en formación (cont.)**

	Sign.	Tamaño del efecto
F2_C_10421G_I_ Interdependencia / Calidad de vida	0,0000	0,4238
F2_C_10421H_I_ Interdependencia / Calidad de vida	0,0000	0,4113
F2_C_20511F_I_ Instituciones educativas	0,0000	0,3812
F2_C_20511H_I_ Instituciones educativas	0,0002	0,3495
F2_C_20511G_I_ Instituciones educativas	0,0002	0,3494
F2__20511D_P_ Instituciones educativas	0,0003	0,3403
F2__60521A_P_ Equidad de género	0,0004	0,3347
F2__20511E_I_ Instituciones educativas	0,0005	0,3257
F2_C_20511C_A_ Instituciones educativas	0,0019	0,2900
F2_C_50111B_I_ Unión de dos culturas	0,0024	0,2859
F2_C_90521B_I_ Papel de los supuestos	0,0031	0,2857
F2__50111D_P_ Unión de dos culturas	0,0036	0,2742
F2__10421E_P_ Interdependencia / Calidad de vida	0,0040	0,2682
F2_C_10421A_I_ Interdependencia / Calidad de vida	0,0049	0,2642
F2__10421F_I_ Interdependencia / Calidad de vida	0,0055	0,2600
F2_C_10421D_A_ Interdependencia Calidad de vida	0,0055	0,2589
F2_C_60521H_I_ Equidad de género	0,0067	0,2570
F1__60611E_A_ Infra-representación de las mujeres	0,0055	-0,2663
F1__60611G_A_ Infra-representación de las mujeres	0,0019	-0,3008
F1_C_60611F_A_ Infrarrepresentación de las mujeres	0,0020	-0,3013
F1_C_40531E_A_ Bienestar mejor nivel de vida	0,0011	-0,3147
F1__90211D_P_ Modelos científicos	0,0009	-0,3363
F1__40531D_A_ Bienestar social	0,0001	-0,3702
F2__20511B_P_ Instituciones educativas	0,0078	-0,2492
F2_C_40131C_A_ Responsabilidad social / Información	0,0055	-0,2601
F2__70711C_A_ Influencias nacionales	0,0033	-0,2823
F2__90111B_A_ Observaciones	0,0026	-0,2941
F2_C_90111A_A_ Observaciones	0,0025	-0,2943
F2__40421A_I_ Aplicación a la vida diaria	0,0004	-0,3316
F2__40131B_A_ Responsabilidad social / Información	0,0001	-0,3575
F2__40421F_P_ Aplicación a la vida diaria	0,0000	-0,3991
F2__40421G_A_ Aplicación a la vida diaria	0,0000	-0,6245

Las variables de categorías cuyos índices actitudinales muestran diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciencias y humanidades son bastantes (17) y están resumidas en la tabla 4.11. Muestran diferencias tanto positivas (5) como negativas (3) que indican, respectivamente, que los profesores en ejercicio de ciencias (humanidades) tienen creencias mejores y más positivas que los de humanidades (ciencias). Algunas de ellas (6) exhiben diferencias cuyo tamaño del efecto no es relevante (no supera el valor de corte 0,30) y la mayoría pertenecen a las categorías adecuadas (7) e ingenuas (7), y menos plausibles (3).

**Tabla 4.11. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las categorías de ambas formas de cuestionarios para los profesores en formación**

	Sign.	Tamaño del efecto
Índice ingenuas F1_10411IN Interdependencia	0,0000	0,5659
Índice ingenuas F1_40221IN Decisiones morales	0,0000	0,4771
Índice plausibles F1_40161PL Responsabilidad social / Contaminación	0,0006	0,3241
Índice ingenuas F1_60611IN Infra-representación de las mujeres	0,0093	0,2475
Índice adecuadas F1_60611AD Infra-representación de las mujeres	0,0009	-0,3166
Índice plausibles F1_90211PL Modelos científicos	0,0007	-0,3410
Índice adecuadas F1_40531AD Bienestar social	0,0000	-0,3965
Índice ingenuas 10421IN Interdependencia / Calidad de vida	0,0000	0,4696
Índice ingenuas 20511IN Instituciones educativas	0,0000	0,4356
Índice adecuadas 20511AD Instituciones educativas	0,0019	0,2900
Índice ingenuas 50111IN Unión de dos culturas	0,0024	0,2859
Índice adecuadas 10421AD Interdependencia / Calidad de vida	0,0055	0,2589
Índice adecuadas 70711AD Influencias nacionales	0,0085	-0,2480
Índice plausibles 40421PL Aplicación a la vida diaria	0,0050	-0,2626
Índice adecuadas 90111AD Observaciones	0,0014	-0,3098
Índice ingenuas 40421IN Aplicación a la vida diaria	0,0004	-0,3316
Índice adecuadas 40131AD Responsabilidad social / Información	0,0003	-0,3407

Las cuestiones cuyos índices actitudinales muestran diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciencias y humanidades son más numerosas que en los grupos de estudiantes (10) y están resumidas en la tabla 4.12. Muestran diferencias tanto positivas (7) como negativas (3) que indican, respectivamente, que los profesores en ejercicio de ciencias (humanidades) tienen creencias mejores y más positivas que los de humanidades (ciencias). Algunas de ellas (3) exhiben diferencias cuyo tamaño del efecto no es relevante ( $d < 0,30$ ). Los temas reflejados en estas cuestiones cubren todas las dimensiones evaluadas, aunque la mayoría de ellas (7) provienen del F2 y solo 3 del F1.

**Tabla 4.12. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las cuestiones de los F1 y F2 para los profesores en formación**

	Sign.	Tamaño del efecto
F1_40161 Responsabilidad social / Contaminación	0,0000	0,4195
F1_10411 Interdependencia	0,0006	0,3242
F1_40221 Decisiones morales	0,0012	0,3076
F2_10421 Interdependencia / Calidad de vida	0,0000	0,4454
F2_20511 Instituciones educativas	0,0000	0,4411
F2_60521 Equidad de género	0,0010	0,3073
F2_50111 Unión de dos culturas	0,0020	0,2903
F2_70711 Influencias nacionales	0,0084	-0,2477
F2_90111 Observaciones	0,0066	-0,2598
F2_40421 Aplicación a la vida diaria	0,0000	-0,4417

## Resultados del grupo de profesores en ejercicio

Al igual que en los dos casos anteriores, los resultados globales de promedios y desviaciones de los índices de las frases, categorías y cuestiones de los F1 y F2 para los profesores en ejercicio, muestran las mismas tendencias generales observadas en la muestra total (tabla 4.13). Asimismo, la comparación de los anteriores parámetros de índices medios globales de los grupos de ciencias y humanidades permite observar que ambos poseen valores no muy diferentes en los tres conjuntos de variables de los dos cuestionarios (ninguna diferencia es estadísticamente significativa). Los promedios globales de los tamaños del efecto de las diferencias entre el grupo de ciencias y el grupo de humanidades en los índices de las frases, categorías y cuestiones del F2 son prácticamente nulos, mientras que en el F1 son más altos y positivos, aunque las diferencias entre ambos grupos no sean significativas. De todos modos, los valores globales del tamaño del efecto son positivos, lo que sugiere una tendencia a tener mejores puntuaciones en el grupo de ciencias.

**Tabla 4.13. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las frases, categorías y cuestiones de los F1 y F2 para los profesores en ejercicio**

	Ciencias		Humanidades		Total		Sign.	Tamaño del efecto
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica		
F1 frases	0,195	0,554	0,139	0,564	0,172	0,562	0,355	0,109
F1 categorías	0,172	0,457	0,120	0,469	0,150	0,466	0,302	0,127
F1 cuestiones	0,172	0,284	0,119	0,304	0,149	0,295	0,218	0,187
F2 frases	0,068	0,580	0,065	0,578	0,066	0,582	0,321	0,005
F2 categorías	0,113	0,478	0,116	0,471	0,114	0,477	0,338	-0,007
F2 cuestiones	0,106	0,297	0,104	0,316	0,105	0,309	0,235	0,015

Pese a esta ausencia de diferencias estadísticamente significativas a nivel global, en determinadas variables es posible encontrarlas favorables a uno u otro grupo.

Las frases de los F1 y F2 cuyos índices actitudinales muestran diferencias (positivas y negativas) estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciencias y humanidades son 36 (tabla 4.14), tres veces más que en la muestra de estudiantes veteranos y comparables a las diferencias encontradas para profesores en formación. Aparecen variables con diferencias positivas (26) y negativas (10). Las primeras indican que los profesores de ciencias en ejercicio tienen creencias mejores y más positivas que los profesores de humanidades, y las segundas, lo contrario. En el caso de profesores en ejercicio se observan algunas diferencias con un valor del tamaño del efecto relevante ( $d > 0,30$ ), aunque no sean significativas ( $p < 0,01$ ).

**Tabla 4.14. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las frases de los F1 y F2 para los profesores en ejercicio**

	Sign.	Tamaño del efecto
F1_C_40221C_I_ Decisiones morales	0,0000	0,6893
F1_C_20141I_I_ Política del gobierno del país	0,0001	0,5492
F1_C_90411D_I_ Provisionalidad	0,0012	0,5079
F1_C_10411A_I_ Interdependencia	0,0003	0,5059
F1_C_20141J_I_ Política del gobierno del país	0,0005	0,4995
F1__10411D_I_ Interdependencia	0,0004	0,4950
F1__60611H_P_ Infra-representación de las mujeres	0,0012	0,4750
F1_C_10411B_A_ Interdependencia	0,0012	0,4441
F1_C_30111G_I_ Interacción CTS	0,0029	0,4324
F1_30111D_I_ Interacción CTS	0,0051	0,4102
F1_C_90211A_I_ Modelos científicos	0,0092	0,4020
F1__20141E_I_ Política del gobierno del país	0,0239	0,3279
F1__10111I_I_ Ciencia	0,0167	0,3276
F1__90211E_A_ Modelos científicos	0,0419	0,3263
F1_C_90411B_A_ Provisionalidad	0,0357	0,3086
F1_C_40221D_I_ Decisiones morales	0,0339	0,3023
F1__40531D_A_ Bienestar social	0,0086	-0,3739
F1__20411B_P_ Ética	0,0026	-0,4320
F2_C_20511F_I_ Instituciones educativas	0,0000	0,5761
F2_C_20511H_I_ Instituciones educativas	0,0000	0,5224
F2__20511E_I_ Instituciones educativas	0,0000	0,5190
F2_C_20511G_I_ Instituciones educativas	0,0003	0,4526
F2_C_90521B_I_ Papel de los supuestos	0,0028	0,3993
F2__40421C_A_ Aplicación a la vida diaria	0,0031	0,3724
F2_C_10421G_I_ Interdependencia / Calidad de vida	0,0041	0,3520
F2_C_90521A_I_ Papel de los supuestos	0,0090	0,3437
F2_C_50111B_I_ Unión de dos culturas	0,0090	0,3307
F2_C_90311A_I_ Esquemas de clasificación	0,0196	0,3017
F2_C_90111A_A_ Observaciones	0,0175	-0,3130
F2__10421C_P_ Interdependencia / Calidad de vida	0,0097	-0,3166
F2__40421F_P_ Aplicación a la vida diaria	0,0059	-0,3475
F2__91011D_P_ Estatus epistemológico	0,0054	-0,3630
F2_C_70711F_I_ Influencias nacionales	0,0020	-0,4099
F2__40421D_P_ Aplicación a la vida diaria	0,0002	-0,4675
F2__20511B_P_ Instituciones educativas	0,0001	-0,4911
F2__40421G_A_ Aplicación a la vida diaria	0,0001	-0,4915

Las frases con diferencias significativas aparecen en casi en todas las cuestiones de cada cuestionario, pero también se observan algunas (por ejemplo, entre las más destacadas, 10411, 20141, 10421, 20511 y 40421) que aportan varias de sus frases a la lista de diferencias relevantes. El caso más notable es la cuestión 20511, acerca de las instituciones educativas, cinco de cuyas frases exhiben diferencias estadísticamente significativas entre ciencias y humanidades, y de distintos signos

(cuatro positivas y una negativa). Además, la mayoría de las frases (22) de la tabla 4.14 pertenecen a la categoría de ingenuas.

Las variables de categorías del cuestionario cuyos índices actitudinales muestran diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciencias y humanidades son también bastantes (19) y están resumidas en la tabla 4.15. Los valores exhibidos muestran diferencias tanto positivas (5) como negativas (3) que indican, respectivamente, que los profesores en ejercicio de ciencias (humanidades) tienen creencias mejores y más positivas que los profesores de humanidades (ciencias). En este caso, se observa que todas (6) exhiben un tamaño del efecto de las diferencias relevante (supera el valor de corte 0,30), aunque alguna de ellas no sean significativa ( $p > 0,01$ ). La mayoría de los casos con diferencias estadísticamente significativas pertenecen a la categoría ingenuas (12), y en menor número, adecuadas (3) o plausibles (4).

**Tabla 4.15. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las categorías de los F1 y F2 para los profesores en ejercicio**

	Sign.	Tamaño del efecto
Índice ingenuas F1_40221IN Decisiones morales	0,0000	0,6477
Índice ingenuas F1_10411IN Interdependencia	0,0000	0,5740
Índice ingenuas F1_20141IN Política del gobierno del país	0,0003	0,5112
Índice plausibles F1_60611PL Infra-representación de las mujeres	0,0012	0,4750
Índice ingenuas F1_90411IN Provisionalidad	0,0042	0,4438
Índice ingenuas F1_10111IN Ciencia	0,0070	0,3674
Índice ingenuas F1_30111IN Interacción CTS	0,0206	0,3361
Índice adecuadas F1_90411AD Provisionalidad	0,0357	0,3086
Índice adecuadas F1_40531AD Bienestar social	0,0237	-0,3239
Índice ingenuas 20511IN Instituciones educativas	0,0000	0,6192
Índice ingenuas 90521IN Papel de los supuestos	0,0008	0,4370
Índice ingenuas 10421IN Interdependencia / Calidad de vida	0,0013	0,3918
Índice ingenuas 91011IN Estatus epistemológico	0,0079	0,3390
Índice ingenuas 50111IN Unión de dos culturas	0,0090	0,3307
Índice ingenuas 90311IN Esquemas de clasificación	0,0157	0,3103
Índice adecuadas 90111AD Observaciones	0,0163	-0,3161
Índice plausibles 40421PL Aplicación a la vida diaria	0,0075	-0,3350
Índice plausibles 91011PL Estatus epistemológico	0,0050	-0,3625
Índice plausibles 20511PL Instituciones educativas	0,0004	-0,4311

Las cuestiones cuyos índices actitudinales muestran diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciencias y humanidades son más numerosas que en los grupos de estudiantes (8) y menos que entre los profesores en formación (tabla 4.16). Las cuestiones muestran más diferencias positivas (6) que negativas (2), lo que indica, respectivamente, que los profesores en ejercicio de ciencias (humanidades) tienen creencias mejores y más positivas que los profesores de humanidades (ciencias). En este caso, todas las diferencias (8) exhiben un tamaño del efecto de las diferencias relevante ( $d > 0,30$ ) aunque la mayoría de ellas (6) no llega a ser significativas ( $p > .01$ ). La mayoría de estas cuestiones con diferencias relevantes (5) provienen del F2 y solo 3 pertenecen al F1.

**Tabla 4.16. Resultados globales del grado de significación estadística y tamaño del efecto (diferencia de medias en unidades estándar) de las diferencias entre los grupos de ciencias y humanidades en los índices medios de las cuestiones de los F1 y F2 para los profesores en ejercicio**

	Sign.	Tamaño del efecto
F1_60611 Infrarrepresentación de las mujeres	0,0078	0,3768
F1_40221 Decisiones morales	0,0169	0,3398
F1_10111 Ciencia	0,0130	0,3371
F1_90411 Provisionalidad	0,0224	0,3324
F1_20141 Política del gobierno del país	0,0281	0,3046
F2_50111 Unión de dos culturas	0,0121	0,3135
F2_90111 Observaciones	0,0183	-0,3030
F2_40421 Aplicación a la vida diaria	0,0025	-0,3769

## Conclusiones

Los resultados de la muestra española presentados en este capítulo ofrecen una panorámica de las posibilidades de evaluación del cuestionario COCTS para obtener detalles profundos de la comprensión de la NdCyT. La base cuantitativa sólida que proporcionan los índices permite identificar tanto los puntos fuertes como los débiles de cada grupo y profundizar su análisis. Por otro lado, la capacidad de la metodología para el contraste estadístico de hipótesis permite realizar comparaciones entre los grupos.

Las diferencias entre personas de ciencias y personas sin formación científica (humanidades) ofrecen una referencia relativa para valorar la comprensión de la NdCyT, adicional a la referencia absoluta de los índices. Si la formación científica fuera efectiva para enseñar la NdCyT sería esperable que las diferencias entre ambos grupos fueran evidentes y favorables a las personas de ciencias.

El grupo de estudiantes jóvenes (pre-universitarios y de primer curso universitario) no presenta prácticamente diferencias entre ciencias y humanidades, pues sobre los tres centenares de variables consideradas, las diferencias son significativas solo en dieciséis variables. Además, el tamaño de las diferencias entre ambos grupos no presenta una dominancia definida a favor de un grupo u otro, y solo cuatro de esas variables exhiben un tamaño de las diferencias relevante ( $d > 0,30$ ).

Para el grupo de estudiantes veteranos (finalizan sus estudios universitarios) las diferencias entre ciencias y humanidades son también escasas (8%), aunque todas exhiban un tamaño relevante ( $d > 0,30$ ). Las diferencias son ligeramente favorables al grupo de ciencias, y aunque exhiben casi el doble de diferencias significativas respecto a los estudiantes jóvenes, no todas son favorables a este grupo. En conjunto, este aumento parece demasiado pequeño, de modo que los estudios de grado universitarios realizados por estos alumnos veteranos no parecen plasmar una aportación diferencial importante a la comprensión de la NdCyT respecto a los estudiantes de humanidades, pues las diferencias respecto a la situación de los estudiantes jóvenes no han aumentado de manera sensible.

En el grupo de profesores en formación y en ejercicio, las diferencias entre ciencias y humanidades son un poco más abundantes (casi tres veces más) que en los grupos de estudiantes, aunque

entre los profesores en ejercicio son algo menores. Aún estas diferencias deben valorarse como débiles, atendiendo a que las diferencias significativas halladas solo afectan a un número pequeño de variables (69 y 63 casos expuestos en las tablas anteriores) de los tres centenares de variables analizadas. Por otro lado, los indicadores globales del tamaño de las diferencias, aunque son ligeramente positivos, muestran una tendencia favorable al grupo de ciencias y son muy pequeños. Entre las variables cuyas diferencias son significativas, no todas son favorables al grupo de ciencias. Cabe resaltar que parte de las variables significativas (un tercio) son negativas (favorables al grupo de profesores de humanidades), indicativas de que las especialidades de humanidades tienen un resultado mejor que las de ciencias.

En definitiva, estos resultados no permiten avalar la hipótesis inicial acerca de la superioridad de la comprensión de la NdCyT de las personas con formación en ciencia o tecnología, pues estas no exhiben una comprensión mejor de la NdCyT que sus contrapartes de humanidades. La interpretación más directa de este resultado es que cuestiona y pone en entredicho la eficacia y la capacidad de la formación científica superior actual para enseñar la NdCyT.



# 5. Opiniões sobre a natureza da ciência e da tecnologia de estudantes portugueses do ensino superior

Margarida Figueiredo<sup>1</sup> e Fátima Paixão<sup>2</sup>

## Introdução

Apesar de os currículos escolares estarem hoje, em Portugal, orientados para uma educação científica e tecnológica, visando a aquisição de atitudes científicas apropriadas pelos estudantes, persiste ainda alguma dificuldade relacionada com a compreensão adequada, por parte destes, da natureza da Ciência e Tecnologia (NdCeT). Esta realidade, abordada de forma exhaustiva no Capítulo destinado à Introdução, tem sido identificada em diversos países (Lederman, 1992; Paixão, Figueiredo e Silveira, 2009) e está amplamente documentada no referido capítulo.

No presente capítulo serão apresentados os resultados obtidos numa amostra de estudantes portugueses, analisando as eventuais diferenças existentes no início e no final do curso e as que decorrem das diferenças relativas à sua área de formação.

Os resultados apresentados referem-se a uma amostra de 383 estudantes, a frequentar a Universidade de Évora e o Instituto Politécnico de Castelo Branco, dos quais 285 estavam a iniciar os seus estudos e 98 estavam a terminar o 1.º ciclo de estudos (Licenciatura). Desses estudantes, 340 estavam a frequentar cursos da área das Ciências e Engenharias e 43 estavam a frequentar cursos da área das Humanidades.

Os resultados que aqui se apresentam foram obtidos pela aplicação do Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) de Manassero, Vázquez e Acevedo (2001, 2003), apresentado em Apêndice, no qual se baseou o Projecto PIEARCTS. Este questionário é o resultado da adaptação de alguns dos questionários anteriormente desenvolvidos de forma empírica, em português e espanhol (Acevedo e Vázquez, 2004). A metodologia em que se baseia o uso destes questionários está apresentada e fundamentada no capítulo destinado à apresentação da Metodologia. Estes resultados pretendem ser um contributo para o estudo mais alargado que neste Projecto (Projecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad - PIEARCTS) foi desenvolvido no conjunto de países ibero-americanos que nele participaram.

---

1. Departamento de Química da Universidade de Évora e Centro de Química de Évora, Portugal.

2. Instituto Politécnico de Castelo Branco e Centro de Investigação em Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Universidade de Aveiro, Portugal.

## Opiniões sobre a natureza da ciência e da tecnologia

Este estudo busca avaliar a compreensão das questões relativas à NdCeT e, como tal, a área de formação dos entrevistados é um factor importante, uma vez que um maior contacto com a ciência e a tecnologia, nos diferentes níveis de ensino, pode determinar o aumento da literacia no domínio CeT (Ciência e Tecnologia), podendo, portanto, influenciar as respostas no tema em investigação. Por isso, a variável “exposição à ciência e tecnologia durante a formação” (dicotomizada em dois grupos, de ciências e humanidades), deve ser considerada como covariável significativa para ser controlada na realização de algumas análises, cujas especificidades requerem que sejam feitas separadamente para o grupo das ciências e para o grupo das humanidades. Por exemplo, é expectável que estudantes que tenham concluído uma licenciatura em ciência e tecnologia tenham um entendimento diferente e mais adequado sobre a NdCeT do que os estudantes de humanidades, devido ao facto de terem sido aculturados com maior intensidade em CeT durante a sua formação.

Uma dessas análises é a influência real do ensino superior nas áreas de ciência e tecnologia na melhoria da compreensão da NdCeT pelos estudantes universitários. Por outras palavras, a questão que se coloca é a de saber se a frequência em cursos de ciência e tecnologia no ensino superior contribui significativamente para uma melhor compreensão da NdCeT por estudantes universitários.

Na tabela 5.1 apresentam-se os resultados globais para os dois grupos. Como se pode verificar, as médias e desvios dos índices das frases, categorias e questões da forma 1 para o grupo de humanidades ( $m = 0,166; 0,149; 0,094$ ;  $DE = 0,507; 0,420; 0,241$ ) são mais positivos que os mesmos parâmetros da forma 2 ( $m = -0,004; 0,047; 0,052$ ;  $DE = 0,544; 0,422; 0,258$ ), mostrando as mesmas tendências gerais observadas na amostra total.

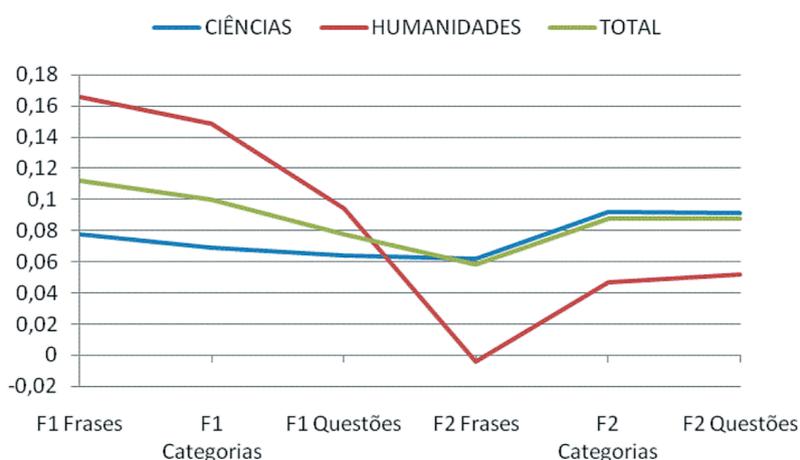
**Tabela 5.1. Resultados globais do grau de significação estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos de ciências e de humanidades nos índices médios de frases, categorias e questões de ambas as formas de questionário para a amostra global**

	Ciências		Humanidades		Total		Signif.	Tamanho do efeito
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		
F1 Frases	0,078	0,573	0,166	0,507	0,112	0,549	0,358	-0,163
F1 Categorias	0,069	0,467	0,149	0,420	0,100	0,450	0,350	-0,182
F1 Questões	0,064	0,278	0,094	0,241	0,078	0,259	0,238	-0,115
F2 Frases	0,062	0,583	-0,004	0,544	0,058	0,583	0,356	0,118
F2 Categorias	0,092	0,461	0,047	0,422	0,088	0,461	0,403	0,100
F2 Questões	0,091	0,260	0,052	0,258	0,088	0,261	0,375	0,148

A comparação desses parâmetros de índices médios globais de ambos os grupos (ciências e humanidades) permite observar que o grupo de ciências possui índices ligeiramente mais baixos nos três conjuntos de variáveis para a forma 1 e o oposto para a forma 2, ou seja, as médias para as humanidades são ligeiramente mais baixas do que para as ciências no que respeita à forma 2 do questionário. Outro parâmetro que avalia as diferenças entre ciências e humanidades é o tamanho do efeito das diferenças em cada variável de frases, categorias e questões.

As médias globais dos tamanhos do efeito das diferenças para o grupo de ciências e para o grupo de humanidades nos índices das frases, categorias e questões da forma 1 ( $m = -0,163$ ;  $-0,182$ ;  $-0,115$ ) são negativas, indicando diferenças favoráveis aos estudantes de ciências. Os mesmos parâmetros da forma 2 ( $m = 0,118$ ;  $0,100$ ;  $0,148$ ) são positivos, indicando diferenças favoráveis aos estudantes com formação em humanidades. Contudo, os valores tão baixos das médias globais, muito próximos do zero, sugerem que as diferenças entre ambos os grupos, ciências e humanidades, são muito pequenas. Este resultado é bastante evidente quando se faz a análise dos resultados ilustrados no gráfico da figura 5.1.

**Figura 5.1. Resultados médios globais obtidos nos índices médios de frases, categorias e questões de ambas as formas de questionário para a amostra total de estudantes e para os grupos de ciências e de humanidades.**



O grupo de estudantes é formado por três grupos diferentes: pré-universitários, início de universidade e acabando a universidade. Os dois primeiros grupos correspondem a estudantes situados em cursos contíguos e sequenciais (o ano antes de entrar para o ensino superior e o primeiro ano do ensino superior), aproximadamente das mesmas idades, pelo que para simplificar algumas comparações, se consideram apenas num único grupo (estudantes jovens – que designamos por estudantes no início).

### Estudantes no início

O grupo de estudantes no início compreende pré-universitários e os que iniciam o ensino superior, que se uniram num único grupo (denominado estudantes jovens - estudantes no início) para simplificar as comparações e ao qual se referem as análises seguintes. A apresentação de resultados sobre os distintos aspectos do grupo de estudantes jovens, centrada nas diferenças entre ciências e humanidades, segue o mesmo esquema dos parágrafos anteriores, apresentando, sucessivamente, os resultados de frases, categorias e questões de ambas as formas de questionários.

A tabela 5.2 resume os resultados globais obtidos para o grupo de estudantes jovens. Sua análise permite verificar que a média e o desvio padrão globais dos índices das frases da forma 1 mostram um resultado mais positivo ( $m = 0,088$   $DE = 0,569$ ) que a forma 2 ( $m = 0,069$ ;  $DE = 0,576$ ),

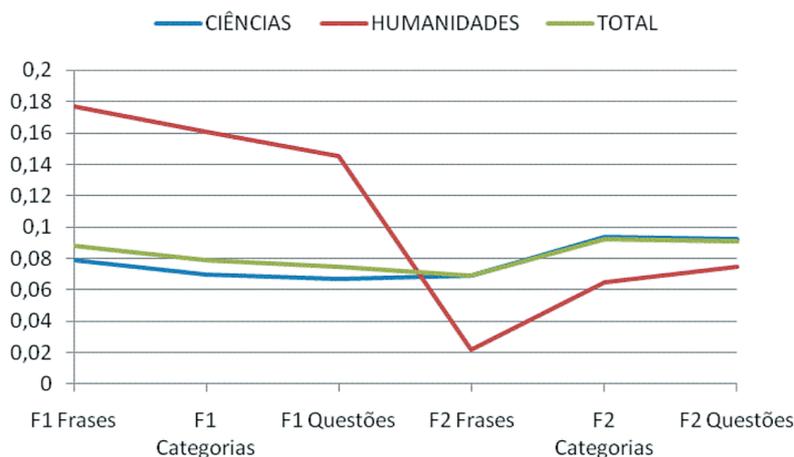
representativo de uma atitude global muito moderadamente informada e positiva. Os índices atitudinais das frases singulares dos questionários expressam as crenças directas dos estudantes sobre a afirmação específica apresentada em cada frase. A especificidade do conteúdo de cada frase faz com que estes índices exibam maiores variações nas suas pontuações que as categorias e as questões completas.

**Tabela 5.2. Resultados globais de significação estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos de ciências e de humanidades nos índices médios de frases, categorias e questões de ambas as formas de questionários para os estudantes no início do curso**

	Ciências		Humanidades		Total		Signif.	Tamanho do efeito
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		
F1 Frases	0,079	0,574	0,177	0,470	0,088	0,569	0,369	-0,187
F1 Categorias	0,070	0,467	0,161	0,387	0,079	0,463	0,381	-0,213
F1 Questões	0,067	0,278	0,145	0,224	0,075	0,275	0,332	-0,308
F2 Frases	0,069	0,577	0,022	0,506	0,069	0,576	0,319	0,087
F2 Categorias	0,094	0,453	0,065	0,390	0,092	0,452	0,434	0,068
F2 Questões	0,092	0,257	0,075	0,240	0,091	0,259	0,375	0,071

Os resultados globais das médias e desvios padrão dos índices das frases, categorias e questões da forma 1 para o grupo de humanidades, separadamente, são um pouco mais positivos que os mesmos parâmetros da forma 2. No caso das ciências, tal relação se mantém para as frases, mas surge uma ligeira inversão desta tendência para as categorias e questões, como está ilustrado no gráfico da figura 5.2.

**Figura 5.2. Resultados médios globais obtidos nos índices médios de frases, categorias e questões de ambas as formas de questionário para a amostra total de estudantes e para os grupos de ciências e de humanidades no início do curso**



A comparação desses parâmetros de índices médios globais dos grupos de ciências e humanidades permite observar que ambos os grupos possuem índices praticamente idênticos nos três conjuntos de variáveis dos dois questionários. As médias globais dos tamanhos do efeito das

diferenças para o grupo de ciências e o grupo de humanidades nos índices das frases, categorias e questões da forma 1 e 2 são praticamente nulos, indicando a inexistência de diferenças globais compatíveis com diferenças favoráveis a um ou a outro grupo, que globalmente se compensam, para produzir diferenças globais nulas.

As frases singulares do questionário cujos índices atitudinais mostram diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciências e humanidades são apenas 11 e estão resumidas na tabela 5.3.

**Tabela 5.3. Resultados globais do grau de significação estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos de ciências e de humanidades nos índices médios das frases de ambas as formas de questionários para os estudantes jovens**

Frases	Signif.	Tamanho do efeito
F1_C_10411B_A_ Interdependencia	0,009	0,722
F1_C_60611A_I_ Infra-representación de las mujeres	0,004	-1,262
F1_C_60611B_I_ Infra-representación de las mujeres	0,000	-1,629
F1__60611C_I_ Infra-representación de las mujeres	0,002	-1,010
F2_C_20511G_I_ Instituciones educativas	0,002	1,243
F2_C_20511H_I_ Instituciones educativas	0,003	0,984
F2__40131F_I_ Responsabilidad social / Información	0,004	0,973
F2__40421C_A_ Aplicación a la vida diaria	0,001	0,930
F2_C_70711F_I_ Influencias nacionales	0,002	1,165
F2_C_90311E_A_ Esquemas de clasificación	0,008	0,811
F2_C_90311F_A_ Esquemas de clasificación	0,006	-1,114

As frases exibem tamanho do efeito acima de 0,30, sendo quatro dos valores negativos e sete positivos, o que indica que os estudantes jovens de ciências têm atitudes mais adequadas que os estudantes de humanidades.

As categorias do questionário cujos índices atitudinais mostram diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciências e humanidades são três e estão resumidas na tabela 5.4. Dois dos valores do tamanho do efeito são positivos e o outro é negativo, sendo todos os valores  $> 0,30$ . Embora com pequena expressividade, os estudantes jovens de ciências têm crenças melhores e mais positivas que os de humanidades.

**Tabela 5.4. Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos de ciências e os grupos de humanidades em ambas as formas de questionários para os estudantes jovens**

Categorias	Signif.	Tamanho do efeito
Índice Ingenuas F1_60611IN Infra-representación de las mujeres	0,000	-1,395
Índice ingenuas 20511IN Instituciones educativas	0,004	1,085
Índice ingenuas 70711IN Influencias nacionales	0,000	1,329

Relativamente às questões que se apresentam na tabela 5.5, são apenas duas as que apresentam valores de  $p < 0,01$  e em nenhuma delas o tamanho do efeito é relevante.

**Tabela 5.5. Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos de ciências e humanidades nos índices médios das questões de ambas as formas de questionários para os estudantes jovens**

Questões	Signif.	Tamanho do efeito
F2_20511 Instituciones educativas	0,000	1,083
F2_70711 Influencias nacionales	0,000	1,143

Em suma, para o grupo de estudantes jovens, que engloba os pré-universitários e os estudantes no primeiro ano do ensino superior, as diferenças entre ciências e humanidades são praticamente inexistentes. Os indicadores globais do tamanho das diferenças entre ambos os grupos são praticamente nulos, e quando se analisam as três centenas de variáveis analisadas, as diferenças são estatisticamente significativas apenas nos casos expostos nas tabelas anteriores. Além disso, apenas as que se apresentam exibem um tamanho das diferenças relevante ( $> 0,30$ ).

### Estudantes no final do curso

O grupo de estudantes no final compreende os estudantes que finalizam os seus estudos de graduação (licenciatura) ou de pós-graduação. A apresentação de resultados sobre aspectos distintivos do grupo destes estudantes, centrado nas diferenças entre ciências e humanidades, segue o mesmo esquema dos parágrafos anteriores, apresentando, sucessivamente, os resultados das frases, categorias e questões de ambas as formas de questionários.

Os índices atitudinais das frases singulares do questionário expressam as crenças directas dos estudantes sobre a afirmação específica apresentada em cada frase. A especificidade do conteúdo de cada frase faz com que estes índices exibam maiores variações nas suas pontuações que as categorias e as questões completas.

Os resultados globais de médias e desvios padrão dos índices das frases, categorias e questões da forma 1 para o grupo de ciências e humanidades, separadamente, são algo mais positivos que os mesmos parâmetros da forma 2, mostrando estes grupos as mesmas tendências gerais observadas na amostra total, como se pode verificar pelos valores apresentados na tabela 5.6.

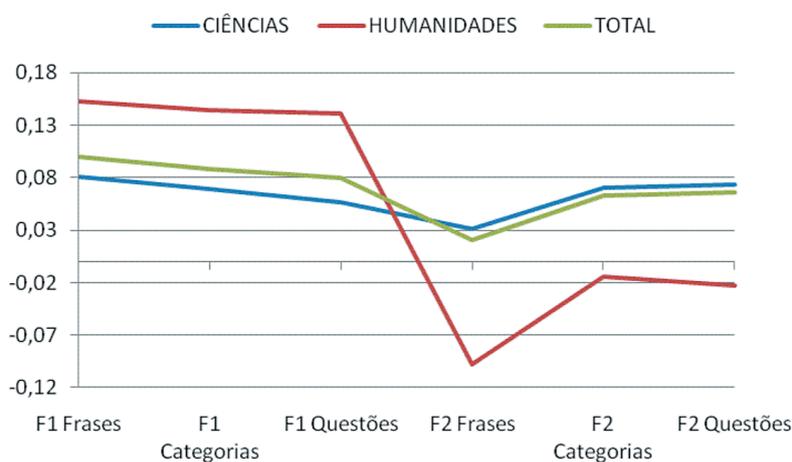
**Tabela 6. Resultados globais do grau de significação estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos de ciências e humanidades nos índices médios de frases, categorias e questões de ambas as formas de questionários para estudantes em final**

	Ciências		Humanidades		Total		Signif.	Tamanho do efeito
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		
F1 Frases	0,081	0,570	0,153	0,519	0,100	0,564	0,402	-0,308
F1 Categorias	0,069	0,474	0,144	0,427	0,088	0,467	0,383	-0,167
F1 Questões	0,057	0,282	0,141	0,239	0,080	0,276	0,339	-0,321
F2 Frases	0,031	0,591	-0,098	0,413	0,021	0,591	0,365	0,258
F2 Categorias	0,070	0,472	-0,014	0,323	0,063	0,473	0,342	0,212
F2 Questões	0,074	0,259	-0,023	0,201	0,066	0,260	0,420	0,420

A comparação desses parâmetros de índices médios globais dos grupos de ciências e humanidades permite observar que ambos os grupos possuem índices com valores não muito diferentes nos três conjuntos de variáveis dos dois questionários. É de realçar, contudo, que as médias das frases, categorias e questões do questionário da forma 2 são negativas, embora muito próximas de zero.

As médias globais dos tamanhos do efeito das diferenças entre o grupo de ciências e o grupo de humanidades nos índices das frases, categorias e questões são favoráveis ao grupo de humanidades nas frases, categorias e questões da forma 1, sendo que nas frases e nas questões o valor é superior ao valor limite de corte (0,30). Nas frases, categorias e questões da forma 2 as médias globais dos tamanhos do efeito são positivas e portanto favoráveis ao grupo de ciências. No que se refere às questões, o valor (0,42) sugere uma pequena tendência de melhores pontuações no grupo de ciências. Essas diferenças estão ilustradas no gráfico da figura 5.3.

**Figura 5.3. Resultados médios globais obtidos nos índices médios de frases, categorias e questões de ambas as formas de questionário para a amostra total de estudantes e para os grupos de ciências e de humanidades no final do curso**



As frases singulares do questionário cujos índices atitudinais mostram diferenças entre ciências e humanidades estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ) estão resumidas na tabela 5.7 e são poucas (9), ainda menos que as dos estudantes em início (11).

**Tabela 5.7. Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos de ciências e humanidades nos índices médios de frases de ambas as formas de questionários para estudantes em final**

Frases	Signif.	Tamanho do efeito
F1__1011B_A_ Ciencia	0,003	-0,917
F1__2041F_I_ Ética	0,002	-0,996
F1_C_3011E_A_ Interacción CTS	0,004	-1,194
F1_C_6061A_I_ Infra-representación de las mujeres	0,008	-1,307
F1__6061E_A_ Infra-representación de las mujeres	0,001	-1,173
F1__6061G_A_ Infra-representación de las mujeres	0,006	-1,022
F2__4013F_I_ Responsabilidad social / Información	0,004	2,842
F2__7071C_A_ Influencias nacionales	0,008	2,111
F2_C_9031B_I_ Esquemas de clasificación	0,002	-1,832

Todas as frases exibem diferenças cujo tamanho do efeito é relevante, superando o valor de 0,30, sendo apenas duas com valor positivo e sete com valor negativo, o que indica que na maioria delas os estudantes que acabam humanidades têm crenças melhores e mais positivas que os estudantes que acabam ciências. Além disso, as duas frases com diferenças relevantes a favor dos estudantes de ciências provêm da forma 2 do questionário e das questões, concretamente sobre a responsabilidade social, a informação e a influência nacional na investigação. Também é de notar que três das frases pertencem a uma mesma questão sobre a Infrarrepresentação das mulheres.

Existe apenas uma categoria do questionário cujo índice atitudinal médio mostra diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre o grupo de ciências e de humanidades e está apresentada na tabela 5.8. O tamanho do efeito é relevante, superior a 0,30, mostrando diferença negativa, o que significa que os estudantes de humanidades superam os de ciências.

**Tabela 5.8. Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos de ciências e humanidades nos índices médios de categorias de ambas as formas de questionários para estudantes em final**

Categorias	Signif.	Tamanho do efeito
Índice adecuadas F1_40531AD Bienestar social	0,009	-0,768

Existe apenas uma questão do questionário cujo índice atitudinal mostra diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciências e humanidades e está apresentada na tabela 5.9. Apresenta tamanho do efeito que supera o valor de 0,30 e é negativa, o que significa que os estudantes de humanidades que terminam o ensino superior têm crenças melhores e mais positivas que os estudantes de ciências. A questão diz respeito à infrarrepresentação das mulheres.

**Tabela 5.9. Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos de ciências e humanidades nos índices médios das questões de ambas as formas de questionários para estudantes em final**

Questões	Signif.	Tamanho do efeito
F1_60611 Infra-representación de las mujeres	0,006	-0,910

Em suma, para o grupo de estudantes que finaliza os seus estudos superiores, as diferenças entre estudantes de ciências e estudantes de humanidades são escassas. Os indicadores globais do tamanho das diferenças entre ambos os grupos são ligeiramente favoráveis ao grupo de humanidades. Considerando que foram analisadas três centenas de variáveis, as diferenças são estatisticamente significativas apenas numa minoria de variáveis, mas todas essas variáveis apresentam um tamanho das diferenças relevante ( $> 0,30$ ). Estes resultados sugerem que os estudantes do ensino superior que terminam os seus cursos nas áreas de ciências e engenharias não parecem evidenciar uma compreensão da NdCeT positiva e adequada e, em particular, ainda se situam numa posição inferior aos seus colegas que terminam cursos das áreas das humanidades. Os graus académicos obtidos por estes estudantes não lhes parecem trazer mais-valias significativas no

que respeita às suas atitudes para com a NdCeT. Não há diferenças significativas quando se comparam com a situação dos estudantes jovens que iniciam o ensino superior.

### Diferenças entre estudantes de ciências no início e no final do curso

O grupo de estudantes no início inclui os estudantes que estão a iniciar um curso na universidade enquanto os estudantes no final estão a completar a sua formação universitária.

Os resultados globais das médias e desvios dos índices das frases, categorias e questões da forma 1 para a amostra global dos estudantes de ciências ( $m = 0,078; 0,072; 0,064; DE = 0,573; 0,451; 0,278$ ) são muito similares aos mesmos parâmetros da forma 2 ( $m = 0,061; 0,092; 0,091; DE = 0,585; 0,440; 0,260$ ), mostrando as mesmas tendências gerais observadas na amostra total, e estão resumidas na tabela 5.10.

**Tabela 5.10. Resultados globais do grau de significação estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os estudantes de ciências, no início e no final do ensino superior, nos índices médios de frases, categorias e questões de ambas as formas de questionário**

	Estudantes no início		Estudantes no final		Total		Signif.	Tamanho do efeito
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		
F1 Frases	0,080	0,573	0,081	0,570	0,078	0,573	0,314	0,003
F1 Categorias	0,069	0,441	0,072	0,450	0,072	0,451	0,346	0,007
F1 Questões	0,067	0,277	0,057	0,282	0,064	0,278	0,352	-0,035
F2 Frases	0,069	0,577	0,030	0,590	0,061	0,585	0,343	-0,067
F2 Categorias	0,093	0,427	0,076	0,449	0,092	0,440	0,271	-0,037
F2 Questões	0,092	0,257	0,074	0,259	0,091	0,260	0,359	-0,072

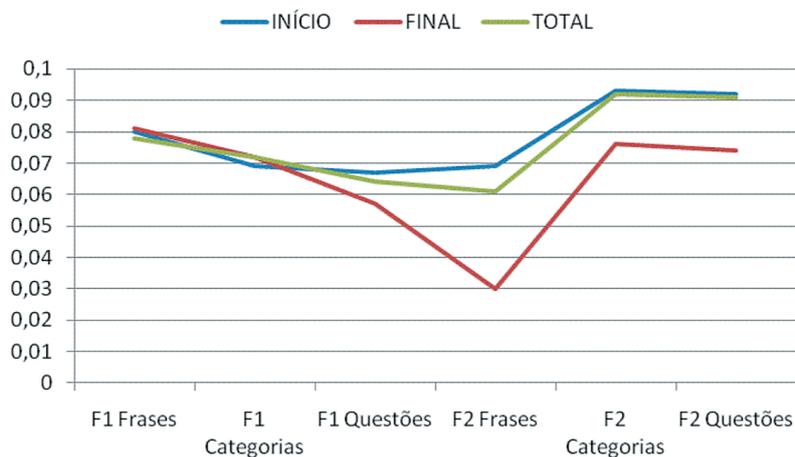
Os valores das médias e desvios dos índices das frases, categorias e questões da forma 1 para a amostra de estudantes no início ( $m = 0,080; 0,069; 0,067; DE = 0,573; 0,441; 0,277$ ) são muito similares aos mesmos parâmetros da forma 2 ( $m = 0,069; 0,093; 0,092; DE = 0,577; 0,427; 0,257$ ). Para o grupo de estudantes no final, os valores das médias e desvios dos índices das frases, categorias e questões da forma 1 ( $m = 0,081; 0,072; 0,057; DE = 0,570; 0,450; 0,282$ ) são também muito similares aos mesmos parâmetros da forma 2 ( $m = 0,030; 0,076; 0,074; DE = 0,590; 0,449; 0,259$ ), mostrando as mesmas tendências gerais observadas na amostra total.

A comparação desses parâmetros de índices médios globais de ambos os grupos (início e final) permite observar que o grupo de estudantes no início apresenta índices ligeiramente mais positivos nas questões da forma 1 e nas frases, categorias e questões da forma 2, apresentando o grupo de estudantes no final índices médios globais mais positivos apenas nas frases e categorias da forma 1. Este facto torna difícil concluir pela existência de diferenças nos dois grupos.

Contudo, como se pode verificar pelos valores do grau de significância (sempre  $> 0,01$ ) e do tamanho do efeito das diferenças em unidades padrão (sempre  $< 0,30$ ) apresentados na tabela 5.10, podemos concluir que não existem diferenças globais relevantes entre os dois grupos quer nas

frases, nas categorias ou nas questões, como é também evidente na representação gráfica apresentada na figura 5.4.

**Figura 5.4. Resultados médios globais obtidos nos índices médios de frases, categorias e questões de ambas as formas de questionário para a amostra de estudantes de ciências no início e no final do curso**



Apesar da inexistência de diferenças globais relevantes entre os grupos, poderá haver diferenças positivas relevantes quando se analisam todas as variáveis singulares de frases, categorias e questões.

A apresentação dos aspectos relevantes das diferenças existentes entre os estudantes no início e no final far-se-á seguindo o mesmo esquema anterior. Apresentam-se sucessivamente os resultados para as variáveis com diferenças relevantes ( $p < 0,01$  e tamanho do efeito  $> 0,30$ ) de frases, categorias e questões de ambas as formas do questionário, ordenados por ordem decrescente do tamanho do efeito.

A tabela 5.11 que se segue apresenta as frases em que as diferenças nos valores médios entre os alunos no início e no final são relevantes, indicando o valor do grau de significância e do tamanho do efeito dessas diferenças.

No total existem apenas 13 frases que apresentam diferenças significativas entre os estudantes no início e no final ( $p < 0,01$ ). Em seis dessas frases o tamanho do efeito é positivo, mas em apenas três é  $> 0,30$ , o que significa que a atitude dos estudantes no final é melhor do que no Início do curso. Contudo, existem sete frases em que, existindo diferenças com significado, o tamanho do efeito é negativo ( $< -0,30$  em quatro dessas sete), o que representa uma atitude menos adequada dos estudantes no final do curso. Destacam-se nas frases com tamanho do efeito mais positivo as que estão relacionadas com a Infrarepresentação das mulheres e com as decisões sociais. Das frases em que o tamanho do efeito é negativo (Início melhor que no final), destacam-se as relativas à Informação sobre a responsabilidade social e vantagens para a sociedade, bem como aos esquemas de classificação.

**Tabela 5.11. Resultados globais do grau de significação estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças nos índices médios das frases entre os grupos de estudantes de ciências no início e no final**

Frases	Signif.	Tamanho do efeito
F1_C_60611D_A_ Infra-representación de las mujeres	0,008	0,409
F2__40211F_A_ Decisiones sociales	0,005	0,397
F1__40161E_P_ Responsabilidad social / Contaminación	0,004	0,339
F2__20211A_I_ Industria	0,005	0,295
F2_C_90521A_I_ Papel de los supuestos	0,002	0,128
F2_C_90521B_I_ Papel de los supuestos	0,005	0,123
F2__40131E_I_ Responsabilidad social / Información	0,004	-0,055
F1_C_90411D_I_ Provisionalidad	0,000	-0,167
F1__80131B_A_ Ventajas para la sociedad	0,001	-0,293
F2_C_40211A_I_ Decisiones sociales	0,008	-0,305
F1__80131E_A_ Ventajas para la sociedad	0,007	-0,359
F2__90311C_P_ Esquemas de clasificación	0,003	-0,451
F2_C_40131G_I_ Responsabilidad social / Información	0,007	-0,528

A tabela 5.12 apresenta as variáveis de categorias em que as diferenças dos índices médios entre estudantes no início e no final do ensino superior são relevantes, indicando o valor do tamanho do efeito das diferenças para cada categoria relevante. No total há 14 categorias que exibem diferenças relevantes entre estudantes no início e no final do ensino superior. Metade dessas categorias apresenta valores positivos para o tamanho do efeito (No final têm pontuações maiores que no início), mas a outra metade apresenta valores negativos o que indica o contrário (no final têm pontuações mais baixas do que no início).

**Tabela 5.12. Resultados globais do grau de significação estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças nos índices médios das categorias, entre os grupos de estudantes de ciências no início e no final**

Categorias	Signif.	Tamanho do efeito
Índice adecuadas 40211AD Decisiones sociales	0,001	0,636
Experiencia científica de la ocupación	0,000	0,436
Peso del grado	0,000	0,313
Índice ingenuas 20211IN Industria	0,005	0,295
Experiencia científica de la ocupación	0,000	0,271
Índice de cultura científica	0,000	0,201
Índice de cultura científica	0,000	0,011
Peso del grado	0,000	-0,043
Índice ingenuas F1_70231IN Decisiones por consenso	0,003	-0,062
Índice ingenuas F1_90411IN Provisionalidad	0,001	-0,153
Índice ingenuas 40211IN Decisiones sociales	0,006	-0,232
Índice ingenuas 40131IN Responsabilidad social / Información	0,007	-0,300
Índice adecuadas F1_80131AD Ventajas para la sociedad	0,006	-0,364
Índice plausibles 90311PL Esquemas de clasificación	0,003	-0,451

As variáveis de questões em que as diferenças dos índices médios entre estudantes no início e no final são relevantes estão apresentadas na tabela 5.13 e são apenas duas.

Ambas as questões apresentam um valor negativo para o tamanho do efeito o que significa que os estudantes no final têm pontuações mais baixas do que no início. Na verdade, para a maioria das questões as diferenças entre o início e o final não são relevantes.

**Tabela 5.13. Resultados globais do grau de significação estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças nos índices médios das questões entre os grupos de estudantes de ciências no início e no final**

Questões	Signif.	Tamanho do efeito
F1_70231 Decisiones por consenso	0,001	-0,054
F2_90311 Esquemas de clasificación	0,009	-0,603

A análise das diferenças entre estudantes no início e no final da sua formação universitária serve para avaliar a eficácia dos cursos de ciências e tecnologia no que se refere ao desenvolvimento de uma melhor compreensão da NdCeT.

Em suma, parece haver poucas diferenças entre os dois grupos de estudantes. Os indicadores globais do tamanho das diferenças entre ambos os grupos são praticamente nulos, e quando se analisam as três centenas de variáveis analisadas, as diferenças são estatisticamente significativas apenas nos casos expostos nas tabelas anteriores. Além disso, é de realçar que muito poucas dessas variáveis exibem um tamanho das diferenças relevante ( $> 0,30$ ). Este resultado vem confirmar a necessidade de englobar nos currículos temas de NdCeT, de uma forma mais sistemática e transversal ao longo dos diferentes níveis de ensino.

## Conclusões

Pretendemos ao longo deste capítulo fazer a descrição dos resultados obtidos nos grupos de estudantes de ciências e de humanidades. Como conclusão geral, no que se refere ao tema aqui desenvolvido, pode-se dizer que os resultados obtidos revelam atitudes moderadamente adequadas e informadas sobre a NdCeT. Quando analisadas as diferenças existentes entre os dois grupos, parece haver poucas diferenças que se manifestem de forma expressiva, persistindo apenas algumas diferenças pontuais. Este resultado permite concluir que a frequência em cursos de ciência e tecnologia no ensino superior não contribui de forma significativa para uma melhor compreensão da NdCeT.

Outra das questões que orientou este estudo era a de saber se no final do curso os estudantes universitários que tinham frequentado cursos de ciências apresentavam atitudes mais informadas sobre a NdCeT relativamente aos estudantes que estavam a começar o curso. Quanto a este aspecto, verificou-se que para a maioria das questões as diferenças entre o início e o final não são relevantes. Em suma, parece haver poucas diferenças entre os dois grupos de estudantes. Seria de esperar resultados bastante mais positivos no grupo de estudantes que já fizeram o

seu percurso universitário, sobretudo em cursos da área das ciências e engenharias, mas isso, de facto, não acontece a não ser em algumas questões pontuais.

A conjugação destes resultados permite concluir que, de um modo geral, muito há a fazer em termos de educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Uma breve análise das orientações curriculares e/ou programas de ciências dos ensinos básico e secundário portugueses permite verificar que existem orientações claras no sentido de promover o conhecimento e compreensão sobre a Natureza da Ciência (NdC), quer no ensino básico [dividido em três ciclos: 1.º ciclo (6-9); 2.º ciclo (10-11) e 3.º ciclo (12-14)], quer no ensino secundário (15-17).

Os resultados obtidos neste estudo e aqui apresentados levam-nos a concluir que, apesar de essa preocupação estar presente, ela não se traduz em atitudes muito informadas, da parte dos estudantes em geral, no que se refere à compreensão da NdCeT.

Embora as conclusões aqui apresentadas não possam ser generalizadas a todo o país, dada a assimetria regional da amostra, elas são um indicador a se ter em conta, pois demonstram que muito trabalho falta fazer no que se refere à aplicação efectiva das orientações presentes nos programas dos diferentes níveis de ensino parcial a ser utilizado pelo trabalhador.



## 6. Diferencias en la comprensión de la NdCyT entre profesores en formación que inician la universidad y los que finalizan su grado

María Mercedes Callejas Restrepo y Edgar Alberto Mendoza Parada<sup>1</sup>

### Introducción

Los retos que deben enfrentar los profesores de ciencias en la educación básica y media para impartir conocimientos actualizados de la NdCyT, así como para enseñar de manera coherente con los puntos de vista contemporáneos, exigen que los currículos universitarios para la formación de profesores propicien la comprensión de la NdCyT, fortalezcan la vinculación entre la teoría y la práctica en la enseñanza de las ciencias y la tecnología, estimulen la reflexión crítica y la investigación del docente sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y la tecnología, y promuevan una práctica más reflexiva y creativa (Acevedo, 2009; Vázquez y otros, 2007).

Es necesario favorecer aprendizajes con relevancia personal y social producto del interés promovido por los profesores sobre la importancia de los conocimientos científicos y tecnológicos para comprender el mundo y actuar en él (Vázquez y Manassero, 2007; Vázquez y otros, 2005). La educación científica es importante para la formación de los ciudadanos que viven en un mundo en gran medida construido por la ciencia y la tecnología, y que han de participar en numerosas decisiones relacionadas con el manejo y el control de ese mundo. La introducción de los temas tecnológicos en la educación básica y la rápida evolución tecnológica que percibe todo individuo hace necesaria una reflexión permanente que incida en la delimitación y construcción del área de la tecnología y sus interrelaciones con las ciencias naturales y sociales. En este sentido, un análisis de las actitudes de los docentes ofrece elementos para asumir este reto.

La introducción de las relaciones entre CTS en la enseñanza de las ciencias y la tecnología muestra las múltiples dimensiones de los diferentes factores que intervienen en la solución de problemas científicos y tecnológicos, además de dar una visión histórica y una contextualización de los contenidos enseñados (Acevedo, Manassero y Vázquez, 2002; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Ríos y Solbes, 2007).

Lo anterior permitirá confrontar el hecho de que “los currículos de ciencias suelen centrarse sobre todo en los contenidos conceptuales y regirse por la lógica interna de la ciencia, pero se olvidan de dar formación sobre la ciencia misma, es decir, sobre qué es la ciencia, cómo funciona internamente, cómo se desarrolla, cómo construye su conocimiento, cómo se relaciona con la sociedad, qué valores utilizan los científicos en su trabajo profesional, etc.” (Vázquez y otros, 2007).

---

1. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

El dominio teórico y práctico de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la formación implica ir más allá del dominio de los *contenidos científicos o tecnológicos* de la profesión que se considera son los más importantes para compartir con los estudiantes desde esta perspectiva. El profesor parte de identificar las finalidades educativas de la enseñanza de las ciencias y la tecnología desde el enfoque CTS e inicia con la planificación reflexiva de su actividad docente, estudia la estructura conceptual de los saberes, los problemas y las preguntas que han estimulado su construcción, los procesos de articulación de los temas científicos y tecnológicos con actividades del contexto social, cultural y educativo y, entonces, se espera que pueda comprender a fondo lo que deben aprender sus estudiantes (Acevedo, 2009).

Este análisis cuestiona la mirada tradicional sobre el profesor de ciencias y tecnología, y plantea la necesidad de reconocer que “la educación CTS se centra en los estudiantes, no en la materia; trata de facilitarles la comprensión de sus experiencias y fenómenos que suceden en su vida diaria, de forma que el aprendizaje escolar se aplique en su entorno tecnológico y social y les facilite la participación democrática en la toma de decisiones sobre cuestiones sociales relacionadas con ciencias y tecnología” (Vázquez y Alarcón, 2010).

Otra reflexión sobre la comprensión de la naturaleza de las ciencias y la tecnología muestra la importancia de la disposición personal y la afectación íntima en el sujeto que comprende. Según R. Barnett, por cerebral y abstracta que parezca, en la verdadera comprensión siempre hay un componente vital. La comprensión invade el mundo de la vida. Tiene un carácter existencial. Esta mirada confronta currículos y profesores en la medida que la comprensión que el estudiante puede lograr sobre los temas de ciencias y tecnología se pueden expresar de múltiples maneras y, como posee un componente de validez, debe ser puesta a prueba para ver si se trata de una *comprensión verdadera*. El profesor debe ayudar al estudiante a saber que existen modos alternativos de comprender una cuestión o de abordar una tarea compleja. La tarea es “promover una comprensión, que se puede asumir con cierta pasión, pero a partir de una comprensión más profunda” (2001).

En el marco del proyecto PIEARCTS, y para los propósitos de esta publicación, el presente capítulo aborda el análisis sobre la influencia real de la educación superior en ciencia y tecnología para mejorar la comprensión de la NdCyT por los graduados universitarios, en este caso, profesores en formación. La pregunta orientadora es si los grados de licenciatura en ciencias y en tecnología de la universidad contribuyen significativamente con sus currículos a mejorar la comprensión de la NdCyT por los profesores de ciencias en formación para el nivel de educación básica secundaria.

La interpretación de los resultados pone de manifiesto las debilidades y las fortalezas de los programas de formación inicial de profesores de ciencias y tecnología en la universidad, y permite una reflexión crítica sobre las políticas educativas acerca de la inclusión de los temas CTS en los currículos de los diferentes niveles educativos.

## Metodología

### Muestra

La presentación de resultados toma como muestra de Bogotá, Colombia, a los 292 estudiantes del primer y último año de cinco programas de licenciatura que ofrece la Universidad Pedagógica

Nacional en la Facultad de Ciencia y Tecnología, quienes se forman como profesores de ciencias para la educación básica y media en las áreas de química, física, biología, matemáticas y electrónica. Estos programas tienen una duración de diez semestres.

La tabla 6.1 describe al grupo de inicio o estudiantes jóvenes (G1), que son los estudiantes que cursan el primer o segundo semestre, y al grupo final o estudiantes veteranos (G2), que son los estudiantes que cursan el noveno o el décimo semestre. Un poco más de la mitad de la muestra, el 53%, son mujeres, y el 47%, hombres.

**Tabla 6.1. Muestra profesores de ciencias en formación**

COCTS	Profesores en formación	
	Estudiantes de licenciaturas en ciencias	
	Grupo inicio jóvenes (G1)	Grupo final veteranos (G2)
Cuestionario 1	80	69
Cuestionario 2	72	73
<b>Total</b>	<b>152</b>	<b>142</b>

## Instrumento

El instrumento utilizado en el proyecto PIEARCTS contiene 30 cuestiones del COCTS, presentados en dos cuestionarios, F1 y F2, que son aplicados a los dos grupos de la muestra de profesores en formación, G1 y G2. La potencialidad del cuestionario para evaluar la comprensión sobre la NdCyT es muy amplia, tanto en cobertura temática como en posibilidades de diagnosticar actitudes personales y grupales, sobre una cuestión o un grupo de cuestiones. El COCTS adopta un modelo de respuesta múltiple (MRM) (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2004), que permite la valoración de todas las alternativas propuestas para una cuestión, las cuales fueron construidas de forma empírica a partir de entrevistas y preguntas abiertas (Vázquez y otros, 2006).

Los datos obtenidos con el MRM se trataron estadísticamente (SPSS) para obtener los índices de actitud global y los específicos para las 200 frases, las 87 categorías de respuesta (adecuada, A; ingenua, I, y plausible, P) y las 30 cuestiones (15 del F1 y 15 del F2).

## Procedimiento

El tratamiento de la información obtenida de la evaluación diagnóstica realizada con los grupos descritos en el marco del proyecto PIEARCTS integra tanto el análisis cualitativo como la aplicación cuantitativa de la estadística inferencial y la comparación entre el G1 y el G2. Los índices actitudinales son los indicadores cuantitativos de las creencias y actitudes de los encuestados normalizados en el intervalo  $[-1, +1]$ . El propósito es identificar los puntos débiles y fuertes de las actitudes CTS de los estudiantes de los programas de licenciatura (profesores en formación), así como detectar las necesidades de innovación en la educación científica y tecnológica para mejorar la comprensión de la NdCyT en los procesos de formación inicial de los profesores de ciencias en la universidad.

Las diferencias entre el G1 y el G2 se estudian mediante un análisis de la varianza aplicado a todas las variables, desde los índices ponderados de las 15 cuestiones hasta las diferencias en las frases opcionales, pasando por los índices de las tres categorías de cada cuestión (A, P e I).

De acuerdo con la explicación realizada en el capítulo 2 sobre la metodología del proyecto PIEARCTS, 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 el uso de dos estadísticas: el grado de la probabilidad de significación estadística ( $p < 0,01$ ) y el tamaño del efecto de las diferencias, que se consideran aproximadamente relevantes si  $d > 0,30$ , y en otro caso se consideran irrelevantes. Es así como el criterio general para delimitar las frases con las actitudes más positivas o negativas y las diferencias relevantes entre grupos aplica un valor de corte a las puntuaciones medias y al tamaño del efecto de las diferencias en torno a 0,30 unidades para identificar diferencias relevantes; por debajo de este umbral, las puntuaciones o las diferencias se consideran irrelevantes, aunque algunas pueden ser aún estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ), y viceversa, diferencias relevantes que pueden no ser significativas estadísticamente ( $p > 0,01$ ).

En este capítulo se realiza el análisis en base al tamaño del efecto de las diferencias que permite cuantificar la magnitud de la diferencia entre el G1 y el G2 en unidades de desviación estándar. Una vez realizado el cálculo, se seleccionan las frases, categorías y cuestiones con un tamaño del efecto relevante a favor del G2 (mayor que 0,30) o un tamaño del efecto menor que -0,30, el cual es considerado relevante y a favor del G1. Estos criterios permiten identificar los puntos fuertes y débiles de la comprensión de la NdCyT y las diferencias entre los dos grupos.

## Resultados

Los resultados que se presentan responden a la pregunta planteada en la introducción de este capítulo y muestran la influencia real de la universidad en la formación de los profesores de ciencias y tecnología para mejorar la comprensión de la NdCyT por los graduados universitarios.

Como referencia general de la muestra de estudiantes de las licenciaturas en ciencias y tecnología, se ofrecen las grandes medias globales de los promedios de los índices de las frases, categorías y cuestiones para los dos cuestionarios (1 y 2).

La tabla 6.2 muestra los resultados globales de promedios (m) y desviaciones (DE) de los índices de las frases, categorías y cuestiones, para los dos cuestionarios en que se presenta el cuestionario y para los dos grupos de población.

**Tabla 6.2. Resultados globales de promedios y desviaciones de los índices de frases, categorías y cuestiones**

Grupos COCTS		Jóvenes (G1)			Veteranos (G2)		
		Frases	Categorías	Cuestiones	Frases	Categorías	Cuestiones
F1	m	0,099	0,093	0,081	0,129	0,108	0,103
	DE	0,572	0,455	0,268	0,556	0,452	0,262
F2	m	0,0049	0,053	0,054	0,0319	0,071	0,068
	DE	0,579	0,463	0,263	0,602	0,482	0,290

La comparación de los índices globales anteriores correspondientes a las frases, categorías y cuestiones entre estudiantes jóvenes y veteranos indica una mejor puntuación sistemática de los estudiantes veteranos en todas las variables de ambos cuestionarios; estos tienen puntuaciones más altas que los jóvenes en la mayoría de las variables. Esto sugeriría para el grupo de los veteranos un desplazamiento de los índices en las distintas dimensiones hacia una menor coincidencia con las frases ingenuas junto con un incremento en el índice de las adecuadas, y una mayor comprensión en aspectos expresados en frases específicas en los que el índice sea significativamente mayor.

Sin embargo, la relevancia estadística de las diferencias expresada en el tamaño del efecto ( $d$ ) que indica una diferencia relevante (esperada) a favor de los veteranos si  $d > 0,30$  y una diferencia relevante (sorprendente) a favor de los más jóvenes si  $d < -0,30$ , apunta en sentido contrario mostrando ausencia de evidencia de impacto significativo del proceso de formación durante la licenciatura.

Las cuestiones donde las diferencias de los índices medios entre estudiantes jóvenes y veteranos son relevantes se muestran en la tabla 6.3, en un formato presentado en el capítulo 2 que permite ver las diferencias en relación con su ubicación en la taxonomía (dimensiones) en que se agrupan las cuestiones del COCTS para propósitos de análisis. En total, hay apenas 8 cuestiones (de 30) que exhiben diferencias significativas; 6 positivas (los veteranos tienen puntuación mayor que los jóvenes) y 2 negativas, en las que los jóvenes tienen mejor índice que los estudiantes próximos a graduarse. De manera complementaria, en la mayoría de las cuestiones (22), las diferencias entre jóvenes y veteranos, no son relevantes; en 6 de estas cuestiones tampoco se presenta una diferencia significativa en ninguna de sus frases.

**Tabla 6.3. Resultados globales del tamaño del efecto ( $d$ ) de las diferencias entre los grupos de estudiantes jóvenes y veteranos de ciencias en los índices medios de cuestiones de ambas formas de cuestionarios**

Dimensiones	F1 - Cuestiones	$d$	F2 - Cuestiones	$d$
a) Definición de ciencia y tecnología			F2_10211 Tecnología	-0,3666
b) Sociología externa de la ciencia				
• Influencia triádica	F1_30111 Interacción CTS	0,3310		
• Influencia de la sociedad en CyT	F1_20141 Política del gobierno del país	0,6501		
• Influencia de CyT en la sociedad			F2_40131 Responsabilidad social / Información	-0,4978
			F2_40211 Decisiones sociales	0,3391
c) Sociología interna de CyT	F1_60611 Infra-representación de mujeres	0,3757		
d) Epistemología			F2_90521 Papel de los supuestos	0,5262
			F2_91011 Estatus epistemológico	0,3117

La tabla 6.4 lista las frases donde las diferencias de los índices medios entre estudiantes jóvenes y veteranos son notables, indicando para cada frase relevante el valor del tamaño del efecto de las diferencias. De un total de 200 frases en el cuestionario, hay 39 con diferencia significativa, de las cuales 26 son positivas (veteranos con puntuación mayor que los jóvenes) y 13 son negativas (jóvenes mejor que veteranos). Apenas 12 frases con diferencia significativa positiva y 3 negativas están asociadas a las 8 cuestiones donde la diferencia global de la cuestión es significativa. Las 24 frases restantes (14 positivas y 10 negativas) corresponden a 17 de las 22 cuestiones en las

que no hay diferencia significativa global de la cuestión pero que contienen frases con diferencia significativa positiva o negativa. En 5 de las cuestiones no hay frases con diferencias significativas, con lo que en conjunto puede afirmarse que no existe diferencia significativa de los estudiantes al principio y al final de su proceso de formación.

**Tabla 6.4. Resultados globales del tamaño del efecto (d) de las diferencias entre estudiantes jóvenes y veteranos de ciencias en los índices medios de frases de ambas formas de cuestionarios**

Dimensiones	F1 - Frases	d	F2 - Frases	d
Definición de ciencia y tecnología	F1_10111B_A_Ciencia	0,3577	F2_10211G_A_Tecnología	-0,3848
	F1_10111H_A_Ciencia	-0,3228		
	F1_C_10411B_A_Interdependencia	0,3521		
Sociología externa				
• Influencia triádica	F1_30111C_I_Interacción CTS	0,3208		
	F1_C_30111G_I_Interacción CTS	0,3859		
	F1_C_30111A_I_Interacción CTS	0,3128		
• Influencia de la sociedad en CyT	F1_C_20141I_I_Política del gobierno del país	0,5325	F2_20211C_P_Industria	-0,4708
	F1_20141F_A_Política del gobierno del país	0,4820		
	F1_20411B_P_Ética	0,3153	F2_20511D_P_Instituciones educativas	0,3912
• Influencia de CyT en la sociedad	F1_C_40161C_A_Responsabilidad social / Contaminación	0,5045	F2_C_40131C_A_Responsabilidad social / Información	-0,627
			F2_C_40131G_I_Responsabilidad social / Información	-0,3456
	F1_40221A_P_Decisiones morales	-0,3329	F2_C_40211B_I_Decisiones sociales	0,5075
	F1_C_40221F_I_Decisiones morales	0,4151		
	F1_C_40221D_I_Decisiones morales	0,3262		
	F1_40531D_A_Bienestar social	-0,4121	F2_40421A_I_Aplicación a la vida diaria	0,4133
• Influencia ciencia escolar sociedad			F2_50111D_P_Unión de dos culturas	0,3185
Sociología Interna de CyT	F1_C_60611A_I_Infra-representación de las mujeres	0,3580	F2_60521I_P_Equidad de género	-0,3883
	F1_C_60611B_I_Infra-representación de las mujeres	0,5636	F2_60521A_P_Equidad de género	0,3466
			F2_C_70211A_I_Decisiones científicas	0,329
	F1_80131E_A_Ventajas para la sociedad	0,3688		
Epistemología	F1_90211G_P_Modelos científicos	-0,3546	F2_90111B_A_Observaciones	0,3771
			F2_C_90111E_I_Observaciones	0,3177
			F2_C_90311A_I_Esquemas de clasificación	0,7457
			F2_C_90311B_I_Esquemas de clasificación	0,5824
			F2_90311C_P_Esquemas de clasificación	-0,318
	F1_90621E_P_Método científico	-0,415	F2_C_90521A_I_Papel de los supuestos	0,3528
			F2_90521E_I_Papel de los supuestos	0,3199
			F2_C_91011A_I_10 Estatus epistemológico	0,3347
			F2_91011D_P_10 Estatus epistemológico	0,3223

En la tabla 6.5 se presentan, para cada una de las dimensiones, las variables de categorías donde las diferencias de los índices medios entre estudiantes jóvenes y veteranos son relevantes, indicando el valor del tamaño del efecto de las diferencias para cada categoría. En total hay 19 categorías de 87 (22%) que exhiben diferencias relevantes entre jóvenes y veteranos, 11 positivas (los veteranos tienen una puntuación mayor que los jóvenes) y 8 negativas (los jóvenes mejor que los veteranos) repartidas entre las dos formas. La lista permite observar también que casi todas estas

categorías pertenecen a la clase de adecuadas (8) e ingenuas (8), mientras que solo 3 pertenecen a la categoría plausibles.

**Tabla 6.5. Resultados globales del tamaño del efecto (d) de las diferencias entre los grupos de estudiantes jóvenes y veteranos de ciencias en los índices medios de categorías de ambas formas de cuestionarios**

Dimensiones	F1 - Categorías	d	F2 - Categorías	d
Definición de ciencia y tecnología			Índice adecuadas Tecnología F2_10211AD	-0,384
Sociología externa de la ciencia				
• Influencia triádica	Índice ingenuas F1_30111IN Interacción CTS	0,3872		
• Influencia de la sociedad en CyT	Índice ingenuas F1_20141IN Política del gobierno del país	0,4439		
	Índice adecuadas F1_20141AD Política del gobierno del país	0,4226		
	Índice plausibles F1_20411PL Ética	-0,3118		
• Influencia de CyT en la sociedad	Índice adecuadas F1_40161AD Responsabilidad social / Contaminación	0,3198	Índice adecuadas F2_40131AD Responsabilidad social / Información	-0,440
	Índice ingenuas F1_40221IN Decisiones morales	0,4774	Índice ingenuas F2_40211IN Decisiones sociales	0,3878
	Índice adecuadas F1_40531AD Bienestar social	-0,3861	Índice ingenuas F2_40421IN Aplicación a la vida diaria	0,4133
			Índice adecuadas F2_40421AD Aplicación a la vida diaria	0,3594
Sociología interna de CyT				
	Índice ingenuas F1_60611IN Infra-representación de las mujeres	0,3760		
	Índice adecuadas F1_80131AD Ventajas para la sociedad	0,4272		
Epistemología				
	Índice plausibles F1_90211PL Modelos científicos	-0,3303	Índice adecuadas F2_90111AD Observaciones	-0,338
			Índice ingenuas F2_90311IN Esquemas de clasificación	0,688
			Índice plausibles F2_90311PL Esquemas de clasificación	-0,319
			Índice ingenuas F2_90521IN Papel de los supuestos	0,4331

Las diferencias de actitud y comprensión sobre la NdCyT pueden analizarse considerando en primer lugar las cuestiones agrupadas en las dimensiones *Definición de ciencia y tecnología* y *Epistemología*. En la primera se indaga sobre las definiciones de ciencia y de tecnología, por su interrelación y por la relación de la tecnología con la calidad de vida, lo que puede considerarse consustancial a la tecnología. En la dimensión epistemológica se exploran los modelos y el método científico, el carácter de la observación científica y de los esquemas de clasificación, la producción científica y su carácter histórico, y la relación entre hipótesis, leyes y teorías.

La ausencia de diferencias relevantes entre estudiantes veteranos y noveles en el campo de la definición de ciencia y tecnología puede visualizarse a través de diferentes indicadores. En la tabla 6.6 se muestran los valores del tamaño del efecto, los valores promedios de los índices por cuestión para jóvenes y veteranos, y los enunciados de las frases en los que hay diferencia significativa para cada una de las 4 cuestiones de la dimensión. Solo en una de las 4 cuestiones y en cuatro de las

30 frases hay diferencia significativa, y de estas, dos son a favor de los más jóvenes y dos a favor de los veteranos. Por otra parte, la evaluación del tamaño del efecto de la diferencia de los índices de las categorías (A, I y P) asociada a cada una de las cuatro cuestiones del grupo nominado como *Definición de ciencia y tecnología*, muestra que solo en una de las doce, la correspondiente a la categoría adecuada de la definición de la tecnología, tiene diferencia significativa, que es negativa. Así, el esperado desplazamiento hacia el incremento de los índices por categorías desde los noveles a los veteranos no se registra.

**Tabla 6.6. Resultados del tamaño del efecto (d) de las diferencias entre los grupos de estudiantes jóvenes y veteranos de ciencias en los índices medios de la definición de ciencia y tecnología**

Forma 1 – Cuestiones y frases	d	Forma 2 – Cuestiones y frases	d
F1_10111 Ciencia	0,0113	F2_10211 Tecnología	-0,3666
<i>La ciencia principalmente es:</i>		<i>La tecnología principalmente es:</i>	
<i>B_A_</i>		<i>G_A</i>	
Un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida)	0,3577	Ideas y técnicas para diseñar y hacer cosas; para organizar a los trabajadores, la gente de negocios y los consumidores, y para el progreso de la sociedad	-0,3848
<i>H_A_</i>			
Un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante	-0,3228		
F1_10411 Interdependencia	0,215	F2_10421 Interdependencia / Calidad de vida	-0,0316
<i>La ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas entre sí:</i>			
<i>B_A_</i>			
Porque la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica	0,3521		

El análisis de las diferencias entre estudiantes jóvenes y veteranos sirve para valorar la eficacia de los grados de ciencias y tecnología para desarrollar en los estudiantes una mejor comprensión de la NdCyT, en la medida en que cabe atribuir al sistema escolar las diferencias observadas. Considerando la especificidad disciplinar de las licenciaturas (matemáticas, física, química, biología y electrónica) y los niveles bajos en los índices de los estudiantes en sus dos primeros semestres, es muy pertinente para la definición de opciones de política constatar que estos no se modifican durante el transcurso de sus estudios en campos como el de la comprensión de la tecnología o de la NdC, en los que la experiencia escolar puede reconocerse de mayor importancia relativa que la de otras fuentes de conocimiento no contemplado en el currículo.

En la dimensión *Epistemología*, solo en dos de las siete cuestiones y en 11 de las 38 frases se muestran diferencias significativas, siendo a favor de los veteranos siete frases y las dos cuestiones, en las que además las frases con diferencia significativa, las atinentes a leyes y teorías y el papel de las suposiciones, también los favorecen. Sin embargo, aunque no alcanzan a clasificarse como significativas cinco de las siete cuestiones son favorables a los jóvenes, y de esas, en cuatro se encuentran frases significativamente mejores a ellos. La tabla 6.7 muestra un panorama general que apunta en la misma dirección que en la definición de ciencia y tecnología a la ausencia de mejoramiento durante el proceso de formación.

**Tabla 6.7. Resultados del tamaño del efecto (d) de las diferencias entre los grupos de estudiantes jóvenes y veteranos de ciencias en los índices medios de la dimensión de epistemología**

F1 – Cuestiones y frases	d	F2 – Cuestiones y frases	d
F1_90211 Modelos científicos	-0,1724	F2_90111 Observaciones	-0,1136
<i>Los modelos científicos son copias de la realidad:</i>		<i>Las observaciones científicas hechas por científicos competentes serán distintas si estos creen en diferentes teorías:</i>	
G_P_		B_A	
Porque estos modelos deben ser ideas o conjeturas bien informadas, ya que el objeto real no se puede ver	-0,3546	Sí, porque los científicos pensarán de manera diferente y esto alterará sus observaciones	-0,3771
		E_I	
		No, las observaciones son exactamente lo que vemos y nada más; son los hechos	0,3177
F1_90411 Provisionalidad	-0,1433	F2_90311 Esquemas de clasificación	
		<i>Cuando los científicos clasifican algo (por ejemplo, una planta de acuerdo con su especie o una estrella según su tamaño), están clasificando la naturaleza tal como realmente es; cualquier otra manera sería simplemente errónea:</i>	-0,2637
		A_I_	
		Las clasificaciones se ajustan a como es realmente la naturaleza, ya que los científicos las han probado a lo largo de muchos años de trabajo	0,7457
		B_I_	
		Las clasificaciones se ajustan a como es realmente la naturaleza, ya que los científicos usan las características observables cuando clasifican	0,5824
		C_P	
		Los científicos clasifican la naturaleza de la manera más simple y lógica posible, pero esta forma no es necesariamente la única	-0,3189
F1_90621 Método científico	-0,1045	F2_90521 Papel de los supuestos	0,5262
<i>Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico.</i>		<i>Las suposiciones tienen que ser verdaderas para que la ciencia progrese:</i>	
E_P		A_I_	
Muchos descubrimientos científicos fueron hechos por casualidad, y no siguiendo el método científico	-0,415	Porque se necesitan suposiciones correctas para tener teorías y leyes correctas. En caso contrario, los científicos perderían mucho tiempo y esfuerzo empleando teorías y leyes erróneas	0,3528
		E_I	
		Los científicos no hacen suposiciones. Investigan una idea para averiguar si es verdadera. No suponen que sea verdad	0,3199
		F2_91011 Estatus epistemológico	0,3117
		<i>Los científicos descubren las leyes, hipótesis y teorías científicas:</i>	
		A_I	
		Porque las leyes, hipótesis y teorías están ahí afuera, en la naturaleza, y los científicos solo tienen que encontrarlas	0,3347
		D_P	
		Algunos científicos se tropiezan con una ley por casualidad, por tanto la descubren. Pero otros científicos inventan la ley a partir de los hechos conocidos	0,3223

En los tópicos relativos a la sociología interna y externa de la ciencia se mantiene, aunque en más leve proporción, el comportamiento similar entre los dos grupos de estudiantes: de las 19 cuestiones y 128 frases del conjunto, hay diferencias relevantes en 5 cuestiones (4:1 a favor de veteranos)

y 24 frases (17:7 a favor de veteranos). Es destacable el mejor comportamiento de los veteranos en las cuestiones relativas a la interacción bidireccional de la tríada CTS, a la influencia de la política sobre las actividades de CyT y al reconocimiento de la importancia de la participación de la sociedad en las decisiones sobre ciencia y tecnología, y la consistencia del mejor comportamiento de los veteranos en las distintas frases de las mismas cuestiones.

Aunque sutil, la percepción de un mayor impacto en el mejoramiento de los índices de los veteranos sobre los jóvenes en las dimensiones relacionadas con la sociología interna y externa de la CyT más que en las definiciones de ciencia y tecnología y en la epistemología, unida al hecho de que los grupos analizados corresponden a estudiantes que desarrollan planes de estudio con contenido disciplinar en matemáticas, ciencias naturales y electrónica, sugiere la necesidad de incrementar las experiencias formativas específicas al ámbito escolar, que proporcionen al estudiante comprensiones sobre los procesos de producción de ciencia y tecnología y escenarios de reflexión basados en esa vivencia y disposición que permitan acercarse a las múltiples interacciones sociales de la producción científica y tecnológica con la sociedad y con el ambiente.

En la dimensión *Influencia de la CyT en la sociedad* preocupa la actitud de los veteranos en relación con la responsabilidad de la comunidad científica por informar a la sociedad acerca de los descubrimientos científicos y su impacto; el tamaño del efecto negativo muestra diferencias relevantes entre los dos grupos a favor de los jóvenes. La importancia de la comunicación de la ciencia a la sociedad y las implicaciones que la información adecuada y confiable tiene en la democratización de los resultados científicos debe ser considerada en los currículos de formación de educadores en el marco de la comprensión de la NdCyT y la formación ciudadana.

Los índices positivos relevantes del tamaño del efecto identifican los puntos más sólidos de los estudios de licenciatura en ciencias y tecnología para mejorar la comprensión de la NdCyT, mientras los índices negativos relevantes (menor número) identifican los puntos más débiles del aprendizaje producido por los grados de CyT. Respecto a la capacidad de los currículos de formación de profesores de ciencias para mejorar la comprensión de la NdCyT, deberían considerarse puntos débiles todas aquellas variables señaladas en las tablas anteriores que tienen un tamaño del efecto relevante y negativo y todas las que no llegan a tenerlo positivo.

La evidencia empírica expuesta no es decisiva para sostener que los estudios de licenciatura en ciencias y tecnología aumentan la comprensión de la NdCyT de manera significativa. Por un lado, el número total de variables de frases, categorías y cuestiones que exhiben diferencias positivas relevantes son pocas (43) si se confrontan con el total de variables analizadas (13,5% aproximadamente). Por otro lado, 23 variables exhiben diferencias relevantes negativas, que son un indicador de que también existe un cierto número de variables cuyas diferencias son negativas, aunque no sean relevantes, y, por tanto, indicadores de aspectos que empeoran a pesar del aprendizaje realizado durante nueve semestres en la universidad.

Por otra parte, a favor de la contribución significativa de los estudios de licenciatura en ciencias y tecnología a la comprensión de la NdCyT, está la evidencia de la observación de diferencias globales netas favorables a los estudiantes veteranos, la obtención de un mayor número de variables de frases, categorías y cuestiones con más diferencias positivas que negativas y, finalmente, que es mayor el número de cuestiones (18 de 30) cuyos índices positivos representan más sintéticamente la comprensión sobre cada tema.

En síntesis, en los estudios de licenciatura en ciencias y tecnología en los cuales se forman inicialmente los profesores de ciencias en la universidad, hay una tendencia general a propiciar en los estudiantes una comprensión de la NdCyT, pero este propósito no se expresa en aprendizajes más profundos y pertinentes desde que ingresa a la universidad hasta la finalización de sus estudios.

## Conclusiones

Un análisis de las políticas educativas en Colombia muestra el interés por considerar las relaciones CTS en los currículos de educación básica y media. La Ley 115 de 1994 expresa en el artículo 5.º sobre los fines de la educación:

1. *El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país.*
2. *La promoción en la persona y en la sociedad de la capacidad para crear, investigar, adoptar la tecnología que se requiere en los procesos de desarrollo del país y le permita al educando ingresar al sector productivo.*

Frente a estas intencionalidades, es importante preguntarse por su inclusión en los currículos de formación de profesores en la universidad, ya que los resultados del diagnóstico realizado en el proyecto PIEARCTS muestran que no hay diferencias relevantes entre los estudiantes jóvenes y los veteranos frente a muchos de los temas relacionados con la comprensión de la NdCyT, como la interdependencia entre CyT y la importancia de la tecnología para la calidad de vida del país.

En relación con las definiciones, no se presentó la diferencia esperada entre veteranos y jóvenes; y en una de las cuestiones, la que hace referencia a la naturaleza de la tecnología, la diferencia relevante está a favor del grupo de los jóvenes. Preocupa en este caso que las actitudes que han construido los jóvenes en su formación básica y media, y con las cuales llegan a la universidad, no sean fortalecidas y enriquecidas y el cambio se dé hacia actitudes ingenuas, razón de más para analizar los currículos desde la perspectiva CTS, las formas de presentar las relaciones entre la ciencia y tecnología en un contexto social y las estrategias de enseñanza propuestas por los profesores universitarios para propiciar los aprendizajes de los estudiantes.

Vázquez y Alarcón (2010), plantean desde la didáctica de la tecnología, la importancia de las relaciones entre la ciencia y la tecnología, reconociendo que esta es “un cuerpo de conocimiento acerca del diseño y creación de productos útiles y de los procesos para resolver los problemas que plantea lo anterior”. Por lo tanto, “la comprensión científica del mundo natural es base para el desarrollo tecnológico hoy y la tecnología es la base para una buena parte de la investigación científica”. En este sentido, la dificultad de los estudiantes veteranos para valorar el impacto de la investigación tecnológica en mejorar la calidad de vida del país y el reconocimiento de las estrechas relaciones entre CyT muestra una pobre comprensión de la NdCyT, y sugiere la necesidad de acciones educativas que mejoren esta comprensión para los profesores en formación.

El Plan Decenal de Educación 2006-2016 expone las prioridades frente al tema de los desafíos de la educación en Colombia con la integración de la ciencia y la tecnología a la educación:

implementar una política pública para incrementar los desarrollos en CyT; fortalecer una cultura de ciencia, tecnología e innovación, formar personas para el desarrollo de CyT, y fortalecer la educación científica y tecnológica, señalando la importancia de articular esta formación con las necesidades de la sociedad y con el fin de mejorar la calidad de vida de los colombianos. En esta perspectiva deben vincularse las instituciones educativas en todos los niveles, y de manera especial las universidades, a fin de lograr un aumento significativo del número de profesores que comprenden la NdCyT y propenden al mejoramiento de la calidad de la educación.

# 7. Os processos de formação e as crenças de professores e estudantes brasileiros sobre a natureza da ciência e tecnologia

Maria Delourdes Maciel<sup>1</sup> e Djalma de Oliveira Bispo Filho<sup>1</sup>

## Introdução

Na pesquisa educacional, o ensino de ciência e tecnologia (C&T) e da tríade ciência - tecnologia - sociedade (CTS) considera que a ciência e a tecnologia estão profundamente entrelaçadas hoje, porém, não identificadas. No que se refere à natureza da ciência e tecnologia (NdC&T) ou natureza do conhecimento científico e tecnológico, podemos afirmar que se trata de um metaconhecimento de C&T, decorrente de reflexões de equipes interdisciplinares, formadas por especialistas em filosofia, sociologia e história da ciência e tecnologia, bem como alguns cientistas e especialistas em ensino de ciências, acerca de como a ciência e a tecnologia se relacionam (Vázquez, Massasso e Acevedo, 2003).

A sociedade brasileira convive, hoje, com um desenvolvimento científico e tecnológico cada vez mais crescente, o que torna imprescindível pensar a formação de professores e estudantes numa perspectiva da formação para a cidadania, que inclua as questões atuais relacionadas à natureza da ciência e tecnologia (NdC&T). Sabe-se que professores e estudantes são agentes transformadores da sociedade e vivem num mundo globalizado, onde o conhecimento científico e tecnológico é parte do seu dia a dia. Os atuais avanços científicos e tecnológicos impactam a sociedade e condicionam o nosso modo de viver. Logo, é preciso formar cidadãos críticos e conscientes dessa realidade, capazes de refletir e intervir em diferentes situações e temas relacionados a questões socioambientais. O ensino da NdC&T deve fazer parte dos currículos escolares de todos os níveis de ensino, subsidiando o conhecimento do estudante, de modo que esse possa compreender que a educação científica e tecnológica é parte da nossa cultura (Angotti e Auth, 2001).

Contamos atualmente com uma ampla divulgação acerca da importância da alfabetização científica para todos os cidadãos. O ensino e a aprendizagem das ciências, assim como a formação de professores, exigem conhecimento e compreensão dos significados da natureza da ciência (epistemologia da ciência) e das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). A alfabetização científica e tecnológica tem se configurado como uma meta a ser alcançada, o que inclui o conhecimento sobre a natureza da ciência (NdC) e a compreensão de que a ciência, enquanto produção humana, é para todos os cidadãos. Logo, é parte essencial dos currículos escolares, em todos os níveis e áreas do conhecimento, a inclusão de uma educação CTS. A alfabetização científica e tecnológica deve e pode ser desenvolvida de maneira gradual e ao longo de toda a vida. Assim,

---

1. Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo

deve fazer parte da proposta curricular de todos os níveis escolares (Maciel e outros, 2009a, 2009b, 2010).

Para que tal proposta se concretize, a formação docente deve possibilitar ao professor que ele ensine aos estudantes uma ciência contextualizada; que a sua prática educativa em sala de aula, fundamentada no enfoque CTS, leve os estudantes a compreenderem e refletirem sobre a relação entre ciência e meio ambiente, ciência e contextos socioculturais, ciência e tecnologia, envolvendo problemas científicos, tecnológicos, sociais, éticos, ambientais, políticos e econômicos (Acedo, 2002).

### **A legislação brasileira e os processos de formação**

A formação docente, assim como o ensino de ciências no Brasil, é regulada por um conjunto de leis educacionais (Lei de Diretrizes e Bases da Educação - LDB n.º 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996, Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio e Orientações Educacionais Complementares aos PCNEM – PCN+), que culminaram nas Diretrizes Curriculares para a Formação de Professores. Esses documentos indicam que o objetivo da educação básica no Brasil é a formação do cidadão, ou seja, a capacitação do aluno para atuar plenamente na sociedade.

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB n.º 9.394/96) cita, em dois momentos, a importância da compreensão da C&T, ressaltando que, para que isso ocorra, os conteúdos de C&T devem estar relacionados com a abordagem teórica e prática de cada disciplina. O Artigo 22 da LDB trata da formação comum indispensável para o exercício da cidadania e deixa claro que são tarefas da escola: preparar o estudante para a vida; qualificá-lo para a cidadania; e capacitá-lo para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho (Brasil, 1996).

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) para a área de Ciências Naturais, Matemática e suas Tecnologias, definem que as propostas pedagógicas e os currículos escolares devem promover o domínio dos princípios e fundamentos científico-tecnológicos, com o objetivo de: desenvolver habilidades e competências que permitam ao aluno interpretar dados relacionados ao contexto socioeconômico e científico; entender a relação entre o desenvolvimento da ciência e o da tecnologia; associar as tecnologias a situações cotidianas; analisar impactos das tecnologias na sociedade e saber aplicá-las associadas ao conhecimento científico em todas as áreas da vida (Brasil, 1998).

Alguns artigos desse mesmo documento (DCNEM) apresentam relação com as questões do PIEARCTS: o Art. 1.º afirma que a educação deve estar vinculada com o mundo do trabalho e a prática social, consolidando a preparação para o exercício da cidadania e propiciando preparação básica para o trabalho; o Art. 2.º diz que a organização curricular de cada escola deverá ser orientada pelos valores apresentados na LDB n.º 9.394/96 (I - os fundamentais ao interesse social, aos direitos e deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e à ordem democrática); o Art. 3.º fala da observância dos valores mencionados no artigo anterior, coerentes com princípios estéticos, políticos e éticos, abrangendo a Política da Igualdade (reconhecimento dos direitos humanos e dos deveres e direitos da cidadania, visando à constituição de identidades que busquem

e pratiquem a igualdade no acesso aos bens sociais e culturais); o Art. 4.º trata das propostas pedagógicas das escolas e dos currículos, incluindo as competências básicas, conteúdos e formas de tratamento dos conteúdos, previstas pelas finalidades do ensino médio estabelecidas pela lei (II - constituição de significados socialmente construídos e reconhecidos como verdadeiros sobre o mundo físico e natural, sobre a realidade social e política; III - compreensão do significado das ciências, das letras e das artes e do processo de transformação da sociedade e da cultura, em especial as do Brasil, de modo a possuir as competências e habilidades necessárias ao exercício da cidadania e do trabalho; V - domínio dos princípios e fundamentos científico-tecnológicos que presidem a produção moderna de bens, serviços e conhecimentos, tanto em seus produtos como em seus processos, de modo a ser capaz de relacionar a teoria com a prática e de desenvolver flexibilidade para novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; VI - competência no uso da língua portuguesa, das línguas estrangeiras e outras linguagens contemporâneas, como instrumentos de comunicação e como processos de constituição de conhecimento e de exercício da cidadania); o Art. 5.º trata da organização dos currículos escolares; o Art. 6.º trata dos princípios pedagógicos relacionados com a identidade, diversidade, autonomia, interdisciplinaridade e contextualização, que deverão ser adotados como conceitos estruturadores dos currículos do ensino médio; os Art. 7.º, 8.º, 9.º e 10.º detalham aspectos relacionados ao que é proposto no Art. 6.º (Brasil, 1996).

A parte II das DCNEM para o ensino das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias destaca as habilidades e competências que devem ser desenvolvidas no âmbito escolar: compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade; entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das ciências naturais; identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos; compreender o caráter aleatório e não-determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculo de probabilidades; apropriar-se dos conhecimentos da física, da química e da biologia e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural; entender a relação entre o desenvolvimento das ciências naturais e o desenvolvimento tecnológico e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar; entender o impacto das tecnologias associadas às ciências naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social; aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida; compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas e aplicá-las a situações diversas no contexto das ciências, da tecnologia e das atividades cotidianas (Brasil, 1998).

A fim de divulgar as ideias contidas nas DCNEM, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), que destacam a contribuição da ciência para o desenvolvimento científico e tecnológico e a interação da sociedade com o conhecimento dela proveniente. Através do seu estudo, o aluno deve: entender a relação dos fenômenos naturais com as aplicações da tecnologia e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas; compreender que a ciência é um meio de interpretação do mundo físico e que permite a utilização de seus recursos. O documento destaca a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura contemporâneas (Brasil, 1998).

Os PCN+ do Ensino Médio apresentam algumas orientações educacionais complementares aos PCNEM e apresentam o ensino de ciências como facilitador da compreensão dos processos tecnológicos e das relações entre C&T. A organização dos conteúdos de ensino deve contemplar a sociedade em interação com o mundo e permitir compreender a criação, a evolução e o uso das tecnologias. Várias competências podem ser desenvolvidas a partir desse enfoque, tais como: analisar textos referentes ao conhecimento científico e tecnológico; argumentar sobre problemas relacionados à C&T; reconhecer a C&T como criação humana inserida na história e na sociedade, entre outras. Os PCN+ representam um avanço no tratamento das questões relacionadas ao enfoque CTS, pois propõem sugestões de organização de cursos e de aulas, além de múltiplas abordagens sobre os temas trabalhados na disciplina; apresentam aos professores exemplos de aplicação das propostas previstas nos PCN e permitem ao professor a criação de novas possibilidades, segundo o perfil do aluno, a realidade de cada escola e seu projeto político-pedagógico (Brasil, 2002).

As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) caracterizam o conhecimento, as habilidades e os valores relativos à filosofia da ciência e estabelece sua relação com a sociedade e o ambiente, propondo abordar as disciplinas como atividade científica e explorar sua relação com a tecnologia, a sociedade, a cidadania e o meio ambiente; defendem a abordagem de temas do cotidiano dos alunos, combinando saberes teóricos e práticos para construir um conhecimento que facilite e melhore seu modo de vida (Brasil, 1998).

A Proposta Curricular do Estado de São Paulo para a área de Biologia também ressalta o mesmo aspecto, relacionando as ciências da natureza e suas tecnologias, e cita a importância da alfabetização científico-tecnológica para uma participação crítica dos jovens na sociedade como parte do seu desenvolvimento pessoal (São Paulo, 2008).

O objetivo central do PIEARCTS é conscientizar a comunidade educativa acerca da importância de que a educação científica promova o ensino e a aprendizagem de questões CTS, ou seja, que o aluno possa compreender como funcionam a C&T no mundo atual; a NdC&T e as relações entre CTS como componentes centrais da alfabetização científica para todos os cidadãos. Nesse sentido, os documentos aqui analisados, e que fazem parte do rol de textos utilizados nos cursos de formação de professores, contemplam os objetivos do PIEARCTS e sugerem ao professor conteúdos e metodologias de ensino. Contudo, nenhuma das sugestões é suficientemente clara para que o professor possa alcançar as metas propostas pelos próprios documentos.

### **As crenças de professores (em formação) e de estudantes brasileiros sobre NdC&T**

O grupo de professores que fizeram parte da amostra brasileira do PIEARCTS é formado por dois grupos diferentes: professores em formação e professores em exercício. O grupo de professores em formação (fase de formação inicial) é composto por sujeitos que estudam para serem professores. O grupo de professores em exercício é formado por docentes que atuam em diferentes níveis de ensino (educação infantil, ensino fundamental e médio, graduação, pós-graduação).

Os estudantes foram divididos em um grupo de início, que compreende os estudantes do último ano do ensino médio e os estudantes do primeiro ano de graduação, agrupados em um único

grupo, denominado estudantes jovens; e em um grupo de estudantes em final de graduação e cursando pós-graduação, que são aqui denominados estudantes veteranos.

Considerando que a atual legislação, que privilegia o enfoque CTS e a inclusão da NdC&T nos currículos escolares e nos cursos de formação, datam de 1996 para cá; e que a maioria dos professores em exercício e dos estudantes veteranos não foram contemplados em sua formação inicial com um currículo que incluísse esse enfoque (CTS e NdC&T), neste artigo consideramos apenas a amostra de professores em formação e de estudantes em início (estudantes jovens).

### As crenças de professores em formação sobre NdC&T

A apresentação dos resultados do grupo de professores em formação está centrada nas diferenças entre professores de ciências e professores de humanas, apresentados, sucessivamente, nos resultados de frases, categorias e questões de ambas as formas do questionário. Os índices atitudinais das frases singulares do questionário expressam as crenças diretas dos professores sobre a afirmação específica desenvolvida em cada frase. A especificidade do conteúdo de cada frase expressa através dos índices exibe maiores variações em suas pontuações que as categorias e as questões completas. Os resultados globais das médias e desvios dos índices das frases, categorias e questões da forma A para ciências e humanas, separadamente, são mais positivos que os mesmos parâmetros da forma B, mostrando nesses grupos as mesmas tendências gerais observadas na amostra total. Os índices médios globais dos grupos de ciências e de humanas permitem observar que ambos os grupos possuem índices com valores muito diferentes entre os três conjuntos de variáveis do questionário. As médias, desvios globais, tamanho do efeito das diferenças entre o grupo de ciências e de humanas e os índices das frases, categorias e questões da forma A e B são muito próximos de zero, tanto para valores positivos quanto para valores negativos, indicando a inexistência de diferenças globais estatisticamente significativas e favorecendo uma tendência de melhores índices para o grupo de ciências, com exceção de um único efeito negativo, encontrado na variável questão, o que favorece minimamente o grupo de humanas (tabela 7.1).

**Tabela 7.1. Resultados globais do grau de significância e tamanho do efeito (diferença de médias em unidade standard) das diferenças entre os grupos de ciências e de humanas e os índices médios das frases, categorias e questões de ambas as formas do questionário para professores em formação**

Tipo	Ciências		Humanas		Total		Grau significância	Tamanho do efeito
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio		
F1 Frases	0,0306	0,6023	0,0539	0,6657	0,0362	0,6269	0,4371	-0,0368
F1 Categorias	0,0397	0,4904	0,0369	0,6102	0,0392	0,5281	0,3682	0,0051
F1 Questões	0,0132	0,3016	0,0301	0,2918	0,0170	0,3018	0,5433	-0,0570
F2 Frases	-0,0228	0,5937	-0,0900	0,7256	-0,0325	0,6201	0,4298	0,1018
F2 Categorias	0,0380	0,4853	-0,0500	0,6877	0,0251	0,5253	0,3520	0,1499
F2 Questões	0,0359	0,2937	-0,0501	0,3391	0,0233	0,3017	0,5191	0,2719

As frases singulares do COCTS, cujos índices atitudinais mostram diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciência e humanas, positivas e negativas, estão resumidas na tabela 7.2, e são poucas (duas), mostrando variáveis tanto positivas quanto negativas, com tamanho

do efeito estatisticamente significativo ( $> 0,30$ ), mostrando que para o efeito (-1,4381) os professores de humanas em formação apresentam, nessa frase, uma crença positivamente melhor que os professores em formação de ciências, contrariamente o tamanho do efeito (1,3100) muito positivo e acima também do valor de corte (0,30), o que revela que os professores de ciências em formação têm crenças bem melhores que os professores de humanas em formação.

**Tabela 7.2. Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos de ciências e humanas e os índices médios das frases de ambas as formas do questionário para professores em formação**

Frases	Grau de significância	Tamanho do efeito
F1_70231C_A_ Decisiones por consenso	0,002	1,3100
F1_70231F_I_ Decisiones por consenso	0,009	-1,4381

Observando as frases que fazem parte de uma única questão (70231) - “Quando se propõe uma nova teoria científica, os cientistas devem decidir se a aceitam ou não. Tomam esta decisão por consenso; isto é, os que a propõem devem convencer uma grande maioria de outros cientistas para acreditarem na nova teoria” (COCTS, 2006) -, percebe-se uma frase da categoria adequada e uma ingênua, em que o índice mais positivo está na categoria adequada e a favor do professores de ciências em formação, apresentando-se como resposta para a questão: “porque quando um certo número de cientistas estuda uma teoria e as suas novas ideias, provavelmente a reveem ou atualizam. Em resumo, quando se alcança consenso, os cientistas tornam a teoria mais exata”. Já as frases que apresentaram índice negativo e estatisticamente significativo revelam uma melhor crença por parte dos professores de humanas em formação, fazem parte da categoria ingênua e respondem à questão da seguinte forma: “cada cientista pode aplicar a teoria individualmente, na medida em que esta explica resultados e é útil, independentemente das crenças de outros cientistas”.

As categorias cujos índices atitudinais revelam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) entre ciências e humanas estão resumidas na tabela 3. Essas categorias mostram diferença tanto positiva quanto negativa e evidenciam que os professores de ciências, na categoria decisões por consenso, têm crenças positivas em relação ao professores de humanas. Já o índice negativo, apresentado para a categoria suposições verdadeiras (90521), classificada como ingênua, mostra um índice negativo, significando que nessa categoria os professores de humanas apresentam crenças positivas em relação ao professores de ciências. Em ambas supera-se o valor de corte de (0,30) pertencentes respectivamente à categoria de Adequada e Ingênua.

**Tabela 7.3. Resultados globais do grau de significância estatístico e tamanho do efeito (diferença em médias standard) das diferenças entre os grupos de ciências e humanas e os índices médios das categorias de ambas as formas do questionário para professores em formação**

Categorias	Grau de significância	Tamanho do efeito
Índice adequadas F1_70231AD Decisiones por consenso	0,0021	1,3100
Índice ingênuas 90521IN Suposições verdadeiras	0,0055	-1,3709

Em relação às questões, os índices atitudinais não mostram diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciências e humanas, demonstradas na tabela 7.4, para o grupo de professores em formação. Porém, mesmo não havendo diferenças significativas entre ciências e humanas em todas as questões, nos chama a atenção os índices médios ficarem abaixo do valor de corte (0,30) com questões de índices negativos (11). Outro aspecto revelado diz respeito ao tamanho do efeito de algumas questões ser (-) negativo, mostrando que nessas questões o grupo professores em formação da área de humanas supera estatisticamente (ver índices) as crenças de professores da área de ciências.

**Tabela 7.4. Diferença entre os índices atitudinais de professores de ciências e humanas**

Questões	Media	Desvio típico	Grau de significância	Tamanho do efeito
F2_50111 União das culturas	0,1421	0,3636	0,1021	0,8860
F2_40211 Decisões sociais	0,0535	0,3124	0,1291	0,8147
F2_20211 Indústria	0,0015	0,4126	0,2801	0,6486
F1_10411 Interdependência	0,2342	0,3044	0,1697	0,6463
F2_90111 Observações	0,1049	0,2958	0,2420	0,6197
F1_40221 Decisões morais	0,1647	0,2604	0,2718	0,4967
F2_70211 Decisões científicas	-0,0737	0,2520	0,3834	0,4579
F2_90311 Esquemas de classificação	0,0515	0,3018	0,4370	0,4343
F1_90621 Método científico	-0,0690	0,2213	0,4519	0,3666
F2_40131 Responsabilidade social / Informação	0,0179	0,2780	0,4580	0,3473
F1_40161 Responsabilidade social / Contaminação	0,2198	0,3292	0,4434	0,3062
F2_70711 Influência nacional	0,0387	0,2935	0,6160	0,2636
F1_60611 Infra-representação das mulheres	0,0426	0,2994	0,5624	0,2378
F2_10211 Tecnologia	-0,0238	0,3033	0,6448	0,1813
F2_20511 Instituições educativas	0,1662	0,2744	0,8139	0,1178
F2_10421 Interdependência / Qualidade de vida	0,1448	0,2722	0,8152	0,1175
F1_70231 Decisões por consenso	0,0220	0,2734	0,8116	0,0934
F2_60521 Mujer igual que hombre	0,0521	0,2566	0,9321	0,0451
F2_40421 Aplicación a la vida diaria	-0,1391	0,3052	0,9633	0,0268
F1_80131 Ventajas para la sociedad	-0,0699	0,2631	0,9865	0,0090
F1_40531 Bienestar social	-0,3376	0,3647	0,9337	-0,0328
F1_20141 Governo política um país	0,1427	0,2500	0,9053	-0,0474
F2_91011 Status epistemológico	-0,0551	0,3004	0,9254	-0,0585
F1_60111 Motivações	-0,0263	0,3188	0,7088	-0,1899
F1_10111 Ciência	0,0417	0,2360	0,5198	-0,2772
F1_30111 Interação CTS	0,1155	0,3316	0,5406	-0,2887
F1_90411 Provisoriedade	0,0350	0,3052	0,5368	-0,2959
F1_90211 Modelos científicos	-0,1790	0,3364	0,2487	-0,5937
F1_20411 Ética	-0,0806	0,4339	0,0590	-0,9578
F2_90521 Suposições verdadeiras	-0,1325	0,3034	0,0435	-1,0563

Para o grupo de professores em formação, as diferenças entre ciências e humanas não são relevantes, diferentemente do que foi constatado em outros grupos da amostra geral do projeto PIEARCTS analisados até o momento. Embora não haja diferenças significativas, devemos

valorizar os pontos fracos apontados pelos resultados brasileiros, como exposto nas tabelas acima, pois o tamanho das diferenças é pequeno e favorável ao grupo de ciências, com apenas algumas variáveis favoráveis ao grupo de humanas. Todas as variáveis (frases, categorias e questões) mostram diferenças menores que o ponto de corte (0,30), com algumas exceções, como vimos na variável categoria (com dois índices acima da média de corte) e na variável questões (com três questões com índices muito acima da média de corte). Ambas as variáveis mostram um tamanho de efeito muito grande a favor do grupo de humanas.

### As crenças de estudantes jovens sobre NdC&T

A apresentação dos resultados sobre as características do grupo de estudantes jovens está centrada nas diferenças entre a área de ciência e de humanas, seguindo o mesmo esquema das análises anteriores, ou seja, apresentando sucessivamente os resultados de frases, categorias e questões de ambas as formas do questionário. A média e o desvio globais dos índices das frases da forma A ( $m = 0,0193$ ;  $DE = 0,6634$ ) mostram resultados mais positivos que os da forma B ( $m = 0,0116$ ;  $DE = 0,6634$ ) e representam uma atitude global moderada e informada em relação à NdC&T. Os índices atitudinais das frases do questionário expressam as crenças diretas dos estudantes sobre a afirmação específica desenvolvida em cada frase. A especificidade dos conteúdos de cada frase desses índices exibe maiores variações em suas pontuações que as categorias e questões completas. Os índices médios globais e desvios das frases, categorias e questões da forma A para os grupos de ciência e de humanas, separadamente, são mais positivos que os mesmos parâmetros para a forma B, indicando que este grupo (estudantes jovens) apresenta a mesma tendência geral observada na amostra total (ver tabela 7.5).

**Tabela 7.5. Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença de médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos de ciências e de humanas e os índices médios de frases, categorias e questões, de ambas as formas do questionário, para estudantes jovens (final do ensino médio e início da graduação)**

Tipo	Ciências		Humanas		Total		Grau significância	Tamanho do efeito
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio		
F1 Frases	0,0543	0,6475	-0,0237	0,6736	0,0083	0,6681	0,1605	0,1181
F1 Categorias	0,0492	0,5463	-0,0227	0,5801	0,0066	0,5709	0,2203	0,1277
F1 Questões	0,0387	0,3099	-0,0285	0,3142	-0,0012	0,3162	0,1275	0,2153
F2 Frases	0,0166	0,6315	-0,0093	0,6592	0,0044	0,6520	0,1931	0,0400
F2 Categorias	0,0490	0,5185	0,0067	0,5779	0,0290	0,5557	0,1433	0,0772
F2 Questões	0,0722	0,2909	0,0820	0,2801	0,0741	0,2888	0,5978	-0,0342

A análise dos dados acima permite afirmar que o grupo de ciências apresenta índices muito próximos para os três conjuntos de variáveis dos questionários. Já os índices apresentados pelo grupo de Humanas, para as variáveis do questionário, são muito baixos em relação ao grupo de ciências e próximos de zero. O tamanho do efeito para o grupo de ciências e o grupo de humanas, para cada variável do questionário, é praticamente nulo, chamando a atenção apenas para o efeito da variável questão, que apresenta um índice negativo (-0,0342), o que indica uma diferença considerável em relação às atitudes mais globais quando se analisa esta variável. Observa-se, também, que os valores para a amostra de estudantes dos grupos de ciência e de humanas, por possuírem índices

muito baixos e próximos de zero, acabam contribuindo para um índice global também negativo, nulo ou muito próximo de zero quando positivo. As frases do questionário cujos índices atitudinais apresentam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre os grupos de ciências e de humanas são muitas (100), ou seja, 50% do total de frases (forma A e forma B), e estão apresentadas na tabela 7.6. A maioria das frases (71) apresenta grandes diferenças no tamanho do efeito. Apenas 29 frases apresentam um efeito negativo, indicando que apenas nessas 29 frases os estudantes de humanas apresentam melhores resultados que os estudantes de ciências.

**Tabela 7.6. Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença das médias em unidades standard), que mostra a diferença entre os grupos de ciências e de humanas para ambas as formas do questionário para estudantes jovens**

Frases	Significância	Tamanho do efeito
F2_C_40131C_A_ Responsabilidade social / Informação	0,0000	0,7106
F2_C_60521F_A_ Mulher igual a homem	0,0000	0,7010
F1_C_20141J_I_ Governo política um país	0,0000	0,6393
F2_C_40211D_A_ Decisões sociais	0,0000	0,6336
F2__70711A_A_ Influência nacional	0,0000	0,6076
F2_C_50111E_A_ União das culturas	0,0000	0,5726
F2__90311D_A_ Esquemas de classificação	0,0000	0,5655
F2_C_10421H_I_ Interdependência / Qualidade de vida	0,0000	0,5632
F1_C_30111G_I_ Interação CTS	0,0000	0,5430
F1_C_40161D_A_ Responsabilidade social / Contaminação	0,0000	0,5386
F2__60521D_A_ Mulher igual a homem	0,0000	0,5297
F2_C_20511G_I_ Instituições educativas	0,0000	0,5210
F2_C_90311E_A_ Esquemas de classificação	0,0000	0,5191
F1_C_40161F_A_ Responsabilidade social / Contaminação	0,0000	0,5108
F1_C_10411B_A_ Interdependência	0,0000	0,5097
F2__90111B_A_ Observações	0,0000	0,5084
F1__80131B_A_ Vantagens para a sociedade	0,0000	0,5071
F2_C_20511C_A_ Instituições educativas	0,0000	0,5007
F1_C_20141I_I_ Governo política um país	0,0000	0,4948
F1_C_40161C_A_ Responsabilidade social / Contaminação	0,0000	0,4941
F2__10211A_ Tecnologia	0,0000	0,4900
F2__40421C_A_ Resolução na vida diária	0,0000	0,4884
F1__10411D_I_ Interdependência	0,0000	0,4715
F2_C_10421D_A_ Interdependência / Qualidade de vida	0,0000	0,4658
F2__20211E_A_ Indústria	0,0000	0,4600
F1_C_60611B_I_ Infra-representação das mulheres	0,0000	0,4581
F2_C_90111A_A_ Observações	0,0000	0,4577
F2__70711C_A_ Influência nacional	0,0000	0,4201
F2__40131B_A_ Responsabilidade social / Informação	0,0000	0,4037
F2_C_70211E_A_ Decisões científicas	0,0000	0,4031
F1_C_40531E_A_ Bem-estar melhor nível de vida	0,0000	0,3985
F1_C_40221B_A_ Decisões morais	0,0000	0,3937
F2__10211G_A_ Tecnologia	0,0000	0,3729
F1__10111B_A_ Ciência	0,0000	0,3660

**Tabela 7.6. Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença das médias em unidades standard), que mostra a diferença entre os grupos de ciências e de humanas para ambas as formas do questionário para estudantes jovens (cont.)**

Frases	Significância	Tamanho do efeito
F1_60611C_I_ Infra-representação das mulheres	0,0000	0,3644
F1_C_60611A_I_ Infra-representação das mulheres	0,0000	0,3635
F1_20141B_A_ Governo política um país	0,0000	0,3507
F1_C_90411B_A_ Provisoriedade	0,0000	0,3387
F1_C_30111F_A_ Interação CTS	0,0000	0,3315
F2_C_90521D_A_ Suposições verdadeiras	0,0001	0,3301
F1_C_40161A_I_ Responsabilidade social / Contaminação	0,0000	0,3266
F1_C_60611F_A_ Infra-representação das mulheres	0,0000	0,3262
F1_C_20141C_A_ Governo política um país	0,0000	0,3257
F1_20141F_A_ Governo política um país	0,0000	0,3168
F1_C_40221D_I_ Decisões morais	0,0000	0,3150
F1_20141A_A_ Governo política um país	0,0000	0,3113
F2_C_91011E_A_ Status epistemológico	0,0002	0,3095
F1_C_90621C_A_ Método científico	0,0000	0,3087
F2_C_10421G_I_ Interdependência / Qualidade de vida	0,0004	0,3002
F1_70231C_A_ Decisões por consenso	0,0000	0,2955
F1_10111I_I_ Ciência	0,0000	0,2925
F1_C_10411A_I_ Interdependência	0,0000	0,2892
F2_C_60521H_I_ Mulher igual a homem	0,0020	0,2614
F1_60111H_A_ Motivações	0,0000	0,2544
F2_40421B_P_ Resolução na vida diária	0,0029	0,2506
F1_20141E_I_ Governo política um país	0,0001	0,2465
F2_C_40131G_I_ Responsabilidade social / Informação	0,0036	0,2439
F1_C_30111E_A_ Interação CTS	0,0001	0,2429
F1_10411C_A_ Interdependência	0,0001	0,2365
F2_C_90311F_A_ Esquemas de classificação	0,0069	0,2285
F1_40531D_A_ Bem-estar melhor nível de vida	0,0002	0,2267
F1_C_70231E_I_ Decisões por consenso	0,0003	0,2224
F1_C_80131D_A_ Vantagens para a sociedade	0,0006	0,2115
F1_C_40221F_I_ Decisões morais	0,0012	0,1997
F1_C_30111B_I_ Interação CTS	0,0018	0,1911
F1_C_90211A_I_ Modelos científicos	0,0021	0,1896
F1_30111D_I_ Interação CTS	0,0031	0,1819
F1_80131E_A_ Vantagens para a sociedade	0,0066	0,1682
F1_60111B_I_ Motivações	0,0074	0,1655
F1_30111C_I_ Interação CTS	0,0084	0,1615
F1_60111F_I_ Motivações	0,0095	0,1587
F2_10211C_ Tecnologia	0,1755	-0,1127
F1_90621B_I_ Método científico	0,0067	-0,1669
F1_C_90211B_I_ Modelos científicos	0,0037	-0,1804
F1_C_90211C_I_ Modelos científicos	0,0025	-0,1873
F1_C_40221C_I_ Decisões morais	0,0023	-0,1885
F1_C_40531A_I_ Bem-estar melhor nível de vida	0,0006	-0,2106
F2_60521B_P_ Mulher igual a homem	0,0083	-0,2209

**Tabela 7.6. Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença das médias em unidades standard), que mostra a diferença entre os grupos de ciências e de humanas para ambas as formas do questionário para estudantes jovens (cont.)**

Frases	Significância	Tamanho do efeito
F2__40421G_A_ Resolução na vida diária	0,0061	-0,2305
F2__60521E_P_ Mulher igual a homem	0,0058	-0,2311
F2__20211A_I_ Indústria	0,0059	-0,2329
F2__10211D_ Tecnologia	0,0021	-0,2572
F2_C_40211A_I_ Decisões sociais	0,0023	-0,2579
F2__60521C_P_ Mulher igual a homem	0,0008	-0,2820
F2__60521A_P_ Mulher igual a homem	0,0005	-0,2909
F1_C_90621A_I_ Método científico	0,0000	-0,2969
F2_C_90521A_I_ Suposições verdadeiras	0,0002	-0,3209
F1__80131A_I_ Vantagens para a sociedade	0,0000	-0,3324
F1__60111G_I_ Motivações	0,0000	-0,3334
F2__40421F_P_ Resolução na vida diária	0,0000	-0,3716
F2__90111C_I_ Observações	0,0000	-0,3779
F2__40421A_I_ Resolução na vida diária	0,0000	-0,3951
F2_C_90311B_I_ Esquemas de classificação	0,0000	-0,4011
F2_C_70211A_I_ Decisões científicas	0,0000	-0,4142
F2_C_40211B_I_ Decisões sociais	0,0000	-0,4154
F2_C_90521B_I_ Suposições verdadeiras	0,0000	-0,4567
F2__91011B_I_ Status epistemológico	0,0000	-0,4955
F1__70231A_I_ Decisões por consenso	0,0000	-0,5536
F2__70211B_I_ Decisões científicas	0,0000	-0,5547
F2__10211B_I_ Tecnologia	0,0000	-0,7882

As categorias do questionário cujos índices atitudinais mostram diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,01$ ) entre os estudantes de ciências e humanas são muitas (45) e estão apresentadas na tabela 7.7. Em relação aos tamanhos do efeito, 33 categorias são maiores que zero, evidenciando uma diferença a favor do grupo de estudantes de ciências em relação aos jovens estudantes de humanas. Os tamanhos do efeito negativo de 12 categorias mostram que os estudantes de humanas têm, nessas categorias, crenças melhores que os estudantes de ciências.

**Tabela 7.7. Resultados globais para o grupo de estudantes jovens com o grau de significância estatística, tamanho do efeito (diferença entre as médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos ciências e de humanas e índices médios das categorias retiradas de questões cujos índices atitudinais mostram diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciências e humanas em ambas as formas do questionário (1 e 2)**

Categorias	Grau de significância	Tamanho do efeito
Índice adequadas 60521AD Mulher igual a homem	0,0000	0,6787
Índice adequadas 70711AD Influência nacional	0,0000	0,6106
Índice adequadas 40131AD Responsabilidade social / Informação	0,0000	0,5897
Índice adequadas F1_40161AD Responsabilidade social / Contaminação	0,0000	0,5750
Índice adequadas 50111AD União das culturas	0,0000	0,5726
Índice adequadas 90111AD Observações	0,0000	0,5405
Índice ingênuas F1_20141IN Governo política um país	0,0000	0,5095

**Tabela 7.7. Resultados globais para o grupo de estudantes jovens com o grau de significância estatística, tamanho do efeito (diferença entre as médias em unidades standard) das diferenças entre os grupos ciências e de humanas e índices médios das categorias retiradas de questões cujos índices atitudinais mostram diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciências e humanas em ambas as formas do questionário (1 e 2) (cont.)**

Categorias	Grau de significância	Tamanho do efeito
Índice adequadas 20511AD Instituições educativas	0,0000	0,5007
Índice adequadas 90311AD Esquemas de classificação	0,0000	0,4955
Índice adequadas 10421AD Interdependência / Qualidade de vida	0,0000	0,4658
Índice adequadas 20211AD Indústria	0,0000	0,4600
Índice ingênuas F1_60611IN Infra-representação das mulheres	0,0000	0,4476
Índice ingênuas F1_10411IN Interdependência	0,0000	0,4446
Índice adequadas F1_10411AD Interdependência	0,0000	0,4306
Índice adequadas F1_20141AD Governo política um país	0,0000	0,4214
Índice adequadas 70211AD Decisões científicas	0,0000	0,4031
Índice adequadas F1_40221AD Decisões morais	0,0000	0,3937
Índice adequadas 10211AD Tecnologia	0,0000	0,3729
Índice adequadas F1_80131AD Vantagens para a sociedade	0,0000	0,3515
Índice ingênuas 10421IN Interdependência / Qualidade de vida	0,0000	0,3408
Índice adequadas F1_40531AD Bem-estar melhor nível de vida	0,0000	0,3408
Índice adequadas F1_90411AD Provisoriidade	0,0000	0,3387
Índice adequadas F1_30111AD Interação CTS	0,0000	0,3336
Índice adequadas 90521AD Suposições verdadeiras	0,0001	0,3301
Índice adequadas 40211AD Decisões sociais	0,0001	0,3283
Índice ingênuas F1_40161IN Responsabilidade social / Contaminação	0,0000	0,3266
Índice ingênuas 20511IN Instituições educativas	0,0002	0,3127
Índice adequadas 91011AD Status epistemológico	0,0002	0,3095
Índice adequadas F1_90621AD Método científico	0,0000	0,3087
Índice adequadas F1_70231AD Decisões por consenso	0,0000	0,2955
Índice ingênuas F1_30111IN Interação CTS	0,0000	0,2791
Índice adequadas F1_10111AD Ciência	0,0000	0,2720
Índice adequadas F1_60111AD Motivações	0,0019	0,1889
Índice ingênuas F1_40531IN Bem-estar melhor nível de vida	0,0019	-0,1891
Índice ingênuas 20211IN Indústria	0,0059	-0,2329
Índice ingênuas F1_90621IN Método científico	0,0000	-0,2568
Índice ingênuas 91011IN Status epistemológico	0,0002	-0,3136
Índice plausíveis 60521PL Mulher igual a homem	0,0001	-0,3179
Índice ingênuas 90311IN Esquemas de classificação	0,0001	-0,3296
Índice ingênuas F1_80131IN Vantagens para a sociedade	0,0000	-0,3324
Índice ingênuas 90521IN Suposições verdadeiras	0,0000	-0,3640
Índice ingênuas 40211IN Decisões sociais	0,0000	-0,3824
Índice ingênuas 40421IN Resolução na vida diária	0,0000	-0,3951
Índice ingênuas 70211IN Decisões científicas	0,0000	-0,5343
Índice ingênuas 10211IN Tecnologia	0,0000	-0,7882

As 18 questões cujos índices atitudinais mostram diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,01$ ) entre ciências e humanas estão apresentadas na tabela 7.8. A maioria exibe grandes diferenças em relação ao tamanho do efeito, apenas duas delas apresentam o tamanho do efeito negativo.

O tamanho do efeito indica que nessas questões os estudantes de humanas têm crenças melhores e mais positivas que os estudantes de ciências.

**Tabela 7.8. Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença das médias em unidade standard) das diferenças entre os grupos de ciências e humanas das questões de ambas as formas do questionário para estudantes jovens**

Questões	Grau de significância	Tamanho do efeito
F2_20511 Instituições educativas	0,0000	0,5808
F1_20141 Governo política um país	0,0000	0,5754
F2_40131 Responsabilidade social / Informação	0,0000	0,5394
F1_30111 Interação CTS	0,0000	0,5077
F1_10411 Interdependência	0,0000	0,4820
F2_70711 Influência nacional	0,0000	0,4791
F2_10421 Interdependencia / Qualidade de vida	0,0000	0,4729
F1_40161 Responsabilidade social / Contaminação	0,0000	0,4609
F1_40221 Decisões morais	0,0000	0,3913
F2_90111 Observações	0,0000	0,3600
F2_60521 Mulher igual a homem	0,0000	0,3553
F1_90411 Provisoriedade	0,0000	0,3319
F2_50111 União das culturas	0,0004	0,2952
F1_10111 Ciência	0,0000	0,2487
F1_60611 Infra-representação das mulheres	0,0001	0,2385
F1_70231 Decisões por consenso	0,0022	0,1847
F2_10211 Tecnologia	0,0034	-0,2428
F2_40421 Resolução na vida diaria	0,0003	-0,2992

Percebe-se que, para o grupo de estudantes jovens, as diferenças entre ciências e humanas são praticamente inexistentes. Os indicadores globais do tamanho das diferenças entre os grupos de ciências e de humanas são praticamente nulos. Quando se analisa as três variáveis isoladas (frases, categorias e questões) do conjunto de frases com diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ), expostas em tabelas anteriores, as que apresentam efeitos significativos ( $< 0$ ) são: para o grupo de frases, 29 de um conjunto de 100; para a variável categoria, 12 de um conjunto de 45; dentro da variável frases, 2 de um total de 18, reafirmando a ideia inicial de que as diferenças entre ciências e humanas para o grupo de estudantes jovens são pequenas ou quase nulas.

## Conclusões

Comparando os resultados dos estudantes jovens com os dos professores em formação, verifica-se uma proximidade de crenças por parte de ambos, o que pode estar ligado às práticas de sala de aula nos cursos da área das ciências, o que parece não ser diferente dos cursos de graduação em Humanas a respeito de temas sobre C&T e NdC&T. Essa proximidade entre as crenças de estudantes jovens e professores em formação reflete o estado atual do processo de formação no Brasil e, possivelmente, o resultado da inclusão de temas relacionados ao enfoque CTS e a NdC&T nos currículos escolares.

Os resultados da pesquisa evidenciam a necessidade de se investir cada vez mais nos processos de formação, visando a minimizar a distância entre professores e alunos no que diz respeito aos interesses, crenças, valores e atitudes para com os temas CTS. Apontam, também, para a necessidade de os professores de ciências repensarem profundamente sua prática, a partir de um novo olhar sobre o currículo (contemplando a NdC&T), seus alunos (cidadãos em formação) e sobre a própria educação em C&T proposta nos documentos oficiais. Finalmente, mostram que é possível acreditar que podemos superar a apatia, a negação, a falta de motivação e o desânimo que, muitas vezes, estão presentes nas atitudes e práticas dos atores escolares, principalmente de alunos e professores.

Identificar as crenças de professores e estudantes quanto à NdC&T nos permitiu compreender o posicionamento desses sujeitos frente às questões diretamente relacionadas com ciência, tecnologia e sociedade (CTS), especialmente no que se refere aos impactos do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade.

# 8. Opiniones de profesores y estudiantes mexicanos del bachillerato y la universidad públicos sobre la NdCyT: una pobreza alarmante

Andoni Garritz<sup>1</sup>, Cristina Rueda<sup>1</sup> y César Robles<sup>2</sup>

## Introducción

El currículo actual de la reforma educativa mexicana hace énfasis tanto en las actitudes —valores y normas— como en los contenidos conceptuales y procedimentales, además de las competencias que se desean formar en los estudiantes. La renovación del contenido curricular de la enseñanza primaria se acaba de completar y la correspondiente a la enseñanza secundaria se realizó hace unos pocos años.

El sentido moral y ético general en la educación mexicana marca actitudes y valores (solidaridad, democracia, tolerancia, libertad, justicia, legalidad, pacifismo, igualdad...). Ahora bien, en las diferentes áreas de conocimiento también se definen contenidos actitudinales propios de cada una, que son percibidos por el profesorado como instrumentos que favorecen el aprendizaje (actitudes positivas) o que lo dificultan o impiden (actitudes negativas) que con frecuencia se identifican con (des)motivación, (des)interés y esfuerzo en los estudiantes. Las actitudes propias de las áreas se pueden plantear como una consecuencia o efecto de la educación, es decir, como objetivos y contenidos específicos que requieren planificación, aplicación y evaluación (Manasse-ro y Vázquez, 2001).

Según los autores, de lo que se trata, en el terreno educativo de la ciencia, es lograr el desarrollo de individuos autónomos que empleen el razonamiento científico como norma, que revelen un conocimiento sólido acerca de la tecnología y que tengan conciencia del impacto de la ciencia y la técnica sobre la sociedad; individuos capaces de pensar por sí mismos, de tomar decisiones, confiados en su capacidad para enfrentar lo nuevo y asumir la responsabilidad ética de sus acciones, tanto en el ámbito individual como en el profesional y el ciudadano. La idea es formar a los individuos de una manera integral e ininterrumpida en tres grandes áreas: el conjunto de conocimientos (el saber), las habilidades (saber pensar, saber hacer) y las actitudes (saber ser y vivir con otros).

La evaluación de los aprendizajes se ha complicado más con la ampliación de los contenidos de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales. En el caso de estos últimos, la novedad es mayor, y su evaluación, un problema adicional, pues al ser dependientes del contexto y carecer de un cuerpo de conocimientos de referencia, como en el caso de los conocimientos o procedimientos, su evaluación resulta más difícil.

1. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.

2. Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Naucalpan, México.

Se ha vuelto necesaria, así, la formación de profesores con un conocimiento amplio de la visión externa sobre la ciencia, que contemple sus aspectos filosóficos, sociológicos, históricos, económicos, etc., es decir, un cúmulo de conocimientos metacientíficos que se ha dado en llamar NdC, de la que estamos todavía lejos en nuestro país.

El movimiento didáctico CTS tiene como uno de sus objetivos el desarrollo de las actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología en el alumnado y propone como referencia para su evaluación el cuerpo de conocimientos que emerge de los análisis históricos, filosóficos y sociológicos sobre la ciencia (Aikenhead, 1994a, 1994b; Bybee, 1987, 2004). Podríamos definir este movimiento didáctico como lo ha hecho Archer (1994) en el prefacio de la obra *Chemistry in Context*: “CTS se basa en el desarrollo de actividades enfocadas hacia la toma de decisiones sobre aspectos sociales del mundo-real que tienen un contenido importante de ciencia y de técnica. El contenido científico se construye sobre una base de necesidad-de-conocer, que también provee al alumno de la capacidad de razonamiento crítico para considerar otros aspectos que serán de importancia en el siglo XXI”.

Por su parte, la Asociación Nacional de profesores de Ciencia de los Estados Unidos (*National Science Teachers Association*, NSTA, 1990; pp. 47-48) ha definido al enfoque CTS como “la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en el contexto de la experiencia humana”.

El enfoque CTS actual es una propuesta curricular que, centrada en los saberes de los expertos, persigue varios propósitos relacionados entre sí (Aikenhead 2005, p. 388):

1. Buscar y reconocer que los aspectos humanos y culturales de la ciencia y la tecnología sean más accesibles y relevantes para los estudiantes (por ejemplo, la sociología, la filosofía y la historia de la ciencia, así como sus interrelaciones con la sociedad).
2. Ayudar a los estudiantes a ser mejores pensadores, críticos, creativos y solucionadores de problemas, e incrementar su capacidad de tomar decisiones, en un contexto cotidiano, relacionadas con la ciencia.
3. Aumentar las capacidades de los estudiantes para comunicarse entre sí y con la comunidad científica o sus portavoces (es decir, escuchar, leer, responder, etc.).
4. Aumentar el compromiso de los estudiantes con su responsabilidad social.
5. Generar interés y, por lo tanto, aumentar su capacidad de aprender los contenidos específicos que se encuentra en los currículos de ciencias.

Resulta entonces importante evaluar si estos objetivos son alcanzados por los estudiantes y por sus profesores de los diversos niveles educativos en los que se encara una educación con centro en las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad.

En el programa mexicano de la secundaria se hace énfasis, por ejemplo, en varias actitudes que intentan formarse en los estudiantes. En cuanto a las actitudes asociadas al estudio de los fenómenos naturales y procesos técnicos, sobresalen el pensamiento crítico y flexible, la creatividad y la imaginación en la búsqueda de nuevas explicaciones, puntos de vista y soluciones, así como la participación comprometida, la colaboración, la responsabilidad, la empatía y el respeto hacia las personas y el ambiente. Además de las anteriores, están las actitudes de iniciativa, interés, curiosidad, previsión, escepticismo informado y perseverancia, que favorecen el aprendizaje a lo largo de la vida con autonomía. El desarrollo y fortalecimiento de habilidades y actitudes comienza

al fomentar el interés y la curiosidad de los alumnos para explorar el entorno natural, analizar técnicas y realizar investigaciones cualitativas y cuantitativas. La intención es que progresivamente incorporen nuevos elementos a las representaciones e interpretaciones iniciales, o que inicien el cambio de aquellas que no están de acuerdo con la visión actual de la ciencia, siempre orientándolas a favorecer una mayor comprensión de los fenómenos y procesos, así como a la consolidación de una cultura para la prevención, el mantenimiento de la salud y la conservación del ambiente.

Por eso, resulta necesario dar una evaluación adecuada a estos aspectos usando como instrumento el utilizado en este estudio.

La meta de la enseñanza de las actitudes relacionadas con la ciencia no debe ser solo promover un punto de vista particular sobre la ciencia, sino abrir la formación a las distintas alternativas que aún son objeto de estudio, debate y, si cabe, elección, reconociendo la existencia de respuestas plurales a cuestiones importantes sobre la ciencia. De hecho, como muestran algunos estudios, la omisión de la enseñanza de las actitudes y valores de la ciencia, la falta de elección, están produciendo, por defecto, un tipo de profesorado y alumnado principalmente tradicional y positivista (Blanco y Niaz, 1997; Mellado, 1998).

En esa mentalidad positivista, que cree en una ciencia neutral, objetiva, lógica, empírica, en la cual no queda lugar para factores distintos de la racionalidad y los hechos, es frecuente encontrar la conclusión de que las actitudes no tienen cabida en la educación y, en consecuencia, tampoco se pueden evaluar, pues por su propio carácter —sesgadas, subjetivas, ilógicas, etc.— son opuestas a la NdC.

La nueva construcción curricular debe centrarse menos en la concepción positivista de la ciencia y más en su visión de tecnociencia, con su naturaleza éticamente no neutral y pluralista, con sus daños justificables, sin una noción de verdad y quizás basada en la sustentabilidad como arma de cohesión. El conocimiento sobre la ciencia construido desde la perspectiva de la reflexión filosófica y la investigación histórica y sociológica, ha cuestionado la concepción positivista y ha construido una visión más realista, diversa, dialéctica y cargada de valores. De esta manera, debe buscarse que la química quede conectada con los actores que la han desarrollado a través de la historia, así como con la indagación y la resolución de problemas como principales estrategias didácticas para alcanzar una enseñanza basada en la investigación, como forma efectiva de transmitir a los estudiantes la naturaleza de esta ciencia (Chamizo y Garritz, en prensa).

Las actitudes relacionadas con la ciencia no reflejan leyes demostradas de forma empírica sino sistemas de valores, cuya evaluación no puede objetivarse ni calificarse con la misma sencillez que las respuestas a un examen de química o de física (Lederman, 1986).

Después de analizar los variados intentos existentes hasta ese momento para obtener las actitudes con relación al tema CTS, Aikenhead concluyó que las entrevistas semiestructuradas reducen la ambigüedad casi a cero, pero exigen gran cantidad de tiempo para recoger y analizar los datos, de modo que los cuestionarios de elección múltiple son el método más operativo para reducir dicha ambigüedad.

Aikenhead y Ryan (1992) desarrollaron el cuestionario VOSTS, que contiene un conjunto de 114 cuestiones de opción múltiple construido a partir del análisis empírico de las respuestas escritas

y las entrevistas de los estudiantes (empíricamente desarrollado) cuyo objetivo principal es superar las deficiencias metodológicas de los instrumentos tradicionales. A partir del VOSTS, Vázquez y Manassero (1997) y Manassero y Vázquez (1998) generaron el COCTS, que es el instrumento que aplicamos en este estudio con el método de evaluación seguido por estos autores (2001).

Cada una de las preguntas del cuestionario tiene varios incisos (entre 4 y 8), los que deben calificarse con un número del 1 al 9 (con 1, 2 o 3 si el acuerdo es bajo; 4, 5 o 6 si es medio, y 7, 8 o 9 si es alto). Por eso se dice que se trata de un instrumento de respuesta múltiple. Las mismas preguntas fueron pasadas a un grupo de dieciséis “jueces” o “expertos”, quienes clasifican las alternativas en tres categorías:

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

Para completar el modelo de respuesta múltiple se sugiere una métrica que permite obtener una valoración global y sintética de la actitud en cada cuestión a través del índice global actitudinal (rango -1, +1), construido sobre la base del carácter adecuado, plausible o ingenuo de cada una de las posiciones, el que está muy bien explicado en la fuente (Manassero y Vázquez, 2001).

## Metodología

Se aplicaron varias preguntas del PIEARCTS en sus cuestionarios 1 y 2 (F1 y F2) a una muestra de profesores del nivel medio superior (NMS, que atiende a estudiantes entre 15 y 18 años), de los sistemas de bachillerato público: Escuela Nacional del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), así como a otra muestra de profesores del mismo nivel: el Instituto de Educación Media Superior del Distrito Federal (IEMSDF). Además se aplicó a profesores de licenciatura de la Facultad de Química de la UNAM.

Este cuestionario se aplicó a estudiantes del último año del bachillerato en los sistemas CCH y ENP y del primer año de licenciatura de la Facultad de Química.

**Tabla 8.1. Composición de la muestra participante en el estudio**

Nivel medio superior	F1		F2		TOTAL
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
Prof. CCH-ENP	3	3	2	1	9
Prof. IEMSDF	6	13	4	31	54
Alumnos del NMS	52	77	66	81	276
<b>Licenciatura</b>					
Prof. Facultad de Química	2	5	2	12	21
Alumnos de licenciatura	178	211	139	138	666

### Características de la aplicación de cada muestra

Se solicitó a varios profesores de los sistemas CCH-ENP que contestaran alguno de los dos formatos del PIEARCTS, siendo el único criterio de selección que estuvieran impartiendo clases al momento de la aplicación del cuestionario e impartieran alguna asignatura del área de ciencias experimentales.

Los profesores del IEMSDF, al momento de la aplicación del cuestionario, se encontraban en un programa de formación didáctico-disciplinario.

Los alumnos de bachillerato se eligieron por grupo con la única condición de estar cursando como mínimo una asignatura del área de ciencias experimentales.

Los alumnos de la Facultad de Química se eligieron por grupo, correspondiendo a las asignaturas de Ciencia y Sociedad y Química General.

### Comparaciones entre muestras

Se compararon los resultados entre medias de los índices para cada pregunta por formato para las siguientes parejas:

- I. Estudiantes de licenciatura vs. estudiantes de bachillerato.
- II. Profesores CCH-ENP vs. estudiantes de bachillerato del CCH.
- III. Profesores CCH-ENP vs. profesores IEMSDF.
- IV. Profesores de CCH-ENP vs. profesores de licenciatura.
- V. Profesores de licenciatura vs. estudiantes de licenciatura.

Para aquellos valores del índice que resultaron en diferencias mayores a 0,12, se realizaron las pruebas F. En caso de que los valores resultantes supusieran cierta diferencia que pudiera ser significativa, se desarrolló una prueba t. El tratamiento de los resultados se realizó con el programa Excel en su versión 2007.

### Resultados

A continuación, ha sido interesante comparar las medias de dos universos de entrevistados, tanto profesores como estudiantes, de los niveles de bachillerato o licenciatura.

### Comparación entre estudiantes de licenciatura y estudiantes de bachillerato

Se entrevistó y se aplicó alguno de los cuestionarios de 15 preguntas a 129 estudiantes de bachillerato y a 389 estudiantes de licenciatura.

En este caso solo, en cinco de las preguntas (tres del F1 y dos del F2) la diferencia de medias de los índices superó los 0,12 puntos (tabla 8.2). Aplicamos la prueba F para certificar que la diferencia de medias es significativa, y cuando F nos dio un valor pequeño aplicamos una prueba t de varianzas diferentes.

**Tabla 8.2. Diferencia de medias mayor a 0,12 de las preguntas de los dos cuestionarios para la comparación de estudiantes de los dos niveles analizados**

Preguntas	Diferencia de medias	Prueba F	Prueba t
F1			
30111	0,177	0,2683	5.189E-10
40161	0,131	9.141E-4	1.013E-4
40221	0,177	4.378E-3	6.621E-9
F2			
10421	0,144	0,353	3.303E-8
50111	0,127	0,775	1.005E-4

Vamos a analizar con detenimiento aquellas preguntas donde existe mayor diferencia de medias en los índices de ambos universos de estudiantes. Con esto pretendemos mostrar diferentes actitudes entre ellos. El lector puede consultar el apéndice de este libro, donde se encuentran las preguntas de ambos cuestionarios.

Por ejemplo, para la pregunta 30111 (una de las cinco en las que hay una diferencia significativa de acuerdo con la estadística), podríamos decir que los incisos A, B, C, D y G están calificados por los expertos como ingenuos, y los E y F como adecuados. La media de los estudiantes de licenciatura tiene un índice de 0,300, mientras que la de los estudiantes de bachillerato tuvo 0,123. Es evidente que los estudiantes de licenciatura marcan con más frecuencia los incisos adecuados E y F.

El inciso A de la pregunta 40161 ha sido marcado por los expertos como ingenuo; el B y el E como plausibles, y los C, D y F como adecuados. Como el índice para los estudiantes del bachillerato promedia 0,151 y el de los de licenciatura 0,282, se tiene una mejor tendencia a reproducir las calificaciones de los expertos en el caso de los estudiantes de licenciatura.

En relación a la pregunta 40221, los incisos C, D y F han sido marcado por los expertos como ingenuos, el A y el E como plausibles y el B como el único adecuado. En este caso, el promedio del índice de los estudiantes de bachillerato es negativo (-0,024), por lo que hay una ligera desviación contraria respecto a las opiniones de los expertos (como si se calificaran eventualmente como ingenuos algunos de los incisos calificados por los expertos como adecuados, y viceversa). Mientras tanto, en el caso de los de licenciatura el promedio es positivo (0,154).

En el segundo cuestionario, la pregunta 10421 muestra que los expertos marcaron los incisos A, F, G y H como ingenuos. B, C y E como plausibles y únicamente el D como adecuado. Otra vez el índice promedio de los estudiantes del bachillerato es inferior (0,083) respecto al de los estudiantes de licenciatura (0,226).

Finalmente, con relación a la pregunta 50111, el análisis nos indica que los expertos marcan como ingenuo el inciso B, como plausibles los A, C y D y como único adecuado el E. No obstante, los estudiantes de bachillerato tienen un promedio bastante cercano al cero (0,051), mientras que el promedio para los estudiantes de licenciatura es de 0,178.

### Comparación entre docentes de bachillerato y estudiantes de bachillerato (CCH-UNAM)

Se aplicaron los dos cuestionarios a una muestra de seis docentes y a otra de 129 estudiantes del mismo bachillerato.

Hubo 14 preguntas (siete en el F1 y siete en el F2) en las cuales la diferencia de medias superó el 0,14. Sin embargo, en varios casos la prueba F resultó peligrosamente pequeña, y una prueba t de variancias diferentes no resolvió la cuestión. Por eso evaluamos solo dos preguntas del cuestionario 1 y ninguna del cuestionario 2 (tabla 8.3). Podemos asegurar que parte del problema en esta comparación se debe al pequeño número de docentes del CCH.

**Tabla 8.3. Diferencia de medias mayor a 0,12, con pruebas F y t valederas, de las preguntas del F1 para la comparación de los docentes vs. los estudiantes del nivel bachillerato**

Preguntas	Diferencia de medias	Prueba F	Prueba t
F1			
90211	0,325	0,877	8.465E-3
90411	0,385	0,873	3.281E-3

En este caso, las dos preguntas que van a analizarse son la 90211 y la 90411, que se refieren a la modelación y al carácter cambiante de la ciencia. En ambos casos parece que las actitudes de los estudiantes son menos adecuadas que las de sus profesores, debido a que tienen más idea sobre modelación en ciencia y sobre el carácter tentativo de los conocimientos científicos.

Para la pregunta 90211, los expertos califican como ingenuos los incisos A, B y C, como plausibles D y G y como adecuados los E y F. Las respuestas de los docentes siguen mejor ese patrón, con un promedio de 0,215, mientras que las de los estudiantes resultan negativas, con un promedio de -0,109.

Y para la 90411, los expertos califican como ingenuos los incisos C y D, como plausible el A y como adecuado el inciso B. Otra vez, las respuestas de los docentes siguen mejor ese patrón, con un promedio de 0,292, mientras que las de los estudiantes resultan negativas, con un promedio de -0,094.

### Comparación entre docentes de bachillerato del CCH-UNAM y docentes de bachillerato del IEMS

Se aplicaron los dos cuestionarios a una muestra de seis docentes del CCH de la UNAM y a otra de 19 docentes del Instituto de Educación Media Superior.

Hubo 11 preguntas (seis en el F1 y cinco en el F2) en las cuales la diferencia de medias superó el 0,12. No obstante, en ninguno de los casos se obtuvieron pruebas F y t apropiadas para establecer una diferencia significativa en las medias de los índices, por lo que esta comparación no pudo llevarse a cabo. Puede ser que el tamaño de ambas muestras fuera inapropiado.

### Comparación entre docentes de bachillerato del CCH-UNAM y docentes de licenciatura de la Facultad de Química

Hubo nueve preguntas (seis en el F1 y tres en el F2) en las cuales la diferencia de medias superó el 0,12. Sin embargo, en varios casos la prueba F resultó pequeña y una prueba t de varianzas diferentes no resolvió el problema. Por eso nos quedamos solo con dos preguntas del F1 y con una del F2 (tabla 8.4).

**Tabla 8.4. Diferencia de medias mayor a 0,12, con pruebas F y t valederas, de las preguntas de los dos cuestionarios para la comparación de los docentes de los dos niveles educativos en la UNAM**

Preguntas	Diferencia de medias	Prueba F	Prueba t
F1			
40211	0,259	0,290	1.026E-4
40531	0,315	0,804	8.730E-3
F2			
70211	0,674	0,369	8.427E-3

Las tres preguntas analizadas con diferencia significativa tienen que ver con aspectos éticos: con temas morales, la 40221; con la preferencia de la tecnología sobre la ciencia, la 40531, y, otra vez con cuestiones morales, la 70211. Resulta notable que las preguntas en donde existe mayor diferencia sean de tipo ético.

Con relación a la 40221, son calificadas por los expertos como ingenuos los incisos C, D y F, como plausibles los A y E, y solo hay un inciso adecuado, el B. En este caso, la media para los docentes del bachillerato CCH resulta ser menor (0,111) que la de los docentes de la licenciatura (0,370), y la distancia entre ambas medias es altamente significativa.

Con la 40531 tenemos que en esta ocasión los expertos califican como ingenuos los incisos A y C, como plausibles los B y F, y como adecuados el D y el E. Otra vez la media para los docentes del CCH es negativa, cerca de cero (-0,028), mientras que la de los docentes de la licenciatura es positiva y bastante más alta (0,287).

Finalmente, con la 70211 son calificadas por los expertos como ingenuos los incisos A y B, como plausibles los C, D, F y G y solo hay un inciso adecuado, el E. Otra vez la media para los docentes del CCH es muy negativa (-0,569), mientras que la de los docentes de la licenciatura es positiva pero con un margen menor (0,104). Vemos que en las tres preguntas donde sí existe una diferencia significativa puede notarse una actitud más adecuada de los docentes de licenciatura frente a los del bachillerato, tanto en lo que se refiere a cuestiones éticas dentro de la ciencia como a la naturaleza de la tecnología.

## Comparación entre estudiantes de licenciatura y docentes de la misma licenciatura en la Facultad de Química de la UNAM

Se entrevistó y se aplicó alguno de los dos cuestionarios de 15 preguntas a nueve docentes de la licenciatura y a 389 estudiantes de licenciatura.

En este caso, en las 15 preguntas (once del F1 y cuatro del F2) la diferencia de medias de los índices superó los 0,12 puntos. Aplicamos la prueba F para certificar que la diferencia de medias es estadísticamente significativa, y cuando F nos dio un valor pequeño aplicamos una prueba t de variancias diferentes. Eso nos dejó con solo siete preguntas donde hubo una diferencia significativa del promedio de índices, con dicha diferencia superando 0,3 casi en todos los casos y en todos ellos favorable a las actitudes de los docentes frente a las de los estudiantes.

**Tabla 8.5. Diferencia de medias mayor a 0,12 en los índices de las preguntas de F1 y F2 para la comparación de estudiantes de los dos niveles analizados**

Preguntas	Diferencia de medias	Prueba F	Prueba t
F1			
30111	0,310	0,747	6.992E-04
40531	0,327	0,393	1.645E-04
60111	0,224	0,844	3.004E-03
80131	0,289	0,482	6.533E-04
90211	0,317	0,507	6.791E-04
90411	0,321	0,438	1.077E-03
90621	0,322	0,942	3.420E-04

Para la pregunta 30111 ya colocamos anteriormente la calificación de los expertos en cada inciso. Lo único que vale la pena decir ahora es que la media de los docentes de licenciatura es poco más del doble (0,610) que la de los estudiantes de licenciatura (0,300).

De la misma manera, la pregunta 40531 ya fue mencionada. Solo agregaremos que el promedio del índice de los docentes es 0,287 mientras que el de los estudiantes es -0,0838.

La 90211 también ya fue referida. En esta ocasión, el promedio del índice de los docentes es 0,231, mientras que el de los estudiantes es -0,0850,

La 90411 también está ya señalada, pero los promedios de los índices para docentes (0,301) y estudiantes (-0,0197) siguen mostrando mayor congruencia en las respuestas de los profesores.

Las otras tres preguntas donde existe una diferencia significativa entre las respuestas de los estudiantes y los docentes son la 60111, la 80131 y la 90621. La primera tiene que ver con la motivación de los científicos para hacer ciencia, con un componente de género; la segunda, sobre los factores para echar a andar un descubrimiento tecnológico, y la tercera, sobre el método científico y su plausibilidad. En los tres casos las actitudes del profesorado de licenciatura supera a la de los estudiantes de la misma.

En la pregunta 60111, los expertos marcan como ingenuos los incisos B, F y G, como plausibles los C, D y E y como adecuados los A y H. Las respuestas son casi iguales, salvo por el hecho de que los estudiantes de licenciatura tienen un promedio negativo (-0,122) y los docentes, positivo (0,102).

En la pregunta 80131 los expertos marcan como ingenuo el inciso A, como plausible el C, y como adecuados los B, D y E. Los estudiantes de licenciatura tienen una media negativa (-0,0666) y los docentes de licenciatura un promedio de 0,222.

Finalmente, con relación a la 90621, los expertos marcan como ingenuos los incisos A y B, como plausibles los D y E y como adecuado el C. Otra vez, los estudiantes de licenciatura tienen un promedio ligeramente negativo (-0,0762) y los docentes de licenciatura un valor positivo y mayor (0,245).

## Conclusiones

### Observaciones de orden general

Hemos calificado como de una “pobreza alarmante” los resultados de la aplicación del COCTS a los estudiantes y docentes mexicanos. La razón es que las treinta preguntas aplicadas en los dos cuestionarios tienen índices promedio por debajo de 0,5 en todos los casos, con la excepción de dos preguntas aplicadas a docentes de la Facultad de Química, profesores de la asignatura Ciencia y sociedad, y una más aplicada a los docentes del Instituto de Educación Media Superior del D. F., en las que se supera el 0,5.

Es más, hay una pregunta dirigida a profesores del bachillerato del CCH-UNAM que tiene un promedio negativo de -0,569.

### Conclusiones particulares

Al analizar todos los resultados de las distintas muestras escogidas podemos obtener algunas conclusiones:

1. De la comparación de las muestras de estudiantes de licenciatura y de bachillerato se observa que, aunque en todos los casos la diferencia de índices promedio es solo un poco mayor al 0,12, ya que no se llega nunca al 0,18, los estudiantes de licenciatura tienen mejores resultados en todos los casos, ya que sus índices promedio son el doble de los de bachillerato. Podemos afirmar que poseen una mayor claridad que sus compañeros de bachillerato sobre la relación que hay entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, y sobre los efectos contaminantes globales de la industria, que nacen de las políticas aplicadas en las naciones más avanzadas. Además, podemos inferir de manera provisional que los estudiantes de licenciatura han mejorado su visión de la perspectiva CTS, lo que quizá se deba a la influencia de haber transitado por la asignatura Ciencia y Sociedad, ya que la muestra de los estudiantes de bachillerato a los que se les aplicó el cuestionario solo se diferencia de los de licenciatura por haber realizado una parte de sus cursos de licenciatura y por una diferencia de edad aproximada de 18 meses.

2. De la comparación de las muestras de profesores de bachillerato y sus estudiantes, en los dos casos escogidos por sus resultados se tienen valores superiores de diferencia de índices mayores a 0,12, ambos superiores a 0,3 y sus índices promedio son tres veces mayores que los de sus estudiantes. Por eso parece que los docentes de este nivel tienen una noción más adecuada del significado de la modelización en ciencia y del carácter cambiante y no acabado de la ciencia.
3. En las muestras entre docentes del bachillerato se requiere aumentar el número de participantes o aplicar otro tipo de pruebas, para poder contar con respuestas más concluyentes.
4. De la comparación de las muestras entre docentes de licenciatura y de bachillerato en los tres casos escogidos por sus valores de pruebas F y t aceptables, los profesores de licenciatura obtienen índices promedio muy superiores a los de bachillerato. Cabe mencionar que un buen número de profesores de licenciatura encuestados tienen una mejor formación sobre la NdC, ya que imparte la asignatura Ciencia y Sociedad, y en algunos casos tiene un posgrado en el área. Como estas preguntas se refieren a valores éticos y a la relación entre la ciencia y la tecnología, podemos afirmar de manera provisional que los docentes de bachillerato tienen una visión más ingenua sobre el valor de la ciencia y también deformada sobre la relación que existe entre la ciencia y la tecnología.
5. Para las muestras entre estudiantes y docentes de licenciatura, es necesario señalar que todos los estudiantes están cursando la asignatura Ciencia y Sociedad, y los docentes tienen en su mayoría conocimientos de temas sobre la NdC. Aunque en todos los casos la diferencia de índices es muy superior a 0,12, ya que ronda alrededor de 0,3, para el caso de los profesores solo rebasa el 0,5 en un caso, y para los estudiantes tenemos solo un valor positivo, lo que es muy alarmante. Si revisamos la naturaleza de las preguntas podemos observar que ambos grupos muestran uno de los más altos índices sobre la relación —aunque sea de manera esquemática— entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, aunque por supuesto con mayor claridad en los docentes, que parecen tener visiones más adecuadas sobre el campo. Para los demás incisos, los estudiantes de licenciatura tienen visiones bastante alarmantes de la NdC, y sus docentes tampoco presentan visiones muy adecuadas sobre el tema.

A partir de estas conclusiones provisionales podemos afirmar la pobreza alarmante que tienen profesores y estudiantes de ciencias sobre la NdC.

Estos resultados no ayudan a que este grupo de estudiantes y profesores puedan tomar mejores decisiones sobre temas relacionados con la ciencia, la tecnología y su vínculo con la sociedad, ya sea como futuros profesionales de ciencias o como formadores de otros profesionales.

Además, si estos grupos muestran estos resultados, es difícil que puedan ser el factor de cambio que permita que la población en general, con visiones todavía más deformadas sobre la NdC, pueda tomar decisiones acertadas sobre políticas públicas que le atañen o sobre temas de ciencia y tecnología que les son importantes para la vida.

Esto nos lleva a reconocer que es necesario mejorar la actualización docente en este campo para los profesores de estos niveles, además de acercar lo antes posible este tipo de contenidos como prioritarios a los demás niveles educativos, en especial al de la educación básica.



## **PARTE 3**

# **Análisis de temas transversales**



## 9. ¿Aportan algo los estudios universitarios de grado a la comprensión de la NdCyT?

Antoni Bennàssar Roig<sup>1</sup>, Antonio García-Carmona<sup>2</sup>, Ángel Vázquez Alonso<sup>1</sup>,  
María Antonia Manassero Mas<sup>1</sup> y Marisa Montesano de Talavera<sup>3</sup>

La investigación sobre la comprensión de los temas de CTS o NdCyT es coincidente y reiterativa al señalar que los estudiantes en las especialidades de ciencias y tecnologías no logran una comprensión adecuada de estas cuestiones. Los estudios analizan una gran diversidad de estudiantes de diferentes edades y niveles del sistema educativo, y aunque para los más jóvenes se podría justificar por su todavía escasa exposición a la ciencia y tecnología, para los estudiantes graduados en ciencias o tecnologías es inexcusable, y aún más para aquellos que por ser profesores tienen el deber de enseñar estos temas. Sin embargo, no existen estudios longitudinales que se hayan planteado el análisis de la eficacia de los estudios superiores de grado que son cruciales en la formación del profesorado, para mejorar la comprensión de la NdCyT.

En los últimos años, la investigación en didáctica de las ciencias para mejorar el aprendizaje y la enseñanza de la NdCyT se ha centrado en clarificar la eficacia de los diferentes métodos de enseñanza y en discriminar la efectividad de los diversos factores intervinientes que lo impiden, limitan o facilitan (Acevedo, 2009).

La diversidad de métodos analizados en la investigación se clasifica en uno de estos dos enfoques básicos:

1. Enseñanza implícita. Señala que las actividades usuales de enseñanza de la ciencia y tecnología permiten el aprendizaje indirecto y automático de la NdCyT, sin necesidad de actividad específica adicional alguna. El contexto más típico de este supuesto son las actividades de indagación científica; por ejemplo, la práctica de toma de medidas en el laboratorio (no) supone que los estudiantes aprenden el concepto de inferencia.
2. Enseñanza explícita. Presenta el contenido de la NdCyT explícito en la actividad docente (lo cual implica algún tipo de planificación curricular y significativa de objetivos, contenidos y evaluación y realización clara en el aula). Este enfoque suele ir unido a la reflexión, es decir, la discusión explícita de los conceptos de la NdCyT en el aula a través de preguntas, diálogos, actividades adicionales, etcétera.

Los resultados de investigaciones recientes que emplean variados diseños (análisis de casos, diseños cuasi-experimentales, comparación de grupos pre / post test, diseños cualitativos, etc.), y

---

1. Universidad de las Islas Baleares, España.

2. Universidad de Sevilla, España.

3. Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, Panamá.

diversos contextos de aprendizaje (actividades prácticas de investigación, cursos de métodos o filosofía de CyT, historia de la CyT, cuestiones tecnocientíficas de interés social o de contenidos tradicionales de CyT impregnados de la NdCyT) convergen en señalar que la enseñanza explícita mejora la comprensión sobre la NdCyT de profesores y estudiantes, mientras que los métodos implícitos muestran poca eficacia. La conclusión que debe extraerse de estos estudios, por el momento, es que el tratamiento intencional y explícito, complementado con actividades metacognitivas de reflexión (enfoque explícito) es el método que se presenta como más eficaz para enseñar tanto a estudiantes como en la formación del profesorado. Acevedo (2009) presenta una documentada y extensa bibliografía sobre esta cuestión, de las cuales se citan aquí solo algunas, donde el lector interesado, a su vez, encontrará nuevas y más extensas referencias (Abd-El-Khalick y Akerson, 2009; Acevedo, 2009; Akerson, Hanson y Cullen, 2007; Morrison, Raab e Ingram, 2009; Scharmann y otros, 2005).

El enfoque implícito, cuya eficacia no se encuentra respaldada de manera empírica por los resultados de la investigación, goza de aceptación entre el profesorado, porque se basa en un supuesto sencillo, que es ampliamente compartido por muchos profesores. Este supuesto se caracteriza por una gran fe en la multicapacidad de los aprendizajes de CyT para enseñar la NdCyT. Entonces, se podría formular así: el aprendizaje sobre cómo son y cómo funciona la NdCyT en el mundo actual se puede lograr de manera indirecta a través de la realización de las actividades de aprendizaje. En esta concepción es evidente que el aprendizaje de la NdCyT se considera un subproducto evidente y automático que surge sin más por la mera realización de actividades de CyT, en especial de practicar procesos científicos o actividades de indagación. En particular, muchos profesores universitarios tienen una confianza firme en que los estudios de grado, que llevan aparejadas múltiples horas de trabajo en el laboratorio, permiten a los estudiantes aprender las características de la CyT que constituyen la NdCyT.

Como consecuencia, este supuesto implica creer en la existencia de una correspondencia directa entre cualquier práctica científica y el aprendizaje de la NdCyT; es más, la creencia en este automatismo entre actividad y comprensión de la NdCyT evita que el profesorado se plantee que las cosas no son así (no se logra el aprendizaje), con lo que se perpetúa la precariedad de la situación. Sin embargo, los mejores resultados de los estudios con un enfoque explícito respecto a los enfoques implícitos falsean esa creencia como un supuesto didáctico ingenuo. Por eso, resulta interesante volver a presentar esta cuestión con datos empíricos referidos solo a los estudios de grado universitarios, para suscitar un cierto conflicto cognitivo y una reflexión más profunda sobre esta cuestión con el fin de remover esta creencia didáctica ingenua.

Entonces, el objetivo de este estudio es verificar la eficacia de los estudios universitarios de grado para mejorar la comprensión de la NdCyT de los graduados de una muestra representativa iberoamericana y, más específicamente, evaluar los aspectos concretos de la NdCyT que los estudios de grado contribuyen a mejorar. Para eso, las respuestas a cada una de las 30 cuestiones aplicadas a través de dos cuestionarios, F1 y F2, se comparan entre estudiantes que inician o acaban grados de ciencias e ingeniería mediante un análisis de la varianza (ANOVA). Los resultados de la comparación deben decidir acerca de la hipótesis establecida sobre si los estudiantes de fin de grado logran una mejor comprensión que los estudiantes que inician el grado. En caso afirmativo, se verificaría que los estudios de grado resultan un factor positivo en la mejora de la comprensión de los estudiantes.

## Resultados

Los resultados provienen del análisis de los índices promedios globales en las variables de evaluación, que corresponden a los índices de las frases que forman las 30 cuestiones aplicadas ( $99 + 101 = 200$  índices de frases). Los índices correspondientes a las tres categorías (adecuadas, plausibles e ingenuas) existentes en cada cuestión de los F1 y F2 ( $43 + 44 = 77$  índices de categorías) y los índices globales medios de cada una de las 30 cuestiones. En total, este estudio se basa en 307 variables dependientes que representan la comprensión de los temas CTS-NdCyT de los estudiantes que inician y finalizan estudios de grados en ciencias e ingeniería.

El F1 fue contestado por 359 estudiantes que inician estudios de grado de ciencias e ingeniería y 303 estudiantes que los están finalizando, mientras que el F2 fue respondido por 417 estudiantes de ciencias que inician estudios de grado y 315 que los están acabando.

### Comparación sobre los índices de las frases

Los grandes promedios y desviaciones típicas computadas como promedio de todos los índices de las frases del F1 (no solo los que aparecen en las tablas) muestran resultados globales muy similares entre estudiantes de inicio y final de grado, respectivamente ( $m = 0,009; 0,024$ ;  $DE = 0,548; 0,539$ ). De manera general, indican una actitud informada y positiva para ambos grupos, siendo algo superior la puntuación del grupo de final de grado. La diferencia entre ambos en términos globales es, pues, insignificante.

Los índices de las 200 frases del F1 y del F2 se someten a un ANOVA para comparar los resultados entre los grupos (tablas 9.1 y 9.2).

El número de frases del F1 cuyas diferencias resultan significativas entre los grupos de estudiantes de ciencias que inician y acaban estudios de grado ( $p < 0,01$ ) es 8 (tabla 9.1). Aunque la mayoría (7) exhiben una diferencia positiva (los estudiantes de final de grado logran una mejor comprensión), cabe destacar también a una de ellas (F1\_C\_90211B\_I Modelos científicos) que muestra el patrón contrario, que supone un resultado opuesto a la hipótesis establecida en este estudio.

En estas variables de frases significativas, el análisis del valor del tamaño del efecto de las diferencias es muy modesto, pues solo tres frases (F1\_C\_20141I\_I Política del gobierno del país, F1\_C\_40161A\_I Responsabilidad social / Contaminación, F1\_C\_40221D\_I Decisiones morales) exhiben una magnitud superior al punto de corte habitual ( $d > 0,30$ ) para considerar relevantes las diferencias encontradas.

Respecto al tipo de frases que exhiben diferencias significativas debe señalarse también que todas corresponden al tipo de frases ingenuas (6) o adecuadas (2), y ninguna al tipo de frases plausibles.

**Tabla 9.1. Variables de frases del F1 cuyas diferencias son estadísticamente significativas entre los grupos de estudiantes de ciencias que inician y acaban sus estudios de grado, con indicación de la probabilidad de significación estadística ( $p < 0,01$ ) y listados por orden decreciente del tamaño del efecto de las diferencias (el signo positivo [negativo] indica mejor [peor] comprensión de los estudiantes de final de grado)**

	Inicio de grado				Final de grado			Tamaño efecto
	N	Media	Desviación típica	Sig.	N	Media	Desviación típica	
F1_C_20141I_I_ Política del gobierno del país	341	0,042	0,681	0,000	291	0,284	0,657	0,363
F1_C_40161A_I_ Responsabilidad social / Contaminación	347	0,491	0,613	0,000	292	0,679	0,504	0,336
F1_C_40221D_I_ Decisiones morales	341	-0,102	0,661	0,000	291	0,105	0,651	0,315
F1_C_10411A_I_ Interdependencia	355	-0,243	0,623	0,001	297	-0,076	0,671	0,258
F1_C_30111A_I_ Interacción CTS	349	-0,335	0,600	0,006	291	-0,199	0,645	0,218
F1__20141A_A_ Política del gobierno del país	331	0,458	0,477	0,008	287	0,558	0,448	0,216
F1__20141B_A_ Política del gobierno del país	339	0,493	0,471	0,009	293	0,589	0,432	0,211
F1_C_90211B_I_ Modelos científicos	338	-0,399	0,434	0,006	287	-0,491	0,395	-0,223
Media total		0,009	0,548	0,351		0,024	0,539	0,027

Los grandes promedios y desviaciones típicas computadas como promedio de todos los índices de las frases del F2 (no solo los que aparecen en las tablas) muestran resultados generales muy similares entre estudiantes de inicio y final de grado, respectivamente ( $m = -0,081$ ;  $-0,082$ ;  $DE = 0,556$ ;  $0,562$ ). En general, indican una actitud negativa para ambos grupos, siendo superior la puntuación del grupo de final de grado. La diferencia en términos globales es nula.

**Tabla 9.2. Variables de frases del F2 cuyas diferencias son estadísticamente significativas entre los grupos de estudiantes de ciencias que inician y acaban estudios de grado, con indicación de la probabilidad de significación estadística ( $p < 0,01$ ) y listados por orden decreciente del tamaño del efecto de las diferencias (el signo positivo [negativo] indica mejor [peor] comprensión de los estudiantes de final de grado)**

	Inicio de grado				Final de grado			Tamaño efecto
	N	Media	Desviación típica	Sig.	N	Media	Desviación típica	
F2__20511E_I_ Instituciones educativas	406	-0,086	0,641	0,000	304	0,138	0,681	0,338
F2__70711E_I_ Influencias nacionales	390	-0,291	0,556	0,000	288	-0,103	0,609	0,322
F2_C_40211D_A_ Decisiones sociales	405	0,639	0,435	0,001	295	0,745	0,385	0,259
F2_C_20511F_I_ Instituciones educativas	410	-0,090	0,575	0,001	304	0,067	0,662	0,253
F2_C_40131G_I_ Responsabilidad social / Información	404	0,085	0,608	0,001	299	0,242	0,649	0,250
F2_C_10421H_I_ Interdependencia / Calidad de vida	408	0,379	0,670	0,001	307	0,541	0,642	0,246
F2_C_20511C_A_ Instituciones educativas	413	0,641	0,418	0,002	303	0,735	0,380	0,236
F2_C_70711F_I_ Influencias nacionales	389	-0,294	0,570	0,005	288	-0,166	0,618	0,216
F2_C_20511H_I_ Instituciones educativas	404	-0,155	0,660	0,006	297	-0,013	0,693	0,210
F2_C_10421D_A_ Interdependencia / Calidad de vida	410	0,698	0,415	0,009	309	0,773	0,346	0,200
F2__40421G_A_ Aplicación a la vida diaria	403	-0,211	0,595	0,007	294	-0,334	0,599	-0,206
F2__10421B_P_ Interdependencia / Calidad de vida	410	-0,044	0,659	0,006	308	-0,179	0,640	-0,207
F2__91011D_P_ Estatus epistemológico	382	-0,085	0,650	0,004	283	-0,231	0,650	-0,225
F2__60521C_P_ Equidad de género	398	-0,626	0,538	0,004	290	-0,736	0,442	-0,226
F2__20511B_P_ Instituciones educativas	413	-0,435	0,573	0,002	305	-0,562	0,493	-0,240
Media total		-0,081	0,556	0,322		-0,082	0,562	0,004

El número de frases del F2 cuyas diferencias resultan significativas entre los grupos ( $p < 0,01$ ) es casi el doble que en el F1 (15); sus contenidos se muestran en la tabla 9.2. Aunque la mayoría (10) exhiben una diferencia positiva (los estudiantes de final de grado logran una mejor comprensión), cabe destacar también que existen cinco que muestran el patrón contrario, resultado opuesto a la hipótesis establecida en este estudio.

En estas variables de frases significativas, el análisis del valor del tamaño del efecto de las diferencias es también muy modesto, pues solo dos frases (F2\_\_20511E\_I\_ Instituciones educativas y F2\_\_70711E\_I\_ Influencias nacionales) exhiben una magnitud superior al punto de corte utilizado de forma habitual ( $d > 0,30$ ) para considerar relevantes las diferencias encontradas.

Respecto al tipo de frases que exhiben diferencias significativas, debe señalarse también que todas las que exhiben diferencias positivas corresponden al tipo de frases ingenuas (7) o adecuadas (3), pero no hay ninguna plausible. Por el contrario, entre las que muestran diferencias negativas casi todas corresponden a esta última (4).

### Comparación sobre los índices de las categorías

Los índices de las 200 categorías del F1 y el F1 se someten también a un ANOVA entre los grupos de estudiantes de inicio y final de grado (tablas 9.3 y 9.4).

Los grandes promedios y las desviaciones típicas computadas como promedio de todos los índices de las categorías del F1 (no solo los que aparecen en las tablas) muestran resultados globales muy similares entre estudiantes de inicio y final de grado, respectivamente ( $m = 0,020; 0,030$ ;  $DE = 0,356; 0,441$ ). En general, indican una actitud informada y positiva moderada para ambos grupos, siendo algo superior la puntuación de este último grupo. La diferencia en términos globales es, pues, insignificante también para estas variables.

El número de categorías del F1 cuyas diferencias resultan significativas entre los dos grupos ( $p < 0,01$ ) es 5, y sus contenidos se relacionan en la tabla 9.3. Aunque la mayoría (4) exhiben una diferencia positiva (los estudiantes de final de grado logran una mejor comprensión), cabe destacar también una de ellas (F1\_20141PL Índice plausibles Política del gobierno del país) que muestra el patrón contrario, mostrando la hipótesis opuesta establecida en este estudio.

En estas variables de categorías significativas, el análisis del valor del tamaño del efecto de las diferencias es muy modesto, pues solo una variable (F1\_40161IN Índice ingenuas Responsabilidad social / Contaminación) exhibe una magnitud superior al punto de corte habitual ( $d > 0,30$ ) para considerar relevantes las diferencias encontradas.

Respecto al tipo de variables de categorías que exhiben diferencias significativas, debe señalarse que entre las positivas todas corresponden al tipo de categorías ingenuas (4), mientras la categoría que exhibe diferencia negativa corresponde al tipo de categorías plausibles.

**Tabla 9.3. Variables de categorías del F1 cuyas diferencias son estadísticamente significativas entre los grupos de estudiantes de ciencias que inician y acaban sus estudios de grado, con indicación de la probabilidad de significación estadística ( $p < 0,01$ ) y listados por orden decreciente del tamaño del efecto de las diferencias (el signo positivo [negativo] indica mejor [peor] comprensión de los estudiantes de final de grado)**

	Inicio de grado				Final de grado			Tamaño efecto
	N	Media	Desviación típica	Sig.	N	Media	Desviación típica	
Índice ingenuas F1_40161IN Responsabilidad social / Contaminación	347	0,491	0,6126062	0,000	292	0,679	0,5041511	0,336
Índice ingenuas F1_40221IN Decisiones morales	347	-0,261	0,3862071	0,000	293	-0,149	0,4132244	0,279
Índice ingenuas F1_10411IN Interdependencia	355	-0,155	0,5624273	0,001	299	-0,008	0,5959992	0,253
Índice ingenuas F1_20141IN Política del gobierno del país	351	-0,146	0,3387451	0,002	297	-0,066	0,3136041	0,244
Índice plausibles F1_20141PL Política del gobierno del país	348	-0,042	0,5223735	0,010	295	-0,147	0,4990147	-0,206
Media total		0,020	0,450	0,356		0,030	0,441	0,030

Los grandes promedios y desviaciones típicas computadas como promedio de todos los índices de las categorías del F2 (no solo los que aparecen en las tablas) muestran resultados globales muy similares entre estudiantes del inicio y el final de grado, respectivamente ( $m = -0,004$ ;  $0,001$ ;  $DE = 0,444$ ;  $0,459$ ). En general, indican una actitud neutral para ambos grupos, siendo algo superior la puntuación del grupo del final de grado. La diferencia en términos globales es insignificante también para estas variables.

El número de categorías del F2 cuyas diferencias resultan significativas entre los grupos ( $p < 0,01$ ) es 9, y sus contenidos se relacionan en la tabla 9.4. Aunque la mayoría (5) exhiben una diferencia positiva (los estudiantes de final de grado logran una mejor comprensión); cabe destacar también que cuatro muestran el patrón contrario, resultado opuesto a la hipótesis inicial establecida en este estudio.

En estas variables de categorías significativas, el análisis del valor del tamaño del efecto de las diferencias es muy modesto, pues solo una variable (Índice ingenuas F2\_C\_20511IN Instituciones educativas) exhibe una magnitud superior al punto de corte habitual ( $d > 0,30$ ) para considerar relevantes las diferencias encontradas.

Respecto al tipo de variables de categorías que exhiben diferencias significativas, debe señalarse también que, entre las positivas, corresponden todas al tipo de categorías adecuadas (3) e ingenuas (2), mientras las cuatro variables de categorías que exhiben diferencias negativas corresponden todas al tipo de categorías plausibles.

**Tabla 9.4. Variables de categorías del F1 cuyas diferencias son estadísticamente significativas entre los grupos de estudiantes de ciencias que inician y acaban sus estudios de grado, con indicación de la probabilidad de significación estadística ( $p < 0,01$ ) y listados por orden decreciente del tamaño del efecto de las diferencias (el signo positivo [negativo] indica mejor [peor] comprensión de los estudiantes de final de grado)**

	Inicio de grado				Final de grado			Tamaño efecto
	N	Media	Desviación típica	Sig.	N	Media	Desviación típica	
Índice ingenuas 20511IN Instituciones educativas	414	-0,006	0,481	0,000	305	0,157	0,542	0,318
Índice ingenuas 70711IN Influencias nacionales	397	-0,290	0,483	0,000	290	-0,138	0,545	0,298
Índice adecuadas 20511AD Instituciones educativas	413	0,641	0,418	0,002	303	0,735	0,380	0,236
Índice adecuadas 60521AD Equidad de género	402	0,738	0,330	0,010	292	0,802	0,302	0,200
Índice adecuadas 10421AD Interdependencia / Calidad de vida	410	0,698	0,415	0,009	309	0,773	0,346	0,200
Índice plausibles 40131PL Responsabilidad social / Información	411	-0,255	0,478	0,007	302	-0,351	0,458	-0,205
Índice plausibles 60521PL Equidad de género	403	-0,485	0,421	0,006	294	-0,572	0,405	-0,212
Índice plausibles 10421PL Interdependencia / Calidad de vida	415	-0,379	0,407	0,005	309	-0,464	0,391	-0,213
Índice plausibles 91011PL Estatus epistemológico	392	-0,094	0,547	0,001	288	-0,235	0,547	-0,257
Media total		-0,004	0,444	0,222		0,001	0,459	0,013

### Comparación sobre los índices de las cuestiones

Los grandes promedios y desviaciones típicas computadas como medio de todos los índices de las 15 cuestiones del F1 (no solo los que aparecen en las tablas) muestran resultados globales muy similares entre estudiantes de inicio y final de grado, respectivamente ( $m = 0,002$ ;  $0,014$ ;  $DE = 0,263$ ;  $0,264$ ). En general, indican una actitud informada y positiva moderada para ambos grupos, siendo algo superior la puntuación del grupo de final de grado. La diferencia en términos generales es insignificante también para estas cuestiones.

Los índices de las 15 variables de cuestiones del F1 y el F2 se someten a un ANOVA entre los grupos de estudiantes de inicio y final de grado (tablas 9.5 y 9.6).

Dos cuestiones del F1 presentan diferencias significativas entre los grupos de estudiantes de ciencias que inician y acaban estudios de grado ( $p < 0,01$ ), cuyos contenidos se explicitan en la tabla 9.5. Una de ellas exhibe una diferencia positiva (los estudiantes de final de grado logran una mejor comprensión de la NdCyT que los estudiantes de inicio de grado), mientras la otra muestra el signo contrario, resultado opuesto a la hipótesis inicial establecida en este estudio.

Los valores del tamaño del efecto de las diferencias estadísticamente significativas son muy modestos, pues ninguno de ellos supera el valor mínimo del punto de corte habitual ( $d > 0,30$ ) para considerar relevantes las diferencias encontradas.

**Tabla 9.5. Variables de cuestiones del F1 cuyas diferencias son estadísticamente significativas entre los grupos de estudiantes de ciencias que inician y acaban sus estudios de grado, con indicación de la probabilidad de significación estadística ( $p < 0,01$ ) y listados por orden decreciente del tamaño del efecto de las diferencias (el signo positivo [negativo] indica mejor [peor] comprensión de los estudiantes de final de grado)**

	Inicio de grado				Final de grado			Tamaño efecto
	N	Media	Desviación típica	Sig.	N	Media	Desviación típica	
F1_40161 Responsabilidad social / Contaminación	350	0,246	0,253	0,001	293	0,310	0,235	0,263
F1_90211 Modelos científicos	343	-0,018	0,277	0,017	290	-0,072	0,281	-0,192
Media total		0,002	0,263	0,357		0,014	0,264	0,051

Las grandes medias y desviaciones típicas computadas como promedio de todos los índices de las 15 cuestiones de F2 (no solo los que aparecen en las tablas) muestran resultados globales muy similares entre estudiantes de inicio y final de grado, respectivamente ( $m = -0,005$ ;  $0,001$ ;  $DE = 0,250$ ;  $0,258$ ). En general, indican una actitud neutral para ambos grupos, siendo algo superior la puntuación del grupo de final de grado. La diferencia en términos generales es, pues, insignificante también para las cuestiones.

Solo dos cuestiones del F2 presentan diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre los dos grupos (tabla 9.6). En este caso, las dos cuestiones exhiben diferencias de signo positivo (los estudiantes de final de grado logran una mejor comprensión que los estudiantes de inicio de grado). Sin embargo, estas dos cuestiones con diferencias significativas muestran valores del tamaño del efecto de las diferencias muy modestos, ya que ninguna de ellas supera el valor mínimo del punto de corte habitual ( $d > 0,30$ ) para considerar relevantes las diferencias encontradas.

**Tabla 9.6. Variables de categorías del F1 cuyas diferencias son estadísticamente significativas entre los grupos de estudiantes de ciencias que inician y acaban sus estudios de grado, con indicación de la probabilidad de significación estadística ( $p < 0,01$ ) y listados por orden decreciente del tamaño del efecto de las diferencias (el signo positivo [negativo] indica mejor [peor] comprensión de los estudiantes de final de grado)**

	Inicio de grado				Final de grado			Tamaño efecto
	N	Media	Desviación típica	Sig.	N	Media	Desviación típica	
F2_20511 Instituciones educativas	415	0,097	0,242	0,000	305	0,159	0,214	0,272
F2_70711 Influencias nacionales	400	0,013	0,257	0,004	294	0,071	0,270	0,219
Media total		-0,005	0,250	0,389		0,001	0,258	0,026

## Discusión

El análisis presentado contrasta los resultados de comprensión sobre la NdCyT de los estudiantes de inicio y de final de estudios de grado en la universidad de un país. En conjunto, ambos grupos poseen creencias moderadamente informadas (neutras, en promedio), y además no existen temas hacia los cuales se pueda decir que las actitudes de los estudiantes son muy negativas.

Por otra parte, el análisis comparativo de los resultados entre ambos grupos indica que los estudiantes veteranos tienden a presentar creencias globales sobre la NdCyT apenas mejores que los estudiantes jóvenes, de modo que se puede afirmar que las diferencias obtenidas no llegan a ser relevantes. Atendiendo al gran número de variables contrastadas entre ambos grupos, pertenecientes tanto al F1 como al F2, las diferencias relevantes detectadas afectan a muy pocas variables, de modo que se puede afirmar que no existen diferencias apreciables o, dicho con otras palabras, que los grupos de los estudiantes de ciencias e ingenierías que inician y acaban sus estudios universitarios son más iguales que diferentes desde la perspectiva de la comprensión de la NdCyT.

Se puede decir que la hipótesis de partida, establecida como guía, apenas se sostiene a la luz de estos resultados, de modo que los estudios universitarios de grado en CyT no parecen contribuir a una mejora sustancial de la comprensión de la NdCyT.

Ello incita a reclamar que los estudios de ciencia y tecnología universitarios tengan mayor incidencia en la enseñanza de temas relativos a la NdCyT, y que además se haga de un modo explícito, mediante el planteamiento de objetivos y contenidos concretos junto a su evaluación correspondiente, y de un modo reflexivo, a través del planteamiento en clase de actividades, que fomenten la discusión y el análisis crítico, los debates, etc., en torno a situaciones relacionadas con la NdCyT.



# 10. Las actitudes de docentes y estudiantes de Iberoamérica hacia la relación entre mujeres y ciencia

Silvia Porro<sup>1</sup>, Claudia Arango<sup>1</sup> y Raúl O. Moralejo<sup>2</sup>

## Introducción

La visión tradicional de la ciencia la muestra como neutral, racional y objetiva. Esta concepción se ha ido modificando gracias al aporte de las corrientes críticas de la filosofía de la ciencia, que la consideran una actividad humana (Toulmin, 1977; Fourez, 1994; Feyerabend, 1982) y, por lo tanto, intrínsecamente subjetiva y dependiente de los valores de las personas que la construyen y de las teorías en que se basan. Pero la imagen o modelo de ciencia de la mayoría de la población no coincide con la reflexión que proviene de esas corrientes críticas. Predomina un modelo estereotipado que la concibe como la búsqueda de la verdad objetiva sobre el mundo físico con una visión androcéntrica, positivista y mistificada, donde el hombre es el conquistador y controlador de la naturaleza (Solsona, 2002, p. 49).

La visión que el profesorado tenga sobre la ciencia es muy importante, ya que es la que será transmitida al estudiantado y, de esta manera, reproducida y perpetuada. La transmisión de una visión sesgada en cuanto al género se produce sin que los profesores sean conscientes de ella, ya que también aparece en el lenguaje sexista en los textos y en los materiales curriculares. Así lo asegura Martínez Bonafé cuando dice que “el texto es necesario como forma de representación de lo que debe ser reproducido” (2002, p. 11).

Parece ser que el profesorado tiende a considerar las ciencias experimentales como un terreno libre de discriminaciones de cualquier tipo, fruto de la imagen aséptica de la ciencia que aparece en los medios de comunicación y que está arraigada en la sociedad. Pero también desde la enseñanza de las ciencias sociales se transmite una visión restringida, tal como expresa Dolores Juliano (2004, p. 10) cuando dice que “aprendemos desde la infancia que las cosas son como parecen ser, y que las evidencias no deben ser cuestionadas. La religión nos exige fe, la escuela nos enseña a aceptar los criterios de autoridad de la ciencia, los políticos nos piden que confiemos en ellos”.

En los últimos años, los estudios sobre la situación de las científicas tanto en España (FECYT, 2005) como en Iberoamérica (Pérez Sedeño y Gómez, 2008) indican que las mujeres están infrarrepresentadas en la mayoría de estas disciplinas. Estas opiniones definen realidades que suelen ser tomadas como naturales e inevitables, a pesar de lo que afirman científicas reconocidas

---

1. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.

2. Universidad de Mendoza y Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

como Rita Levi Montalcini, premio Nobel de Medicina en 1986, quien manifestaba que “las mujeres, al menos las que han trabajado conmigo, tienen la misma capacidad que los hombres, pero son más apasionadas” (citada por Rubio Herráez, 1999).

Para que se revierta esta situación debe producirse un cambio en el sector educativo, en el que persiste la “invisibilidad” de las mujeres. Aunque parezca increíble, por ejemplo, en las planillas estadísticas enviadas a las escuelas por la Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires (Argentina), en la cual se deja constancia de la matrícula del alumnado de cada institución, figuran los ítems “Total de alumnos” y “Varones”, debiendo extraerse la cantidad de alumnas por exclusión (Turpaud y Beker, 2008).

Según afirma Subirats (2006, p. 229), “el camino que nos está llevando desde una situación de marginalidad y subordinación hasta una situación de autonomía y posibilidad de intervención en los procesos de decisión colectivos, se inicia siempre en el paso por el sistema educativo...” Por eso, una de las principales demandas que se hace al sistema educativo está relacionada con la capacidad real que este tiene de ser un instrumento que garantice la igualdad de oportunidades (Freire, 1996).

En este capítulo se presentan y analizan las opiniones del profesorado de los diferentes niveles educativos y de diferentes especialidades, y también del estudiantado que está finalizando la escuela media y el nivel universitario, respecto a las desigualdades de género en la ciencia. El propósito fue realizar un diagnóstico que permita contribuir a contestar, entre otras, a la pregunta que formula Ana Sánchez Bello (2002): ¿En qué está fallando el sistema educativo para que se sigan reproduciendo situaciones de desigualdad social en cuanto al género? El estudio se realizó en el contexto del PIEARCTS. Por lo tanto, las muestras de análisis proceden de los diferentes países participantes en el proyecto.

## Metodología

La metodología utilizada y la muestra objeto de este estudio se encuentran descritas en el capítulo 2. Los diferentes grupos se identifican de la siguiente manera: grupo E1, estudiantes del último año de escuela media y primer año de universidad; grupo E2, estudiantes que están finalizando la universidad; grupo P1, profesores en formación, y grupo P2, profesores en ejercicio.

Aquí se analizan los resultados obtenidos en 2 cuestiones del COCTS, relativas a la Sociología interna de la ciencia, y más concretamente a las características de los/as científicos/as, cuyos enunciados y respuestas a calificar (frases) por los encuestados son los que se describen a continuación.

## Efectos de género (EG)

*Trabajando en ciencia o tecnología, una buena científica mujer realizaría el trabajo básicamente de la misma manera que un buen científico hombre.*

**No** hay diferencias entre científicos y científicas en la manera que hacen ciencia:

- A. Porque todos los buenos científicos realizan el trabajo de la misma manera.
- B. Porque los científicos y las científicas tienen la misma formación.

- C. Porque por encima de todo, los hombres y las mujeres son igual de inteligentes.
- D. Porque los hombres y las mujeres son iguales en términos de lo que se necesita para ser un buen científico.
- E. Porque todos somos iguales, independientemente del trabajo que hagamos.
- F. Porque cualquier diferencia en la manera que los científicos trabajan en ciencia son debidas a las diferencias individuales. Tales diferencias no tienen nada que ver con ser hombre o mujer.
- G. Las mujeres trabajarían en ciencia de manera algo diferente, porque por naturaleza o educación tienen diferentes valores, opiniones, perspectivas o características (tales como la paciencia).
- H. Los hombres trabajarían en ciencia de manera algo diferente, porque trabajan en ciencia mejor que las mujeres.
- I. Las mujeres probablemente trabajarían en ciencia algo mejor que los hombres, porque deben trabajar más duro para competir en un campo como la ciencia dominado por los hombres.

### Infrarrepresentación de las mujeres (IM) en la ciencia

*En la actualidad, en nuestro país, hay muchos más científicos que científicas. La **principal** razón de esto es:*

- A. Los hombres son más fuertes, rápidos, brillantes y mejores en concentrarse en sus estudios.
- B. Los hombres parecen tener más capacidad científica que las mujeres; estas pueden sobresalir en otros campos.
- C. Los hombres están más interesados en la ciencia que las mujeres.
- D. El estereotipo tradicional existente en la sociedad ha sido que los hombres son más listos y dominantes mientras que las mujeres son más débiles y menos lógicas. Este prejuicio ha causado que más hombres lleguen a ser científicos, aunque las mujeres son tan capaces como los hombres.
- E. Las escuelas no han hecho lo suficiente para animar a las mujeres a elegir cursos de ciencias. Las mujeres son tan capaces como los hombres.
- F. Hasta hace poco se pensaba que la ciencia era una vocación de hombres y se esperaba que la mayoría de las mujeres trabajasen en casa o en trabajos tradicionales; por tanto, la imagen pública del científico ha desanimado a las mujeres, mientras ha animado más a los hombres. Pero esto está cambiando: la ciencia se está convirtiendo una vocación de mujeres y se espera que estas trabajen en ciencia.
- G. Las mujeres han sido desanimadas o no se les ha permitido entrar en el campo científico. Las mujeres están tan interesadas por la ciencia y son tan capaces como los hombres; pero los científicos establecidos (que son hombres) tienden a desanimar o intimidar a las posibles científicas.
- H. No existen razones para tener más científicos que científicas. Ambos son igualmente capaces de ser buenos en ciencia y hoy día las oportunidades son similares.

## Resultados

En las muestras totales de los diferentes países, la cuestión de EG en su conjunto aparece entre aquellas que presentan actitudes más positivas en casi todos los países (excepto México). En cambio, la cuestión de IM aparece entre las que presentan las actitudes más positivas en España y Colombia, mientras que lo hace entre las más negativas en Brasil. Sin embargo, las frases correspondientes a estos temas aparecen tanto entre aquellas más positivas como entre las más negativas.

Los índices actitudinales de las frases singulares que tienen las puntuaciones más altas y positivas, por encima del punto de corte (media desviación estándar), son:

1. Para la cuestión de EG, las frases D y F (Argentina, Colombia, México, España y Portugal) y H (Argentina, Colombia, España y Portugal).
2. Para la cuestión de IM, las frases A (todos los países), B (Argentina, Brasil, Colombia y España), C (Brasil, España, México y Portugal), E (Brasil), F (Brasil y Colombia) y G (Brasil).

Los índices actitudinales de las frases singulares del cuestionario que tienen las puntuaciones más bajas y negativas, con puntuaciones muy por debajo del punto de corte, son:

1. Para la cuestión de EG, las frases A (Argentina, Colombia, España y Portugal), C, B y E (Argentina, Colombia y España) e I (Colombia).
2. Para la cuestión de IM, la frase H (Argentina, España, Portugal y Brasil).

## Diferencias entre los grupos CEyN y CHyS

En la tabla 10.1 presentamos las respuestas obtenidas para cada uno de los países, en cuanto al índice actitudinal medio y a la desviación típica de las dos cuestiones, para los grupos de Ciencias Exactas y Naturales (CEyN) y de Ciencias Humanas y Sociales (CHyS), con la significación correspondiente a las diferencias entre ambos.

Tabla 10.1. Resultados de los grupos CEyN y CHyS de todos los países

País	CEyN		CHyS		Significación (p)
	Índice medio	Desviación típica	Índice medio	Desviación típica	
<b>Cuestión EG</b>					
Argentina	0,203	0,227	0,190	0,235	0,620
Brasil	0,090	0,305	0,132	0,317	0,198
Colombia (B) <sup>1</sup>	0,103	0,277	0,145	0,293	0,177
Colombia (I) <sup>2</sup>	0,076	0,285	0,095	0,270	0,453
España	0,234	0,219	0,179	0,249	0,0001
México	0,140	0,276	0,096	0,230	0,131
Portugal	0,118	0,284	0,269	0,284	0,068
<b>Cuestión IM</b>					
Argentina	0,139	0,339	0,146	0,349	0,850
Brasil	0,155	0,237	0,180	0,257	0,362

Tabla 10.1. Resultados de los grupos CEyN y CHyS de todos los países (cont.)

País	CEyN		CHyS		Significación (p)
	Índice medio	Desviación típica	Índice medio	Desviación típica	
Colombia (B.) <sup>3</sup>	0,165	0,213	0,174	0,226	0,715
Colombia (I.) <sup>4</sup>	0,179	0,217	0,150	0,232	0,162
España	0,181	0,305	0,161	0,318	0,289
México	-0,023	0,304	0,028	0,293	0,433
Portugal	-0,069	0,303	0,132	0,261	0,001

<sup>1</sup> Grupo de Bogotá.

<sup>2</sup> Grupo de Ibagué.

Como se observa en la tabla 10.1, solo en España se encuentran diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) para la cuestión EG entre CEyN y CHyS. Además, CEyN es el que ha mostrado la actitud más adecuada, no solo en España sino también en el resto de los países.

En cuanto a la cuestión IM, solo en Portugal hay diferencias significativas entre las muestras completas de CEyN y CHyS, siendo este último el que ha mostrado la actitud más adecuada. En esta cuestión, CEyN de España mostró la actitud más adecuada.

En la tabla siguiente se indican las diferencias significativas entre CEyN y CHyS, y donde la actitud de CEyN ha sido más adecuada.

Tabla 10.2. Frases de la cuestión EG con actitudes significativamente más adecuadas de CEyN

Frase	Grupo/s
A	Grupo P1 de España
D	Grupo E1 de Brasil
F	Muestra total de México y grupo E1 de Brasil
H	Grupos E1 de Brasil y de Colombia (I), grupos P1 de España y de Colombia (I)
I	Grupo P2 de Brasil

La siguiente tabla contiene las frases de la cuestión EG donde se han encontrado diferencias significativas entre CEyN y CHyS, y donde la actitud de CHyS ha sido más adecuada.

Tabla 10.3. Frases de la cuestión EG con actitudes significativamente más adecuadas de CHyS

Frase	Grupo/s
A	Grupo E1 de Brasil
B	Muestra total y grupo E1 de Brasil, muestra total de México
C	Grupo E1 de Brasil
D	Grupo P2 de Brasil
E	Grupo E1 de Brasil

Según las tablas 10.2 y 10.3, considerando en ambos la opinión tanto de hombres como de mujeres, parece haber variaciones entre los países:

1. En Argentina y Portugal no se observan diferencias en este tema entre ambos.
2. En España y Colombia las actitudes más adecuadas se dan en CEyN.
3. En Brasil y México, las actitudes más adecuadas están divididas entre las dos muestras, dependiendo de la frase y de los grupos. Pero es importante destacar que en las muestras totales de ambos países es CHyS el que tiene una actitud más adecuada en la frase B, que expresa **No hay diferencias entre científicos y científicas en la manera que hacen ciencia porque los científicos y las científicas tienen la misma formación**. Sin embargo, de la muestra total de México, es CEyN el que tiene una actitud más adecuada en la frase F, que indica que ello se debe a que **cualquier diferencia en la manera que los científicos trabajan en ciencia son debidas a las diferencias individuales. Tales diferencias no tienen nada que ver con ser hombre o mujer**.

A continuación se encuentran aquellas frases de la cuestión IM donde se han encontrado diferencias significativas entre CEyN y CHyS, y donde la actitud de CEyN ha sido más adecuada.

**Tabla 10.4. Frases de la cuestión IM con actitudes significativamente más adecuadas de CEyN**

Frase	Grupo/s
A	Grupo E1 de Brasil y de Colombia (I), grupo P1 de Colombia (I)
B	Grupo E1 de Brasil y de Colombia (I), grupo P1 de Colombia (I), grupo P2 de Argentina
C	Grupo E1 de Brasil
F	Grupo E1 de Brasil
H	Grupo P2 de España

En la tabla 10.5 se presentan las frases de la cuestión IM donde se han encontrado diferencias significativas entre CEyN y CHyS, y donde la actitud de CHyS ha sido más adecuada.

**Tabla 10.5. Frases de la cuestión IM con actitudes significativamente más adecuadas de CHyS**

Frase	Grupo/s
A	Estudiantes (E1 y E2) de Portugal, grupo P1 de Colombia (B)
B	Grupo E1 de Portugal
C	Grupo E1 de Portugal, grupo E2 de Argentina
D	Muestral total, grupos E2 y P2 de México
E	Grupo E2 de España y Portugal, grupo P2 de España
F	Grupo P1 de España, grupo P2 de Argentina
G	Grupo E2 de Portugal, grupo P2 de España

Con respecto a las diferencias significativas en la cuestión IM entre CEyN y CHyS (considerando en ambos la opinión tanto de hombres como de mujeres), también parece haber variaciones entre los países:

1. En Portugal, las actitudes más adecuadas se dan en la muestra de CHyS, aunque hay que tener en cuenta que en este país solo se han encuestado estudiantes.
2. En Argentina, las actitudes más adecuadas se dan en la muestra de CHyS, salvo por lo que opina el profesorado en ejercicio de CEyN sobre la frase B, donde muestran estar más en desacuerdo que sus colegas de CHyS en cuanto a que *hoy en día, en nuestro país, hay muchos más científicos que científicas*. La **principal** razón de esto es que *los hombres parecen tener más capacidad científica que las mujeres; estas pueden sobresalir en otros campos*.
3. En Brasil, Colombia, España y México, las actitudes más adecuadas están divididas entre las dos muestras, dependiendo de la frase y de los grupos. Aunque es importante destacar que en la muestra total de México es el grupo de CHyS el que presenta la actitud más adecuada en la frase D, que indica que *el estereotipo tradicional existente en la sociedad ha sido que los hombres son más listos y dominantes, mientras que las mujeres son más débiles y menos lógicas*. *Este prejuicio ha causado que más hombres lleguen a ser científicos, aunque las mujeres son tan capaces en ciencia como los hombres*.

## Diferencias dentro de la muestra de CEyN

### Entre estudiantes

Tomando como unidad de análisis los resultados obtenidos en las cuestiones, solo se encuentra una diferencia significativa en la cuestión referida a los EG para el estudiantado de España, donde los y las veteranos/as muestran una actitud más adecuada que los y las jóvenes.

En cuanto a las frases, en la tabla siguiente se encuentran las cuestiones EG e IM donde aparecen diferencias significativas entre estudiantes veteranos (E2) y estudiantes jóvenes (E1), y donde la actitud del grupo E2, del país que se indica, ha sido más adecuada.

Tabla 10.6. Frases de EG e IM con actitudes significativamente más adecuadas de E2

Cuestión/frase	A	B	C	D	F	G	H
EG	–	–	–	–	España	Argentina	España
IM	Brasil y España	Brasil, Colombia y España	España	Portugal	–	–	–

No se han encontrado frases de la cuestión EG en las que la actitud del grupo E1 de ningún país haya sido más adecuada. Con respecto a la cuestión IM, solo en la frase E se encontró una actitud más adecuada de un grupo E1 (el de Brasil).

Estos resultados parecen indicar que solo en España (y en lo que se refiere a una frase, en Argentina) los estudios universitarios producen una mejor actitud de los estudiantes hacia la cuestión que indica que *trabajando en ciencia o tecnología, una buena científica mujer realizaría el trabajo básicamente de la misma manera que un buen científico hombre*.

En cuanto al tema de la infrarrepresentación de las mujeres en la ciencia, es preocupante que en Argentina y México no se observen diferencias significativas en esta cuestión entre estudiantes jóvenes y veteranos/as, y solo se hayan encontrado mejoras en los otros países en unas pocas frases (otra vez parece que es en España donde los estudios universitarios influyen de forma más positiva).

### Entre los profesores

Respecto a la cuestión EG, solo en Brasil se encuentran diferencias significativas entre profesorado en ejercicio (P2) y en formación (P1). La actitud más adecuada la muestra el grupo P1. También en la cuestión IM se encuentra una sola diferencia significativa, en este caso en Argentina, pero es el P2 el que muestra una actitud más adecuada.

Con respecto a las frases de la tabla 10.7, se ven las cuestiones EG e IM donde se encuentran diferencias significativas entre P2 y P1, y donde la actitud del grupo P2 del país que se indica ha sido la más adecuada.

**Tabla 10.7. Frases de EG e IM con actitudes significativamente más adecuadas de P2**

Cuestión/frase	A	B	C	D	F
EG				Brasil	Brasil
IM	Argentina y Brasil	Argentina y Brasil	Argentina y Brasil	–	Brasil

En cuanto a la cuestión EG, se encontraron diferencias significativas con actitudes más adecuadas del grupo de profesorado en formación, en España para la frase C, y en Brasil para las frases G y H.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el único país donde se observan variaciones opuestas, según las frases en el tema EG, es en Brasil, donde los y las profesores/as en formación tienen una actitud más adecuada en la cuestión en su conjunto; pero el ejercicio de la docencia parece mejorar la actitud en las frases D y F, en las que se expresa que los hombres y las mujeres son iguales en términos de lo que se necesita para ser un buen científico, y que *cualquier diferencia en la manera que los científicos trabajan en ciencia son debidas a diferencias entre individuos, independientemente de su género*.

Donde el ejercicio de la docencia parece mejorar las actitudes del profesorado hacia el tema de la infrarrepresentación de las mujeres en la ciencia es en Argentina y Brasil (y en lo que se refiere a una frase, en España).

### Entre mujeres y hombres

En la tabla 10.8 se consignan los países en los que se han encontrado diferencias significativas entre las opiniones de hombres y mujeres para las cuestiones EG e IM, y donde las mujeres han mostrado una actitud más adecuada.

Tabla 10.8. Diferencias significativas en las cuestiones EG e IM

Actitud más adecuada de mujeres	
EG	Grupo E1 de Brasil Grupos E1 y E2 de Portugal Grupo P2 de México
IM	Muestra total de España, Argentina y México Grupo E1 de España Grupos E2 de España, Argentina y Brasil Grupo P1 de España

En las cuestiones EG e IM en conjunto, no se han observado diferencias significativas en las que los hombres hayan mostrado actitudes más adecuadas en ningún país, mientras que las opiniones de las mujeres son más adecuadas que las de los hombres en todos los países, salvo en Colombia.

En cuanto a las frases, en la tabla 10.9 se presentan las diferencias significativas encontradas en la cuestión EG, indicando cuál de los géneros ha mostrado una actitud más adecuada.

Tabla 10.9. Diferencias significativas en las frases de la cuestión EG

Actitud más adecuada		
Frase	Mujeres	Hombres
B	–	Muestra total y grupo E2 de Brasil
C	–	Muestra total de Brasil Grupo E2 de Portugal
D	Muestra total y grupo E1 de Brasil Profesoras (P1 y P2) de México	–
E	Grupo E2 de Portugal	–
F	Muestra total de Argentina y Brasil Grupo P1 de Argentina Grupo E1 de Argentina, Brasil y Portugal Grupo E2 de Argentina	–
G	Grupo E2 de Portugal	Muestra total de Argentina Grupo E1 de Argentina y Brasil Grupo P1 de Argentina
H	Muestra total de Argentina y Brasil Grupo E1 de Brasil, Colombia y Portugal Grupo E2 de Argentina, Brasil, Colombia y Portugal Grupo P1 de Argentina	–
I	–	Grupo E1 de Colombia Grupo E2 de Colombia y Portugal

Es muy interesante observar que, según la frase en cuestión, las actitudes más adecuadas de las mujeres o de los hombres se distribuyen en varios países. Si nos detenemos en las frases donde son los hombres los que muestran una actitud más adecuada, vemos que ellos opinan (más que sus pares femeninas) que *una buena científica mujer realizaría el trabajo básicamente de la misma manera que un buen científico hombre*, porque los científicos y las científicas tienen la misma formación, y porque, por encima de todo, los hombres y las mujeres son igual de inteligentes. Los

hombres (y las estudiantes veteranas de Portugal) están en desacuerdo con que *las mujeres trabajarían en ciencia de manera algo diferente, porque, por naturaleza o educación, las mujeres tienen diferentes valores, opiniones, perspectivas o características (tales como la paciencia)*. Y tienen una visión más cercana a la de los y las expertos/as en cuanto a que *las mujeres probablemente trabajarían en ciencia algo mejor que los hombres, porque las mujeres deben trabajar más duro para competir en un campo como la ciencia dominado por los hombres*.

En la siguiente tabla se presentan las diferencias significativas encontradas en la cuestión IM, indicando cuál de los géneros ha mostrado una actitud más adecuada.

**Tabla 10.10. Diferencias significativas en las frases de la cuestión IM**

Actitud más adecuada		
Frase	Mujeres	Hombres
A	Muestra total de Argentina y Brasil Grupos E1 y E2 de Argentina, Brasil y Colombia Grupo P1 de Argentina Grupo P2 de España	–
B	Muestra total de Argentina y Brasil Grupo E1 de España, Argentina y Colombia Grupo E2 de Argentina, Brasil y Colombia Grupo P1 de Argentina Grupo P2 de España y Argentina	–
C	Muestra total de España, Argentina, Brasil y México Grupo E1 de España, Argentina, Brasil y Colombia Grupo E2 de España, Brasil y Colombia Profesoras (P1 y P2) de España y Argentina	–
D	Grupo E2 de Portugal	Muestra total de Brasil Grupos E1 y E2 de Brasil y Colombia
E	–	Grupo E1 de Portugal Grupo P2 de España
F	Muestra total de Brasil Grupo E2 de Argentina y Brasil	–
G	Grupo E1 de España Grupo E2 de Brasil	–

Al igual que en la otra cuestión, las actitudes más adecuadas de las mujeres o de los hombres se distribuyen en varios países, según la frase. Vemos que ellos (y las estudiantes veteranas de Portugal) opinan, más que sus pares femeninas, que *el estereotipo tradicional existente en la sociedad ha sido que los hombres son más listos y dominantes, mientras que las mujeres son más débiles y menos lógicas. Este prejuicio ha causado que más hombres lleguen a ser científicos, aunque las mujeres son tan capaces en ciencia como los hombres*.

### Sobre la responsabilidad de la escuela

En la cuestión sobre la IM, existe una frase que alude a la responsabilidad que tiene la escuela en este tema. Es la frase E, que enuncia que *las escuelas no ha hecho lo suficiente para animar a*

*las mujeres a elegir cursos de ciencias. Las mujeres son tan capaces como los hombres en ciencia.* Esta frase solo ha aparecido en Brasil, en el listado de las que cosecharon las actitudes más positivas.

Debido a que la población encuestada corresponde al sector educativo, es importante recalcar en qué grupos se han encontrado diferencias significativas en esta frase. A saber:

1. En los grupos E2 de España y Portugal, y en el grupo P2 de España, donde la actitud más positiva la evidenciaron los de la muestra de CHyS.
2. En el grupo E1 de Portugal y en el grupo P2 de España, donde la actitud de los hombres ha sido más adecuada que la de las mujeres.

Estos resultados ponen en evidencia que solo los estudiantes jóvenes de Portugal, los y las estudiantes veteranos y veteranas de CHyS de España y Portugal, y el profesorado en ejercicio de España de CHyS (particularmente hombres) opinan que las escuelas no han hecho lo suficiente para animar a las mujeres a elegir cursos de ciencias, aunque sean tan capaces como los hombres.

## Conclusiones

Es evidente que todavía persiste una visión sesgada de la ciencia, ya que la población del sector educativo (estudiantes y docentes) aún muestra actitudes dispares hacia la relación entre las mujeres y la ciencia. Si bien se han detectado actitudes positivas acerca de:

1. La igualdad de hombres y mujeres, en términos de lo que se necesita para ser un buen científico.
2. Que las diferencias en la manera en que los científicos trabajan en ciencia son debidas a diferencias individuales y no a diferencias de género.
3. Que los hombres trabajan en ciencia igual que las mujeres.
4. Que la razón por la que existen muchos más científicos que científicas **no** es porque los hombres son más fuertes, rápidos y brillantes y mejores en concentrarse en sus estudios.
5. Que la razón por la que existen muchos más científicos que científicas **no** es porque los hombres parecen tener más capacidad científica que las mujeres.

Pero aún persisten actitudes negativas como:

1. Que hay diferencias entre científicos y científicas en la manera de hacer ciencia, porque no realizan el trabajo de la misma forma.
2. Que hay diferencias entre científicos y científicas en la manera que hacen ciencia, porque no tienen la misma formación.
3. Que hay diferencias entre científicos y científicas en la manera que hacen ciencia, porque los hombres y las mujeres no son igual de inteligentes.
4. Que hay diferencias entre científicos y científicas en la manera que hacen ciencia, porque los hombres y mujeres no son iguales, depende del trabajo que hagan.

En los países europeos que integraron este proyecto y en Brasil y México, también se han encontrado actitudes muy positivas hacia la idea de que la razón por la que hay más científicos

que científicas no es porque los hombres están más interesados en la ciencia que las mujeres, lo que parece evidenciar que en estos países está consolidándose la idea de que la ciencia es una actividad social y que, por lo tanto, está influida por las ideas predominantes en una sociedad.

Llaman la atención las escasas diferencias encontradas entre estudiantes veteranos y estudiantes jóvenes acerca de que la educación universitaria no contribuye a mejorar las actitudes del alumnado con respecto a los EG y la IM en la ciencia. De todas formas, es esperanzador que los profesores y las profesoras en formación de algunos países (Brasil, Colombia y España) sean conscientes de que la IM en la ciencia no es una cuestión natural sino una situación provocada por una cultura androcentrista prolongada a través de siglos. Es necesario aceptar que este es el primer paso para producir el cambio.

En cuanto al género en los integrantes del sector educativo, observando los resultados obtenidos podemos afirmar que las mujeres son más conscientes que los hombres de que la relación entre ellas y la ciencia es un problema no resuelto. En la mayoría de las variables donde se han encontrado diferencias significativas entre hombres y mujeres son estas quienes muestran una actitud más adecuada; esto es un signo positivo, porque a partir de ellas mismas podría promoverse un cambio de actitud en el resto de la población (sus hijos e hijas, sus alumnos y alumnas, sus parejas, etc.).

Para finalizar, deberíamos hacer una reflexión seria y profunda acerca del rol que ha desempeñado la escuela en la reproducción de una visión distorsionada de la ciencia como neutral. Las actitudes más positivas acerca de la responsabilidad de la escuela por haber desanimado a las mujeres a elegir cursos de ciencia las han mostrado solo los grupos de España, Portugal y Brasil (lo cual es una seria llamada de atención al resto de nuestros países americanos), y principalmente estudiantes (hombres) jóvenes y estudiantes veteranos (alumnos y alumnas) y profesorado en ejercicio (mujeres y hombres, pero especialmente estos) de CHyS.

Es muy llamativo observar esto cuando las más involucradas en la enseñanza de las ciencias en las escuelas primarias han sido mujeres, y en las escuelas secundarias y en la universidad han sido docentes de Ciencias Exactas y Naturales. ¿Será cierto, como canta Joan Manuel Serrat en su *Soneto a mamá*, que “de lejos dicen que se ve más claro”?

# 11. ¿Son diferentes las actitudes hacia la NdCyT y sociedad por parte de los estudiantes y profesores de ciencias y de humanidades? Un estudio en seis países iberoamericanos

Néstor Cardoso Erlam y Edna Eliana Morales Oliveros<sup>1</sup>

## Introducción

La calidad de la enseñanza de las ciencias es un asunto epistemológico y pedagógico al que se le dedica gran cantidad de espacio científico. La escasa comprensión de la ciencia y la tecnología y sus funciones sociales por parte de los estudiantes, la poca motivación de estos por acceder a las carreras científicas y la idea ya aceptada de que la comprensión de la ciencia tiene fuertes vínculos con el ejercicio adecuado de la ciudadanía, han generado numerosas investigaciones cuantitativas y cualitativas. Uno de estos últimos desarrollos se relaciona con los paradigmas propios de la investigación social y psicológica como lo es el estudio de las actitudes.

Las indagaciones han mostrado que la población en general no adquiere, en un alto porcentaje, una adecuada comprensión de los conceptos científicos, ni del modo de proceder de la ciencia, además de que las concepciones inadecuadas son creencias expresadas por profesores y estudiantes que resultan difíciles de modificar. Los estudios intentan dar respuesta a la preocupación expresada por Lederman (2006), quien reclama un marco interpretativo para dichas comprensiones. Determinar actitudes implica valorar, establecer escalas y determinar tendencias, en tal sentido, se puede entender que quien muestra una actitud favorable está mejor dispuesto y presenta mayor aceptación para estudiar y entender algo o a alguien.

Se agrega a lo anterior que la inclusión de la sociología como parte del discurso metateórico ha permitido recontextualizar y revalorar la ciencia (Aduriz, 2001) en la medida que existen unos factores externos como el lenguaje cotidiano y los medios de comunicación que mantienen o modifican significados propios del pensamiento científico. En función de ello, uno de los consensos sobre la NdCyT plantea que la ciencia y la tecnología se practican en un amplio contexto cultural y que los científicos son producto de esa cultura. Así pues, se acepta que la sociedad mantiene con la ciencia y la tecnología un contrato social, más o menos implícito, por el cual la CTyS se apoyan y progresan (Acevedo, 2008).

Ahora bien, la incorporación de la NdCyT como objetivo de la enseñanza de la ciencia no es nueva y ha sido objeto de diferentes modificaciones, tanto en sus enfoques como en las maneras de concreción a través del tiempo (Lederman, 1992; McComas, Clough y Almazroa, 1998). Una razón de su inclusión temprana como objetivo responde a la prioridad del cambio de concepciones inadecuadas

---

1. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

sobre la ciencia ajustadas a un carácter empírico, absolutista y de verdades literales e irrevocables propias de un modelo empiro-positivista de ciencia por parte de diferentes sectores de la población.

La constante renovación de la NdCyT como objetivo ha dependido de los cambios experimentados por:

1. Las innovaciones en los fines de la enseñanza de las ciencias.
2. La filosofía de la ciencia con la incorporación de la historia y la sociología de la ciencia.
3. El reconocimiento de los elementos externos de la ciencia en el currículo (Aikenhead, 2002; Duschl, 1997).
4. La inclusión de nuevos campos de saber en la didáctica de las ciencias (Aduriz, 2001; Lederman, 2006).

En la actualidad, la alfabetización científica y tecnológica incorpora a la NdCyT como contenido y fin necesario para lograr sus objetivos (Matthews, 2000).

Ahora bien, la inclusión de la CTS en el marco de lo didáctico presenta aspectos renovadores para las investigaciones sobre las actitudes de los profesores y estudiantes en función de la NdCyT, permitiendo una reinterpretación más compleja y menos absoluta de estas (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2007). Al respecto, se ha encontrado que estas creencias no se ven influidas por el área de formación de los individuos y, como lo plantea Aduriz (2001), los profesores de ciencias y los estudiantes presentan visiones populares hacia la misma.

En estudios comparativos entre las actitudes de profesores de ciencias y de humanidades de la educación media y superior colombiana, Cardoso y Morales (2009) señalan que no existen diferencias significativas y relevantes entre estos dos grupos de población que permitan determinar la naturaleza y calidad de la educación científica. La investigación concluye que en el marco de una enseñanza de la ciencia para todas las personas, éstas deben comprender críticamente la realidad tecnocientífica e incorporar conocimientos apropiados y suficientes que les sirvan para tomar decisiones que promuevan su desarrollo en la estructura social. Conforme a los resultados obtenidos, la meta propia de CTS se torna difusa en la medida que aspectos tan neurálgicos como el reconocimiento cultural de la ciencia, la idea del científico conectado con los problemas sociales y la influencia de la ciencia en la toma de decisiones no son reconocidas por los profesores y la población en general.

En relación con las investigaciones sobre las actitudes de los estudiantes, se encuentran los trabajos de Vázquez y Manassero (2002) y de Liu y Tsai (2008). En particular este último estudio examina las diferencias entre varios grupos de estudiantes de humanidades y de ciencias de dos universidades públicas. Según Liu y otros (2008), los estudiantes no cuentan con creencias actualizadas sobre aspectos epistemológicos de la NdCyT, sobre todo los referidos con la carga teórica de las observaciones y la dependencia cultural de la ciencia; hallazgos bastante cercanos a los encontrados por Cardoso, Morales y Vázquez (2009) con profesores. Los análisis comparativos arrojaron que los estudiantes que se están formando para ser educadores en ciencias cuentan con las puntuaciones más bajas entre los grupos evaluados (ciencias, humanidades y educación en ciencias). Según este estudio, una posible causa para que estos tiendan a poseer puntos de vista ingenuos hacia la ciencia está relacionada de manera directa con las experiencias de aprendizaje escolar. Tradicionalmente, el conocimiento de las ciencias se presenta en las aulas como absoluto y universal, incurriendo en procesos perdurables de formación, conforme a un ambiente epistémico clásico. Otra hipótesis que ellos plantean es que algunas creencias son representativas de las características personales que llevan a los estudiantes a seleccionar a la ciencia como su

campo principal de estudio. Se concluye que la educación científica debería jugar un papel relevante en el propósito de complejización de estas creencias epistemológicas, consideraciones que deben incluir como fin explícito la enseñanza de la NdCyT en los currículos escolares y universitarios.

Conforme a lo anterior, se encuentra que no existe un considerable número de estudios que permitan dar cuenta, con mayor profundidad, de las causas del comportamiento persistente de estas creencias en los individuos, a pesar de haber pasado por procesos educativos formales de educación científica o de estar ejerciendo una actividad científica o de enseñanza de las ciencias. Las escasas investigaciones que indagan sobre la naturaleza de estas actitudes no alcanzan para valorar los diferentes componentes que constituyen la NdCyT.

Bajo este marco se presenta el siguiente estudio comparativo relacionado con las actitudes que tienen los profesores y estudiantes de ciencias y humanidades sobre varios aspectos de la NdCyT. Este análisis pretende distinguir con mayor profundidad la existencia o no de diferencias relevantes y significativas entre estos dos grupos poblacionales, bajo la hipótesis de que los profesores y estudiantes que eligen carreras científicas, terminan sus estudios o están ejerciendo su enseñanza exhiben creencias más elaboradas que los estudiantes o profesores de humanidades.

### Comparación de actitudes entre los grupos poblaciones de ciencias y humanidades en los seis países iberoamericanos

En seguida se presentan los resultados de la comparación en España, Brasil, Argentina, Colombia (Bogotá e Ibagué), México y Portugal de actitudes hacia la NdCyT. Como punto de partida se relacionan las medias entre los países determinando así los niveles de desinformación o información general.

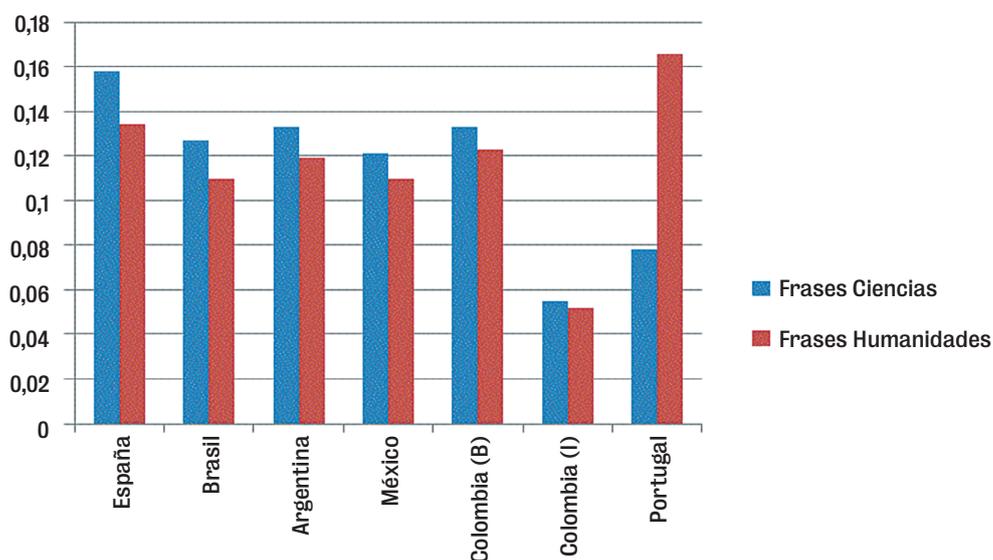
**Tabla 11.1. Promedios por país en la muestra total (profesores y estudiantes) por frases, categorías y cuestiones según el F1 y el F2 del COCTS**

País	Forma 1					
	Frases		Categoría		Cuestiones	
	Ciencias	Humanidades	Ciencias	Humanidades	Ciencias	Humanidades
España	0,158	0,134	0,143	0,118	0,138	0,112
Brasil	0,127	0,110	0,115	0,092	0,105	0,113
Argentina	0,133	0,119	0,121	0,109	0,110	0,092
México	0,121	0,110	0,123	0,117	0,103	0,125
Colombia (B)	0,133	0,123	0,099	0,110	0,091	0,099
Colombia (I)	0,055	0,052	0,047	0,052	0,034	0,038
Portugal	0,078	0,166	0,069	0,149	0,064	0,094
Forma 2						
España	0,065	0,054	0,106	0,098	0,100	0,092
Brasil	0,037	0,051	0,083	0,109	0,083	0,091
Argentina	0,035	0,024	0,087	0,082	0,087	0,083
México	0,045	0,025	0,084	0,086	0,067	0,080
Colombia (B)	0,018	0,032	0,062	0,081	0,062	0,083
Colombia (I)	-0,025	-0,028	0,030	0,027	0,030	0,028
Portugal	0,062	-0,004	0,091	0,047	0,081	0,260

Conforme a la tabla 11.1, los índices son positivos, muy cercanos a cero, lo que se interpreta como actitudes neutras. No obstante, es importante reconocer que, en todos los países participantes, la población de ciencias y humanidades en las tres variables (frases, categorías y cuestiones) que respondieron al F1 presentan actitudes mejor informadas que quienes respondieron al F2. Las diferencias entre las medias de los grupos de ciencias y humanidades no son amplias, se encuentran en el orden de 0,03.

A continuación, en la figura 11.1, se muestran los resultados obtenidos en las frases para identificar diferencias grupales con mayor exactitud.

Figura 11.1. Índices actitudinales por país en la muestra total (profesores y estudiantes) según las frases, en los grupos de ciencias y humanidades (F1)



Como se observa, las actitudes de la población son moderadamente informadas, porque los índices son positivos. No obstante, es necesario precisar que son muy cercanos a cero. Los índices de los grupos de ciencias y humanidades evidencian comportamientos homogéneos en cuatro de los seis países que se encuentran por encima de la media valorada ( $m: 0,11$ ). Las excepciones son Portugal y Colombia-Ibagué.

El índice actitudinal del grupo de ciencias presenta promedios algo superiores al de humanidades en España, Argentina, Brasil, México y Colombia-Bogotá. Mientras el grupo de Colombia-Ibagué no presenta diferencias, en el de humanidades de Portugal se encuentran diferencias amplias y superiores con respecto al de ciencias.

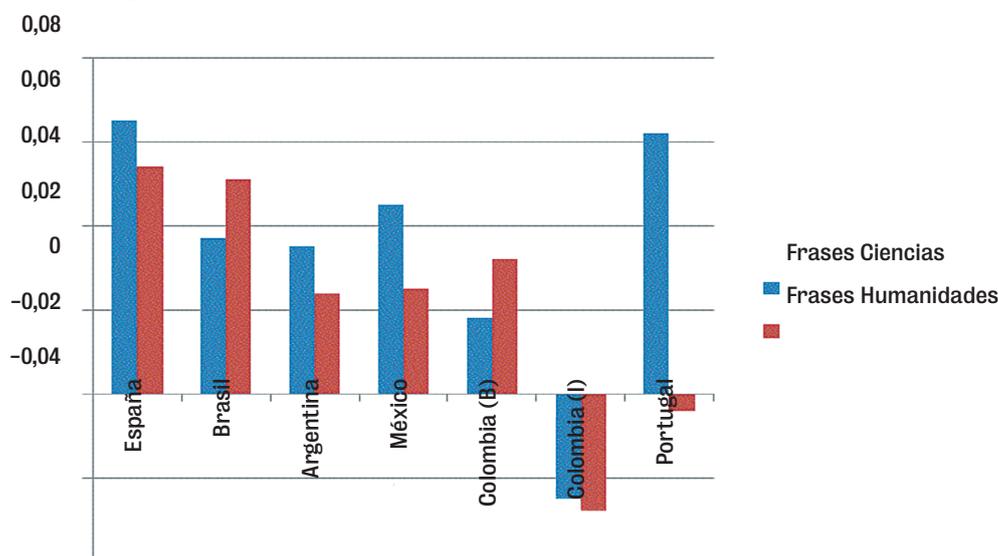
Los componentes de la NdCyT incluidos en el F1 son la conceptualización de la ciencia, la interdependencia e interacción CTS, las cuestiones políticas del gobierno de un país, las posiciones éticas, la responsabilidad social ante la contaminación, las decisiones morales y el bienestar social, asuntos de la sociología externa. Como factores de la sociología interna incluye las motivaciones, la infrarrepresentación de las mujeres, las decisiones por consenso y las ventajas para la

sociedad. Por último, en el componente epistemológico se determinan los modelos científicos, la provisionalidad y el método científico. Por su parte, el F2 valora las actitudes relacionadas con la definición de la tecnología y su interdependencia con la calidad de vida, el rol de la industria, las instituciones educativas, la responsabilidad social de la información, las decisiones sociales, la equidad de género, los esquemas de clasificación, el papel de los supuestos y el estatus epistemológico.

Con respecto a estos aspectos, los resultados en los grupos de ciencias y humanidades presentaron las siguientes características en términos de frases:

1. Aunque en su mayoría son positivos, los índices están muy cercanos a cero, lo cual significa que las actitudes son bastante neutras.
2. A diferencia de los resultados hallados en el F1, el comportamiento actitudinal no es homogéneo en los dos grupos de poblaciones, aunque es importante reconocer que las diferencias no son amplias. En España, México, Brasil y Argentina, los de ciencias superan a los de humanidades, mientras que en Portugal el sentido es inverso, similar a lo ocurrido con el grupo de Colombia-Ibagué (figura 11.2).
3. Como se aprecia en la figura 11.2, en la muestra de ciencias y humanidades de Colombia-Ibagué y la de humanidades de Portugal se detectan índices por debajo de cero, lo que significa actitudes desinformadas.

**Figura 11.2. Índices actitudinales por país en la muestra total (profesores y estudiantes) de ciencias y de humanidades según frases del F2**



Ahora se presentan los índices obtenidos de acuerdo a cada uno de los grupos muestrales (estudiantes que inician la universidad y los que terminan, profesores en formación y en ejercicio).

Los resultados señalan que los procesos de alfabetización científica y su repercusión en la construcción de actitudes complejas por parte de la población en general no son muy evidentes. El asunto es más crítico cuando se detecta en profesores y estudiantes de ciencias, tal como se encontró.

Veamos algunas particularidades comparativas entre estudiantes que inician y terminan la universidad, tanto de los grupos de ciencias como de humanidades. Las respuestas en ambas formas del cuestionario no arrojan diferencias amplias en cuanto a las medias. En el F1, los estudiantes que inician (figura 11.3) y terminan la universidad (figura 11.4), en los seis países presentan actitudes informadas (mayor que cero) de manera moderada. En este mismo F1, los estudiantes de ciencias que inician la carrera presentan actitudes algo superiores a los de humanidades. La excepción son los estudiantes colombianos de Bogotá y los de Brasil, donde son los de humanidades quienes están por encima de los de ciencias. La menor diferencia se encuentra en España. En el F2, los resultados son inversos en cuatro países (Brasil, Argentina, México y Colombia-Bogotá). Quienes inician la carrera de ciencias en España, Colombia-Ibagué y Portugal muestran índices más altos que los de humanidades.

Figura 11.3. Índices actitudinales por país, de estudiantes que inician universidad según ciencias y humanidades por cuestiones (F1 y F2)

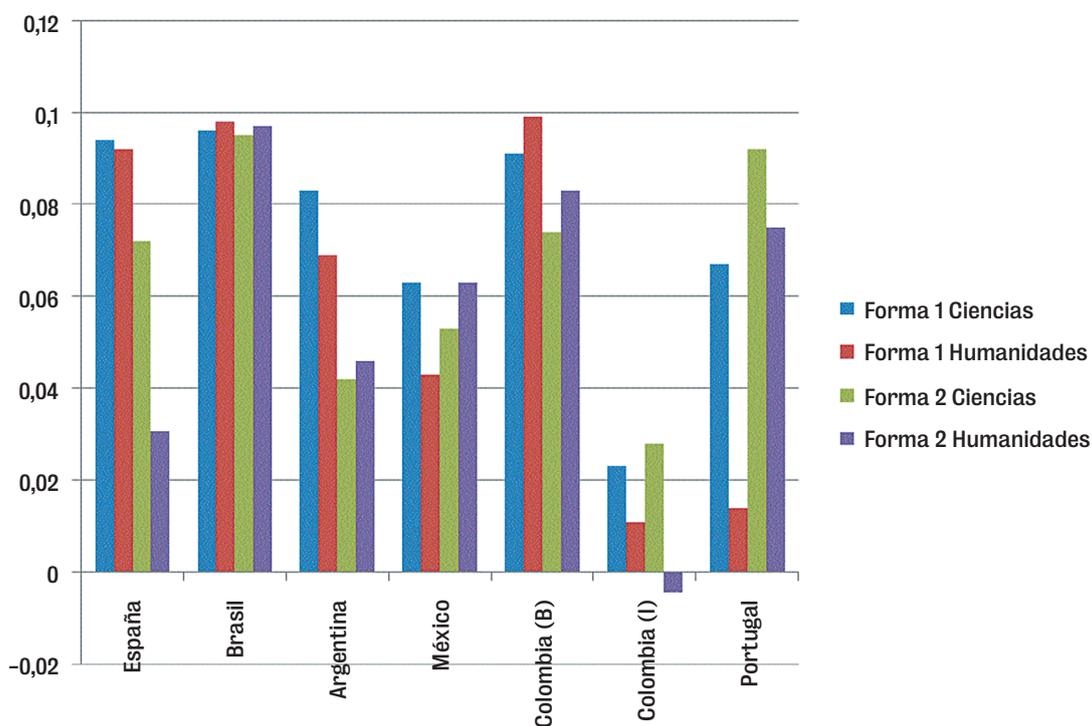
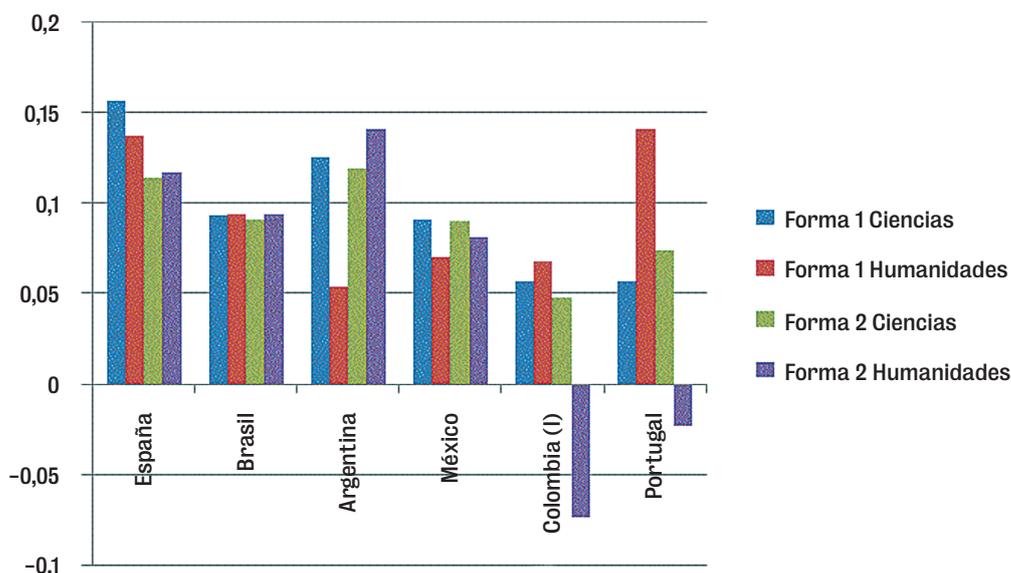


Figura 11.4. Índices de actitudes por países, según el grupo de estudiantes que terminan la universidad en ciencias y humanidades por cuestiones (F1 y F2)



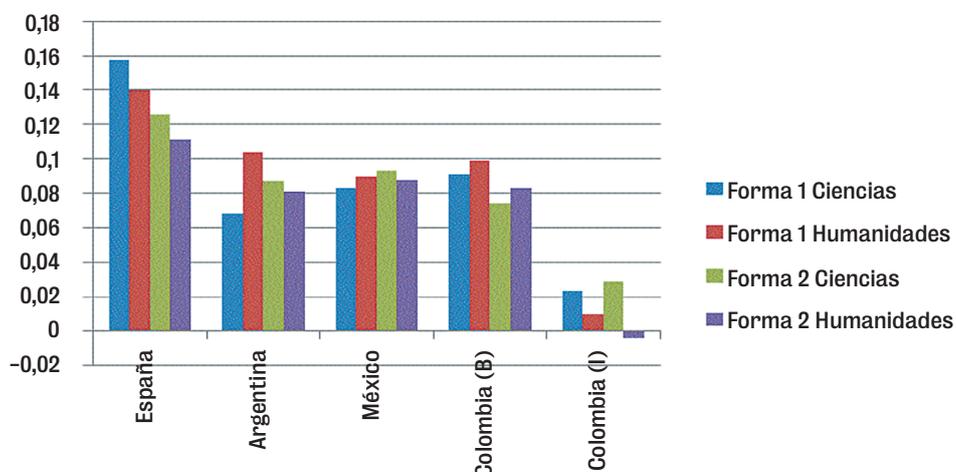
A continuación los resultados de los estudiantes que terminan la universidad según el F1. En Colombia-Ibagué y Portugal, los estudiantes de humanidades presentan actitudes más informadas que los de ciencias. Por otra parte, se establece que los estudiantes de ciencias de España, Argentina y México superan a los de humanidades. No obstante, si se comparan sus índices con los estudiantes que inician la universidad, su diferencia no es amplia y están en el rango de actitud neutral.

Ahora bien, para los mismos estudiantes que terminan la universidad, según el F2, la diferencia entre los dos grupos no es amplia (figura 11.4). Aunque se presentan actitudes positivas en cuatro de los seis países (España, Brasil, Argentina y México), estas son bastante moderadas pues no superan el nivel de 0,15. En otras palabras, el comportamiento actitudinal sobre diferentes aspectos de la NdCyT tiende a ser homogéneo y neutral. Las actitudes de los estudiantes de Portugal y Colombia-Ibagué que terminan los estudios universitarios de humanidades son menos informadas y con índices negativo que quienes terminan ciencias.

### Sobre los profesores en formación y en ejercicio

Profesores en formación. Con respecto al F1, los profesores en formación de ciencias de España y Colombia-Ibagué, presentan actitudes algo más informadas que los de Argentina, Brasil, México, Colombia-Bogotá. Sin embargo, la diferencia de los índices es muy pequeña [0,1.5] (figura 11.5).

Figura 11.5. Índices actitudinales por país de profesores en formación según ciencias y humanidades por cuestiones (F1 y F2)

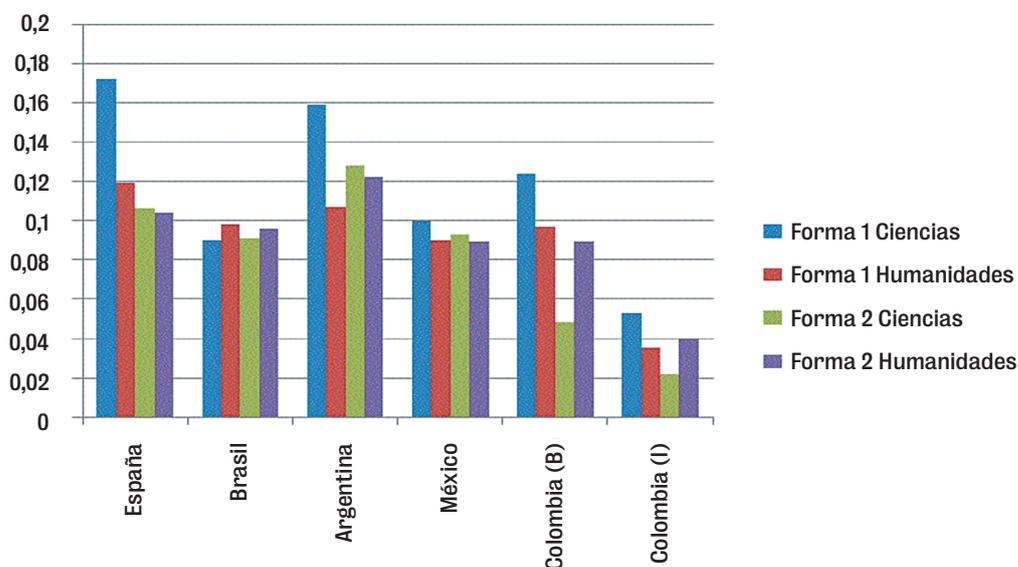


Según el F2, estos mismos profesores de ciencias en formación superan a sus pares de humanidades. La única excepción es Colombia-Bogotá.

Sobre los profesores en ejercicio. Al comparar a los profesores en ejercicio con los que se están formando, las diferencias no son significativas (alrededor de 0,02) para ningún país. En este sentido, se puede inferir que la experiencia profesional no marca un cambio relevante en las actitudes de los profesores.

Según el F1, los profesores en ejercicio de ciencias presentan actitudes más informadas que los de humanidades en cinco de los seis países (figura 11.6). España, Argentina y Colombia-Bogotá presentan los índices más altos. En el F2, los profesores en ejercicio colombianos (Bogotá e Ibagué) y los brasileños de humanidades presentan índices actitudinales más altos que los de ciencias.

Figura 11.6. Índices actitudinales por país de profesores en ejercicio, según ciencias y humanidades por cuestiones (F1 y F2)



Como conclusión parcial, se destaca que en la escala [-1, 1] establecida para determinar los niveles de información, el pro- medio, tanto en estudiantes como en profesores, no supera el rango [-0,02, 0,18], valor considerado bajo de información en general.

Para terminar, se establecen los aspectos de la NdCyT que en general muestran diferencias relevantes y significativas resultado del análisis multivarial. Como se explicó en el capítulo 2, el COCTS evalúa cuatro dimensiones de la NdCyT a través de sus dos formularios. La definición de CyT, las interacciones CTS, la sociología interna de CyT y una última dimensión relacionada con la epistemología. En total son 30 cuestiones distribuidas en los dos cuestionarios. El análisis multivarial arroja las diferencias significativas entre la población de ciencias y humanidades y las diferencias en términos de índices entre los dos grupos en las distintas variables (frases, categorías y cuestiones).

La población encuestada en los seis países muestra actitudes desinformadas sobre la NdCyT en los siguientes aspectos:

1. Influencia de las creencias éticas y religiosas en el trabajo científico (Ética, C20411).
2. Relación tecnología y mejoramiento calidad de vida (Bienestar social C40531).
3. Definición del concepto de tecnología (C10211).
4. La toma de decisiones sociales por parte de los científicos (C40211).
5. La utilidad de los conocimientos en ciencia y tecnología para la solución de problemas cotidianos (C40421).

Sobre la influencia de las creencias éticas y religiosas, los profesores y estudiantes de ciencias de España y Colombia-Ibagué presentan actitudes menos informadas que los de humanidades. Esto significa que se considera que las creencias éticas y religiosas no influyen en la investigación científica, pues entienden que la actividad científica es independiente de las opiniones culturales y éticas (figura 11.7).

Por su parte, en los seis países, los profesores y estudiantes de humanidades presentan actitudes menos informadas que los de ciencias en lo relacionado con la influencia de la tecnología en la calidad de vida de las personas (figura 11.7). Al respecto, consideran que la tecnología por sí misma garantiza buenas condiciones dada su eficiencia y eficacia como principios de funcionamiento. No obstante, al caracterizar la tecnología, la población de ciencias, excepto Portugal, en todos los demás países presenta actitudes menos informadas que la población de humanidades, aunque el índice es cercano a cero, por lo que no se determina una diferencia importante (figura 11.8).

Figura 11.7. Índices actitudinales por cuestión y por país en la muestra total (profesores y estudiantes) según ciencias y humanidades (F1)

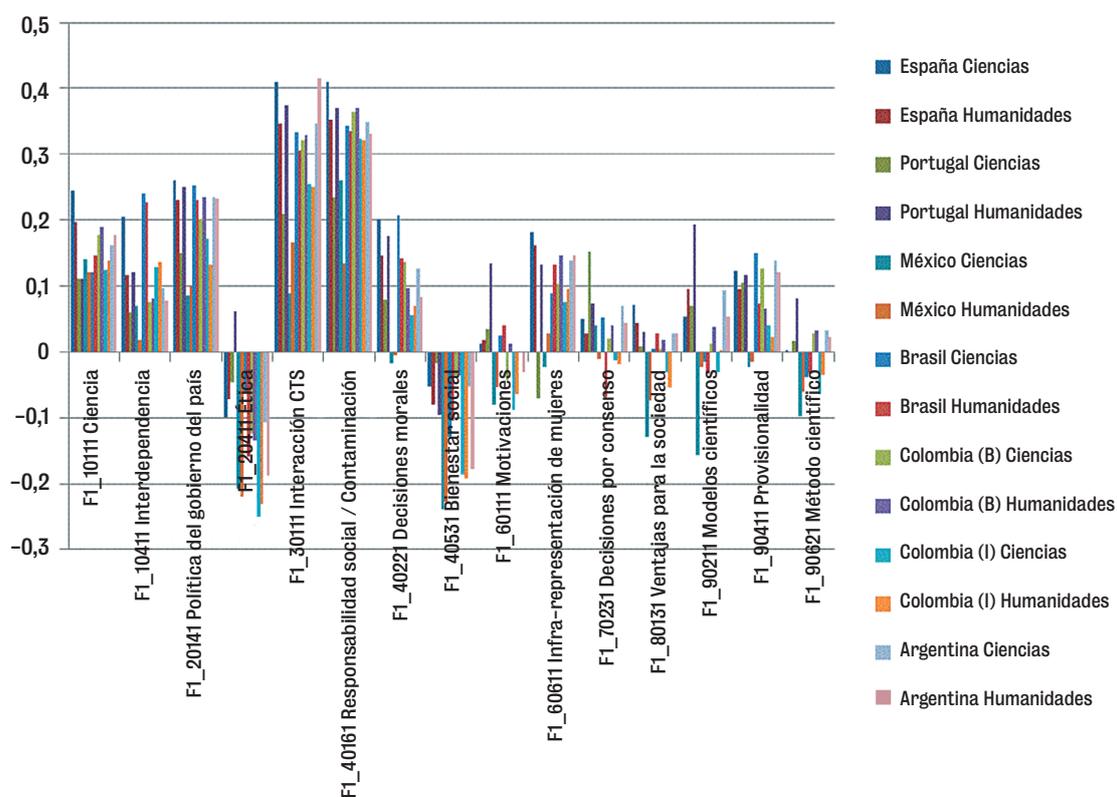
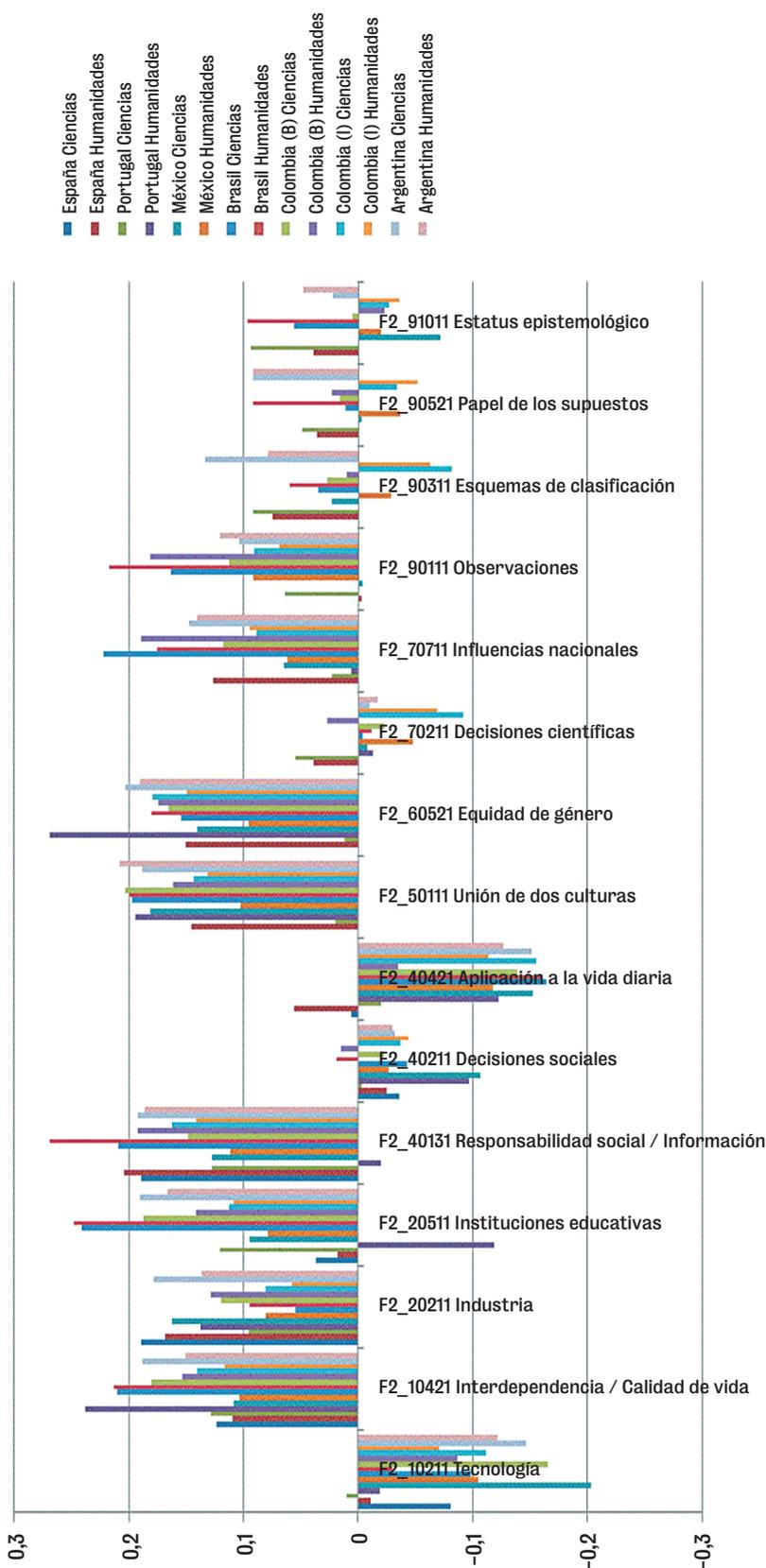


Figura 11.8. Índices actitudinales por cuestión y por país en la muestra total (profesores y estudiantes) según ciencias y humanidades (F2)



En cuanto a quiénes deben tomar las decisiones científicas relacionadas con la solución de problemas derivados del desarrollo tecnológico que afectan a la sociedad, la diferencia entre los dos grupos poblacionales no es amplia (0,2). En este sentido, la población en general considera suficiente contar con los conocimientos científicos para tomar tales decisiones, excluyendo al Estado y a las empresas privadas.

La población muestra actitudes más informadas en las cuestiones del F1, relacionadas con las interacciones CTS y la responsabilidad social ante la contaminación; y del F2 en lo relacionado con la sociología externa de la ciencia. La siguiente tabla muestra las cuestiones en las que se establecieron diferencias significativas.

**Tabla 11.2. Diferencias significativas en cuestiones de la muestra total (profesores y estudiantes) según ciencias y humanidades**

	Cuestiones	Ciencias	Humanidades	Sig.	Efecto
España	F1_10111 Ciencia	0,24	0,19	0,0004	0,20
	F1_10411 Interdependencia	0,20	0,11	0,0000	0,29
	F1_20141 Política del gobierno del país	0,26	0,23	0,0184	0,13
	F1_30111 Interacción CTS	0,41	0,34	0,0008	0,19
	F1_40161 Responsabilidad social / Contaminación	0,41	0,35	0,0001	0,23
	F1_40221 Decisiones morales	0,20	0,14	0,0001	0,22
Portugal	F1_60611 Infrarrepresentación de las mujeres	-0,06	<b>0,13</b>	0,001	<b>-0,71</b>
	F2_70711 Influencias nacionales	0,22	<b>0,00</b>	0,000	<b>0,97</b>
	F1_90211 Modelos científicos	0,07	0,19	0,016	<b>-0,49</b>
México	F2_40211 Decisiones sociales	-0,10	-0,02	0,013	-0,29
	F2_90111 Observaciones	-0,00	<b>0,09</b>	0,013	<b>-0,31</b>
Brasil	F1_20411 Ética	-0,06	-0,15	0,013	0,26
	F1_40221 Decisiones morales	0,20	0,14	0,010	0,27
	F1_70231 Decisiones por consenso	0,05	<b>-0,06</b>	0,001	<b>0,34</b>
Colombia - Bogotá	F2_10211 Tecnología	-0,16	-0,08	0,01	-0,27
	F2_40421 Aplicación a la vida diaria	-0,13	<b>-0,03</b>	0,0009	<b>-0,37</b>
	F2_70711 Influencias nacionales	0,11	0,18	0,011	-0,28
Argentina	F1_40531 Bienestar social	-0,05	<b>0,17</b>	0,002	<b>-0,60</b>

Conforme a la tabla 11.2, se encuentran 18 cuestiones (de 30) que muestran diferencias significativas. De esas 18, 7 son significativamente relevantes y 6 están a favor de la población de humanidades. La población de ciencias presenta actitudes menos informadas en las cuestiones relacionadas con la infrarrepresentación de las mujeres (F1\_60611) en Portugal, aplicación a la vida diaria (F2\_40421) en Colombia-Bogotá y bienestar social (F1\_40531) en Argentina.

## Conclusiones

Conforme a los resultados, es posible concluir que las diferencias globales entre los índices actitudinales de la población de ciencias y la población de humanidades no son significativas en los seis países estudiados. Es decir que la formación o la enseñanza de la ciencia no es un

factor determinante para mejorar la comprensión de la NdCyT. Las cuestiones relacionadas con la sociología externa de la NdCyT son las que presentan mayores diferencias significativas en los seis países. España cuenta con el mayor número de cuestiones (6 de 30 posibles) con diferencias significativas a favor de la población de ciencia; no obstante, no son relevantes. Por otra parte, se encuentra que el comportamiento actitudinal de los dos grupos (ciencias y humanidades) es similar, a excepción de Colombia-Ibagué.

Se considera que quien ha recibido mayor formación en ciencias y tiene mayor edad —y en consecuencia mayor experiencia docente— debe mostrar mayores índices de cultura científica que aquellos que no las tienen. Al igual que en Liu y Tsai (2008), los resultados muestran lo contrario, puesto que los profesores de ciencias, en formación y en ejercicio, no muestran diferencias significativas frente a los profesores de humanidades en las cuestiones relacionadas con la NdCyT.

Es de resaltar que no se encontraron diferencias en cuanto a las actitudes mostradas por los profesores frente a los estudiantes en todos los países. El más alto puntaje es de los profesores y los estudiantes de España, con 0,16 en ambos casos.

A partir de lo anterior se puede inferir que:

1. La experiencia de los profesores no contribuye a un mejor dominio de los aspectos relacionados con la NdCyT, ya que si el modelo de enseñanza es básicamente de tipo tradicional, entonces la reflexión epistemológica está estructurada sobre un modelo clásico de ciencia o no hay reflexión sobre tal aspecto. No obstante, este es un supuesto a estudiarse.
2. La práctica docente derivada de los enfoques y desarrollos de la educación continuada y posgradual no aportan una adecuada alfabetización científica que contribuya al estudio epistemológico y didáctico de estos contenidos metadisciplinarios en el mejoramiento de la comprensión sobre la NdCyT.
3. Un tema preocupante es la escasa diferencia entre los que inician sus estudios universitarios con aquellos que están por concluirlos, lo que puede significar que no existe una intención explícita de enseñarles tales aspectos o que los procesos didácticos no son suficientemente complejos ni incluyen aspectos de la vida cotidiana, de tal manera que resulta una visión simplista y descontextualizada de la NdCyT.

Por encima de las diferencias que existen entre los sistemas educativos nacionales, en lo que respecta a la comprensión de la NdCyT, las fortalezas y debilidades de los seis países estudiados son bastante similares.

Lederman (2006) expresa que aunque la reflexión teórica y didáctica avala pensar la NdCyT como contenidos explícitos en los procesos de formación científica con la intención de mejorar dicha comprensión, aún no existen suficientes propuestas empíricas, de ahí que este aspecto se constituya en un objeto de estudio relevante en los procesos de formación tanto universitaria como postgradual de calidad.



## 12. As crenças de professores e alunos sobre a tecnologia

Alvaro Chrispino<sup>1</sup>, Marco Aurélio Ferreira Brasil da Silva<sup>2</sup>, Patrick Antonioli<sup>3</sup> e Fernanda Nigro<sup>4</sup>

### Introdução

Parece não haver dúvida em relação à importância da tecnologia para o mundo moderno e ao quanto a sociedade vai se tornando dependente dos objetos ou aparatos tecnológicos. Quando existe este tipo de dúvida, ela se dissipa no momento em que se interrompe a distribuição de energia elétrica... Nesse momento nos damos conta de nossa dependência.

Comentando sobre o que chamou de *breve século xx*, Eric Hobsbawm (1995) escreve que “nenhum período da história foi mais penetrado pelas ciências naturais [e nós incluiremos aqui a tecnologia] nem mais dependente delas do que o século xx. Contudo, nenhum período, desde a retratação de Galileu, se sentiu menos à vontade com elas”. Devido a essa interação mais intensa da ciência e tecnologia com a sociedade, esta área deixa de ser de um conhecimento restrito àqueles que seguirão carreira nas chamadas ciências naturais, para solicitar maior preparo de todos os cidadãos.

Por conta desta ligação estreita, é possível dizer que a sociedade sofre uma configuração de base tecnológica, “exatamente e ao mesmo momento e nível em que as tecnologias são socialmente construídas e postas em uso. Todas as tecnologias são sociais. Todas as tecnologias são humanas”. (Thomas, Fressoli e Lalouf, 2008). Para Echeverria (2000), “o agente das ações tecnológicas não são as máquinas, mas as pessoas”.

Sendo isso verdade, e acreditamos que sim, não é possível imaginar que exista neutralidade na tecnologia (ou mesmo na ciência). A sociedade pode ser estudada também pela maneira como se relaciona com a tecnologia, assim como pela maneira com que escolhe as tecnologias que produz ou produzirá para, depois, ser influenciada por elas. Fourez (1995) afirma que “a escolha das tecnologias não é, portanto somente uma escolha de meios neutros, mas uma escolha de sociedade. Não é estranho então que, quando se consideram as tecnologias, raramente se examine a organização social a que conduzem?”.

---

1. Professor do Programa de Pós Graduação do CEFET-RJ-Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.  
2. Aluno do Programa de Mestrado em Tecnologia do CEFET-RJ.  
3. Aluno do Programa de Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação do CEFET-RJ.  
4. Bolsista de Iniciação Científica CEFET-RJ/CNPq.

Esta relação pode ser estudada por diversos ângulos. Vamos, aqui, considerando os fins deste trabalho, apresentar resumidamente as posições de Castells (1999) e Echeverria (2000), sobre tecnologias mais contemporâneas e seu maior impacto no nosso tempo e meio social.

Escreve Castells (1999):

Devido a sua penetrabilidade em todas as esferas da atividade humana, a revolução da tecnologia da informação será meu ponto inicial para analisar a complexidade da nova economia, sociedade e cultura em formação. Essa opção metodológica não sugere que novas formas e processos sociais surgem em consequência da transformação tecnológica. É claro que a tecnologia não determina a sociedade. Nem a sociedade escreve o curso da transformação tecnológica, uma vez que muitos fatores, inclusive criatividade e iniciativa empreendedora, intervêm no processo de descoberta científica, inovação tecnológica e aplicações sociais, de forma que o resultado final depende de um complexo padrão interativo. Na verdade, o dilema do determinismo tecnológico é, provavelmente, um problema infundado, dado que a tecnologia é a sociedade, e a sociedade não pode ser entendida ou representada sem suas ferramentas tecnológicas (p. 43).

Essa posição de Castells pode ser entendida como uma interdependência da relação tecnologia e sociedade. Ocorre que, como está posto, parece-nos que a tecnologia está reduzida a ferramentas, aparatos ou objetos. Como tal, este conceito reduzido também diminui as possibilidades de interação tecnologia-sociedade, assim como minimiza suas potencialidades de imprimir mudanças recíprocas nesta relação. Para atendermos ao conceito ampliado que estamos trabalhando, necessitamos considerar as observações de Castells, mas adequando-as aos novos conceitos de tecnologia. Para tal, podemos buscar o auxílio de Echeverria (2000).

Echeverria considera que, ao utilizarmos a expressão “ações que transformam objetos”, estamos optando por uma antologia. O autor, lembrando Quintanilla, informa que a “história da técnica não é só a história dos artefatos ou dos conhecimentos técnicos, mas sim toda a história das ações e resultados produzidos graças a eles”, e que “filosofia da técnica não é só uma teoria do conhecimento técnico, mas também uma ação guiada por este conhecimento”. Isso deixa claro que não é possível reduzir a relação tecnologia e sociedade a uma relação baseada em artefatos, visto que estes artefatos possuem uma história socialmente construída e, ao surgirem, provocam uma reestruturação no meio social onde surgem, estabelecendo outra possível antologia: objetos que transformam ações. Até aqui, os pontos de vista dos autores são próximos.

Uma diferença mais acentuada é percebida quando passamos a considerar “que essas ações técnicas, e em particular as ações telemáticas, não só transformam objetos materiais, como também podem modificar relações e inclusive funções”. A antologia aqui precisa distinguir objetos, relações e funções, entendendo conceitos (e os valores consequentes desses conceitos) “como um tipo particular de função”, e se aproxima das antologias aplicáveis a teorias de sistemas. Ampliando o conceito de tecnologia —de objeto até sistemas e mesmo organizações— e aplicando-o ao universo contemporâneo da teletecnologia, percebemos que as ações tecnológicas modificam objetos, modificam relações e possuem múltiplas consequências, especialmente quando essas relações são espaciais e temporais, visto que interferem sobremaneira na interação entre seres humanos e também entre pessoas e objetos materiais.

De maneira mais direta, Freeman Dyson (2008), ao comentar a ampliação das fronteiras e os impactos das novas tecnologias do século XXI, aponta a necessidade de norma ética dos cientistas se modificar na medida em que haja mudança nos limites entre o bem e o mal causados pela tecnologia. De modo geral, escreve ele que “o progresso da ética é a cura para os danos causados pelo progresso tecnocientífico” (p. 48). Sendo isso verdade, é necessário que conheçamos melhor como os alunos e professores, considerando os valores, as crenças, a cultura etc., percebem o que seja tecnologia, a fim de melhor planejar os métodos de ensino-aprendizagem que permitam melhorar a informação sobre este provocante tema.

Logo, a nossa crença acerca da tecnologia é, de certa forma, o modo como desenhamos as possibilidades/necessidades de atenção —ou não— à construção social da tecnologia (e da ciência), bem como da precaução que devemos ter quando, olhando o futuro, percebemos as possíveis consequências da tecnologia na sociedade.

Eis, pois, nossa motivação para refletir de forma mais específica a questão PIEARCTS que trata diretamente das crenças sobre tecnologia.

### Afinal, o que é tecnologia?

A questão do PIEARCTS que trata sobre este tema é a de número 10211. A fim de orientarmos os estudos, apresentamos os resultados do Rio de Janeiro. A tabela 12.1 apresenta as oito respostas disponíveis, a classificação das categorias (ingênuas, plausíveis e adequadas), a quantidade de questionários respondidos, o índice atitudinal médio, o desvio padrão e a probabilidade de significação para as respostas, divididas entre ciências e humanidades.

**Tabela 12.1. Questão 10211 do PIEARCTS sobre tecnologia aplicada no CEFET-RJ**

10211 Definir o que é a tecnologia pode ser difícil porque esta serve para muitas coisas. Mas a tecnologia, <i>principalmente</i> é:				
Amostra total - frases - ciências e humanidades	N	Média	Desvio Padrão	Signif.
A (P) - muito parecida com a ciência.	442	0,0385	0,622	0,015
B (I) - a aplicação da ciência.	442	-0,4960	0,506	0,007
C (P) - novos processos, instrumentos, maquinaria, ferramentas, aplicações, artefatos, computadores ou aparelhos práticos para uso diário.	445	-0,3090	0,582	0,457
D (P) - robôs, eletrônica, computadores, sistemas de comunicação, automatismos, máquinas.	445	-0,3034	0,595	0,933
E (P) - uma técnica para construir coisas ou uma forma de resolver problemas práticos.	444	-0,0946	0,615	0,163
F (P) - inventar, desenhar e ensaiar coisas (por exemplo, corações artificiais, computadores e veículos espaciais).	443	-0,1163	0,632	0,130
G (A) - ideias e técnicas para conceber e fazer coisas; para organizar os trabalhadores, as pessoas de negócios e os consumidores; e para o progresso da sociedade.	444	0,3857	0,527	0,019
H (P) - saber como fazer coisas (por exemplo, instrumentos, maquinaria, aparelhos).	443	-0,0609	0,650	0,282

Propomos, a seguir, refletir sobre cada uma das oito frases respostas, acompanhadas da planilha que indica os índices atitudinais de estudantes (pré-universitários, iniciando a universidade e terminando a universidade) e professores, divididas em duas partes: uma da área de ciências e uma de humanas. Ao final de cada frase, apresentaremos os resultados da mesma frase em outros países da Ibero-América. Quanto às questões de gênero, o tamanho do efeito não é suficiente para que merecesse abordagem nesta análise.

No que se refere ao item A, resposta considerada plausível pelos juízes, percebe-se que possui Índice atitudinal dos respondentes: 0,0385, tamanho do efeito (ciências e humanas) de 0,2807 e está posicionada, entre as 200 frases, por índice atitudinal em 91ª colocação, e por tamanho do efeito, em 5ª. A tabela 12.2 apresenta as informações sobre o Item A.

**Tabela 12.2. Índices atitudinais do item A divididos entre grupos de ciências e humanas**

Nível	Ciências		Nível	Humanas	
	Quantitativo	Índice Atitud.		Quantitativo	Índice Atitud.
Pré-universitário	149	0,1007	Pré-universitário	19	0,0789
Início da universidade	87	0,1264	Início da universidade	25	-0,1800
Término da universidade	60	-0,0083	Término da universidade	14	-0,0714
Professor	44	0,0227	Professor	44	-0,1250
Total	340	0,0779	Total	102	-0,0931

Esta é a única frase plausível da questão com índice positivo. Alunos pré-universitários, tanto em ciências como em humanas, obtiveram resultados melhores do que aqueles que estão concluindo a universidade, o que merece atenção e reflexão, considerando que os respondentes pertencem a um centro tecnológico de referência. Nesta frase, os estudantes e professores das áreas de ciências obtiveram resultados melhores do que seus pares das áreas de humanas. Este fato se repete, não com o mesmo tamanho do efeito, em todas as outras frases plausíveis da questão. Utilizando a classificação de dimensões da prática tecnológica sugerida por Pacey (*apud Acevedo, 2006*), poderíamos classificar esta frase na dimensão ideológica-cultural, aproximando-se mais do modelo de tecnociência, de relações entre ciência e tecnologia, na classificação de Niiniluoto (*apud Acevedo, 2006*), pois não prevê diferenciação ontológica entre ciência e tecnologia. A resposta seria apenas plausível, pois,

embora a tecnociência tenha vindo a aumentar desde os anos 80, e continua a crescer durante a primeira década do século XXI, a ciência que não segue esse padrão ainda está sendo praticada em boa medida, o mesmo acontece com a tecnologia que não é tecnociência, então parece inadequado identificar em todos os casos a ciência contemporânea com a tecnologia (Echeverría, 1999; Niiniluoto, 1997, *apud Acevedo, 2006*).

A tabela 12.3 apresenta os resultados deste item em outros países.

Tabela 12.3. Índices atitudinais do item A na Iberoamérica

País	Média
Portugal	0,2514
Espanha	0,0680
Brasil	0,0385
Argentina	-0,0056
México	-0,0288
Colômbia I	-0,1047
Colômbia II	-0,1052

No que se refere ao Item B, que é uma resposta considerada ingênua pelos juízes, temos um índice atitudinal dos respondentes de -0,4960 e tamanho do efeito (Ciências e Humanas) de -0,29186. Esta frase está posicionada, entre as 200 frases, por índice atitudinal, em 197ª posição e, por tamanho do efeito, em 191ª posição. A tabela 12.4 apresenta as informações sobre o Item B.

Tabela 12.4. Índices atitudinais do item B divididos entre grupos de ciências e humanas

Nível	Ciências		Nível	Humanas	
	Quantitativo	Índice Atitud.		Quantitativo	Índice Atitud.
Pré-universitário	150	-0,6183	Pré-universitário	19	-0,5921
Início da universidade	87	-0,5000	Início da universidade	25	-0,1300
Término da universidade	59	-0,4915	Término da universidade	14	-0,3214
Professor	44	-0,3523	Professor	44	-0,4432
Total	340	-0,5316	Total	102	-0,3775

Esta frase tem a terceira pior colocação, num total de 200 frases, e a pior pontuação de todas as frases, considerando-se por categoria. Seu caráter ingênuo não foi percebido pelos respondentes que partilham da ideia de tecnologia como ciência aplicada. Tal abordagem, herdada de cartilhas positivistas, permeia todos os níveis e encontra respaldo entre os docentes, que têm índices quase tão baixos quanto os alunos, naqueles oriundos da área de ciências, e até inferiores, no caso dos oriundos de humanas. Mesmo com índices pouco positivos, os estudantes das áreas de humanas obtiveram resultados sensivelmente melhores do que seus pares das áreas de ciências. Esse fato se repete na frase adequada da questão, o que denota que ser da área não garante uma abordagem mais complexa e contemporânea da ciência e tecnologia.

Considerando a classificação de Niiniluoto (*apud* Acevedo, 2006), de relações entre ciência e tecnologia, na afirmação desta frase, a tecnologia se subordina à ciência e pode ser reduzida a ela, dependendo da ciência numa perspectiva ontológica. Neste sentido, Pacey (*apud* Acevedo, 2006) alerta que uma concepção de tecnologia restrita à sua dimensão técnica daria respostas exclusivamente técnicas aos problemas tecnológicos de interesse social. Longe de ser uma peculiaridade local, percebe-se que a frase obteve índices bastante negativos em todos os países pesquisados, o que aponta, de forma inequívoca, para a necessidade de uma educação científica que contemple tecnologia como produção social, pois,

se o que se pretende é educar para tomar melhores decisões cívicas no mundo atual - educação para a participação na cidadania na sociedade civil -, possivelmente é mais importante

conhecer os aspectos da natureza da tecnociência que os da ciência acadêmica, pois, sem dúvida, a primeira é a que mais afeta a sociedade (Acevedo e outros, 2005).

A tabela 12.5 apresenta os resultados deste item em outros países participantes do PIEARCTS.

**Tabela 12.5. Índices atitudinais do item B na Ibero-América**

País	Média
Portugal	-0,2686
Colômbia I	-0,3380
Colômbia II	-0,3404
Espanha	-0,3564
México	-0,3993
Argentina	-0,4934
Brasil	-0,4960

Apresentaremos na sequência as frases C, D, E, F e H, que partilham vários pontos em comum:

- Classificação como plausível.
- No Brasil, todas possuem índices atitudinais negativos.
- Respondentes oriundos de ciências se saíram melhor que seus pares de humanas.
- Todas abordam apenas a dimensão técnica da prática tecnológica, deixando de lado as dimensões: organizativa; ideológica-cultural; afetiva ou emotiva, que juntas garantem a tecnologia seu *status* de produção social. Talvez resida aí o caráter apenas plausível das frases, pois tecnologia é artefato, maquinaria, aplicações e processos produtivos, mas está longe de ser apenas isto.
- Considerando as relações entre ciência e tecnologia apresentadas por Niiniluoto (*apud* Acevedo, 2006), percebe-se que as opções das frases se aproximam mais da ideia de tecnologia subordinada à ciência, cuja aplicação pode ser evidenciada nos aparatos tecnológicos ou processos, que materializam esta subordinação.
- Com exceção de pré-universitários de ciências na frase C, e de pré-universitários e iniciantes de ciências e veteranos de humanas na frase D, em todos os outros níveis e em todas as outras frases, os professores apresentaram índices inferiores aos dos alunos.

O Item C, que é uma resposta considerada plausível pelos juízes, possui Índice atitudinal dos respondentes igual a -0,3090 e tamanho do efeito (ciências e humanas) no valor de 0,0828. Entre as 200 frases, esta frase está posicionada, por índice atitudinal, na 182ª posição e, por tamanho do efeito, na 65ª posição. A tabela 12.6 apresenta os resultados referentes ao Item C.

**Tabela 12.6. Índices atitudinais do item C, divididos entre grupos de ciências e humanas**

Nível	Ciências		Nível	Humanas	
	Quantitativo	Índice Atitud.		Quantitativo	Índice Atitud.
Pré-universitário	150	-0,3300	Pré-universitário	20	-0,0750
Início da universidade	87	-0,2701	Início da universidade	26	-0,3846
Término da universidade	60	-0,2417	Término da universidade	14	-0,3214
Professor	44	-0,3182	Professor	44	-0,4545
Total	341	-0,2977	Total	104	-0,3462

Esta é a frase plausível com pior pontuação na questão, e uma das vinte piores na pontuação geral. Seu índice negativo se repete em todos os pesquisados da Ibero-América, em maior ou menor grau.

A tabela 12.7 apresenta os resultados deste item em outros países participantes do PIEARCTS.

**Tabela 12.7. Índices atitudinais do item C na Ibero-América**

País	Média
Portugal	-0,0460
Espanha	-0,0834
Argentina	-0,1579
Colômbia I	-0,2218
Colômbia II	-0,2706
México	-0,2783
Brasil	-0,3090

O Item D, que é uma resposta considerada plausível pelos juízes, possui índice atitudinal dos respondentes igual a -0,3034 e tamanho do efeito (ciências e humanas) igual a 0,0094. Entre as 200 frases, esta frase está posicionada, por índice atitudinal, na 179ª posição e, por tamanho do efeito, na 95ª posição. A tabela 12.8 apresenta os resultados referentes ao Item D.

**Tabela 12.8. Índices atitudinais do item D, divididos entre grupos de ciências e humanas**

Nível	Ciências		Nível	Humanas	
	Quantitativo	Índice Atitud.		Quantitativo	Índice Atitud.
Pré-universitário	150	-0,3433	Pré-universitário	20	-0,2250
Início da universidade	87	-0,3103	Início da universidade	26	-0,2885
Término da universidade	60	-0,1917	Término da universidade	14	-0,4286
Professor	44	-0,2955	Professor	44	-0,3182
Total	341	-0,3021	Total	104	-0,3077

Esta frase está quase tão mal colocada quanto sua antecessora, apenas três posições à frente. A diferença é que países ibéricos, além de Argentina e Colômbia I, apresentaram resultados positivos. A tabela 12.9 apresenta os resultados deste item em outros países participantes do PIEARCTS.

**Tabela 12.9. Índices atitudinais do item D na Ibero-América**

País	Média
Espanha	0,0277
Colômbia I	0,0043
Argentina	0,0038
Portugal	0,0000
México	-0,1294
Colômbia II	-0,1548
Brasil	-0,3034

O Item E, que é uma resposta considerada plausível pelos juízes, possui índice atitudinal dos respondentes igual a -0,0946 e tamanho do efeito (ciências e humanas) igual a 0,1540. Entre as 200 frases, esta frase está posicionada, por índice atitudinal, na 130ª posição e, por tamanho do efeito, na 36ª posição. A tabela 12.10 apresenta os resultados referentes ao Item E.

**Tabela 12.10. Índices atitudinais do item E, divididos entre grupos de ciências e humanas**

Nível	Ciências		Nível	Humanas	
	Quantitativo	Índice Atitud.		Quantitativo	Índice Atitud.
Pré-universitário	149	-0,0805	Pré-universitário	20	-0,1000
Início da universidade	87	0,0230	Início da universidade	26	-0,0385
Término da universidade	60	-0,0083	Término da universidade	14	-0,1429
Professor	44	-0,3182	Professor	44	-0,2841
Total	340	-0,0721	Total	104	-0,1683

Novamente países ibéricos, além de Argentina e Colômbia I, apresentaram resultados positivos. A tabela 12.11 apresenta os resultados deste item em outros países participantes do PIEARCTS.

**Tabela 12.11. Índices atitudinais do item E na Ibero-América**

País	Média
Portugal	0,1328
Espanha	0,0740
Argentina	0,0282
Colômbia I	0,0102
México	-0,0306
Brasil	-0,0946
Colômbia II	-0,0965

O Item F, que é uma resposta considerada plausível pelos juízes, possui índice atitudinal dos respondentes igual a -0,1163 e tamanho do efeito (ciências e humanas) igual a 0,1664. Entre as 200 frases, esta frase está posicionada, por índice atitudinal, na 139ª posição e, por tamanho do efeito, na 37ª posição. A tabela 12.12 apresenta os resultados referentes ao Item F.

**Tabela 12.12. Índices atitudinais do item F, divididos entre grupos de ciências e humanas**

Nível	Ciências		Nível	Humanas	
	Quantitativo	Índice Atitud.		Quantitativo	Índice Atitud.
Pré-universitário	149	-0,1208	Pré-universitário	20	0,1500
Início da universidade	87	-0,0575	Início da universidade	25	-0,1000
Término da universidade	60	0,1083	Término da universidade	14	-0,1071
Professor	44	-0,3295	Professor	44	-0,4432
Total	340	-0,0912	Total	103	-0,1990

Desta vez apenas os países ibéricos apresentaram resultados positivos, como é possível constatar na tabela 12.13, que apresenta os resultados deste item em outros países participantes do PIEARCTS.

**Tabela 12.13. Índices atitudinais do item F na Ibero-América**

País	Média
Espanha	0,1288
Portugal	0,0313
Colômbia I	-0,0073
Argentina	-0,0432
Brasil	-0,1163
México	-0,1207
Colômbia II	-0,1288

O Item H, que é uma resposta considerada plausível pelos juízes, possui índice atitudinal dos respondentes igual a -0,0609 e tamanho do efeito (ciências e humanas) igual a 0,1183. Entre as 200 frases, esta frase está posicionada, por índice atitudinal, na 121ª posição e, por tamanho do efeito, na 48ª posição. A tabela 12.14 apresenta os resultados referentes ao Item H.

**Tabela 12.14. Índices atitudinais do item H, divididos entre grupos de ciências e humanas**

Nível	Ciências		Nível	Humanas	
	Quantitativo	Índice Atitud.		Quantitativo	Índice Atitud.
Pré-universitário	150	-0,0600	Pré-universitário	20	0,1250
Início da universidade	86	0,0407	Início da universidade	25	0,0400
Término da universidade	60	0,0417	Término da universidade	14	0,1071
Professor	44	-0,2614	Professor	44	-0,3977
Total	340	-0,0426	Total	103	-0,1214

Os índices positivos dos países Ibéricos se repetem. Desta vez o México também figura com índice positivo, como demonstra a tabela 12.15.

**Tabela 12.15. Índices atitudinais do item H na Ibero-América**

País	Média
Espanha	0,0761
México	0,0323
Portugal	0,0309
Argentina	-0,0564
Brasil	-0,0609
Colômbia I	-0,1260
Colômbia II	-0,1435

O Item G, cuja resposta é considerada adequada pelos juízes, possui índice atitudinal dos respondentes igual a 0,3847 e tamanho do efeito (ciências e humanas) igual a -0,2711. Entre as 200 frases, esta frase está posicionada, por índice atitudinal, na 37ª posição e, por tamanho do efeito, na 190ª posição.

**Tabela 12.16. Índices atitudinais do item G, divididos entre grupos de ciências e humanas**

Nível	Ciências		Nível	Humanas	
	Quantitativo	Índice Atitud.		Quantitativo	Índice Atitud.
Pré-universitário	150	0,2817	Pré-universitário	19	0,2105
Início da universidade	87	0,3678	Início da universidade	26	0,3942
Término da universidade	60	0,3750	Término da universidade	14	0,3750
Professor	44	0,5398	Professor	44	0,7102
Total	341	0,3534	Total	103	0,4927

Esta frase é muito bem pontuada, principalmente pelos oriundos de humanas, cujos índices são consideravelmente melhores que seus pares de ciências. Os professores, com destaque para humanas, desta vez se saíram consideravelmente melhor que os alunos. Os respondentes que tiveram dificuldades em identificar frases ingênuas e plausíveis desta vez perceberam o caráter adequado da frase, que tem abordagem mais abrangente, permeando as quatro dimensões da prática tecnológica: técnica, organizativa, ideológica-cultural e afetiva ou emotiva. Dentro da classificação de Niiniluoto (*apud* Acevedo, 2006), aproxima-se da ideia contemporânea de tecnociência, em que a ciência e a tecnologia estão profundamente entrelaçadas e se reforçam mutuamente para alcançar benefícios comuns, tanto em seus procedimentos, como em seus resultados. A postura contraditória dos respondentes é também percebida na Ibero-América, cujos países, na totalidade, apresentam índices positivos, conforme a tabela 12.17.

**Tabela 12.17. Índices atitudinais do item G na Ibero-América**

País	Média
Brasil	0,3847
Portugal	0,2135
Colômbia II	0,2049
Argentina	0,1541
México	0,1411
Espanha	0,1387
Colômbia I	0,0498

Numa abordagem geral, percebe-se que professores e alunos têm crenças, atitudes e valores muito parecidos acerca do conceito de tecnologia. Quando o formador de opinião, responsável pela transmissão do saber, não consegue alcançar camadas mais críticas ou contemporâneas, não poderemos esperar dos alunos uma abordagem muito diferente. Este pode ser o principal motivo de não se perceber, com algumas exceções, uma evolução do aluno, nestes temas, ao longo de sua passagem pela graduação. Fica aqui patente a dificuldade das instituições de ensino formarem

indivíduos mais bem informados sobre tecnologia, talvez pela formação de seus professores, talvez pela carência de materiais de ensino que apresentem estas recentes maneiras de ver a tecnologia.

Outra situação que se apresenta de forma contumaz é a maneira contraditória com que os respondentes se posicionam em suas respostas, como podemos perceber na comparação da frase adequada G (maior índice) com a ingênua B (menor índice) e a plausível C (segundo menor índice). Este fato é extensivo às análises na Ibero-América, pois os países, em sua totalidade, obtiveram índices positivos na frase G, da mesma forma que obtiveram, todos, índices negativos nas frases B e C. Paradoxalmente o Brasil, que apresentou os menores índices nas frases B e C, obteve a maior pontuação na frase G. Observou-se situação semelhante na aplicação dos questionários espanhóis, direcionados a jovens estudantes, percebendo-se que

esta contradição revela superficialidade e certa ambivalência no pensamento dos estudantes sobre Natureza da Ciência e Tecnologia: identificam ideias adequadas, mas não são capazes de negar na mesma proporção, sobre o mesmo tema, outras ideias opostas, que deveriam ser rechaçadas por serem logicamente incompatíveis com as anteriores. Esta contradição supõe que os estudantes aderem, ao mesmo tempo, a uma frase adequada e a uma frase ingênua, incompatíveis logicamente entre si, sem perceber a contradição. (Vázquez, Manassero e Talavera, 2010, p. 346, tradução livre).

## A tecnologia em outras questões

Há, no PIEARCTS, outras questões que tangenciam o tema tecnologia. Considerando os resultados apresentados na questão específica detalhada anteriormente, buscamos algumas informações sobre as demais questões na tentativa de entender o conjunto do tema. Escolhemos duas outras questões: a 40531 e a 80131.

40531 – Mais tecnologia melhorará o nível de vida do nosso país.

Esta questão aborda o tema bem-estar e melhor nível de vida, e foi a segunda pior pontuada das trinta possíveis, com índice atitudinal de -0,1229. Quatro dos seis itens são negativos, com destaque para a afirmação de que a tecnologia sempre melhorou o nível de vida e que não há razão para não continuar a melhorar, visto que esse é um dos poucos casos em que uma resposta negativa é consensuada ingênua pelos juízes. Os respondentes aceitam essa afirmação ingênua como primeira alternativa e, mais à frente, também confirmam outras com essências completamente diferentes.

Esta questão também aponta uma contradição interessante, pois os indivíduos afirmam que a tecnologia cria trabalho e prosperidade e, ao mesmo tempo, apontam que a própria tecnologia destruirá postos de trabalho, diminuindo o nível de vida de muitas pessoas. Explicitamente, as afirmativas apresentam os termos opostos “cria” e “destruirá”, relacionados a postos de trabalho. Sem contar que uma restringe o benefício a alguns e outra abre para todos. Portanto, ao mesmo tempo em que concordam com uma melhoria global com o desenvolvimento da tecnologia, também concordam que essa melhoria será apenas para quem usufrui da tecnologia, e não para todos.

O item que se apresenta mais aberto, fornecendo como resposta “sim e não”, é justamente o mais positivo de todos, marcando 0,4440 pontos. Ele é enfático ao afirmar que a tecnologia melhora o nível de vida, MAS acarreta diversos problemas consigo, como contaminação e desemprego. Logo, o nível de vida pode melhorar, mas a qualidade não. Esse item, em especial, é um consenso dos juízes, tratando-se de uma resposta que atende tanto o lado positivo quanto o negativo da tecnologia. É plausível que alguém que tenha aceitado que a tecnologia é boa em um item e ruim em outro confirme as duas posições, quando se revelam em uma única questão. Na realidade, ela não revela uma posição boa por parte dos respondentes, visto que, de maneira geral, o posicionamento é ambíguo.

Outra contradição está relacionada à adequação a uma questão plausível que afirma que quanto mais sabemos, mais estaremos aptos a resolver nossos problemas, e, curiosamente, revelam uma inclinação a aceitarem que somos irresponsáveis com a tecnologia que possuímos no presente, o que dirá no futuro. Ou seja, acreditam que somos responsáveis para lidarmos com as tecnologias do futuro e por isso a resposta para a questão é sim e, concomitantemente, acreditam que somos irresponsáveis ao ponto de criar armas e abusar dos recursos naturais, sendo a resposta não. Não há uma posição clara sobre a influência da tecnologia na sociedade, principalmente quando analisada por diferentes pontos de vista.

80131 – Quando se desenvolve uma nova tecnologia (por exemplo, um computador novo, um reator nuclear, um míssil ou um medicamento novo para curar o câncer), esta pode ser posta em prática ou não. A decisão de usar a nova tecnologia depende de as vantagens para a sociedade compensarem as desvantagens.

Esta questão explora a decisão de se usar uma nova tecnologia por parte da sociedade. É uma questão que dialoga com a anterior, obtendo um índice considerado neutro (0,0109). Novamente há uma contradição no que diz respeito à interação tecnologia-sociedade. Os indivíduos apresentam uma opinião em que a implementação de uma tecnologia depende principalmente de suas vantagens e desvantagens para a sociedade, entretanto também afirmam que depende de fatores mais importantes que esses aspectos, como seu bom funcionamento, custo e eficiência.

Apresentam-se fortemente ingênuos ao acreditarem que só a sociedade determina o uso da tecnologia, e fortemente de acordo com a realidade ao confirmarem que depende de “algo mais” do que a posição da sociedade. De forma simultânea, têm-se dois itens que não se comunicam, porém marcados massivamente como adequados, contrabalanceando estatisticamente a questão como um todo e, assim, contribuindo para sua neutralidade.

Na mesma questão, confirmam o consenso dos juízes de que às vezes a tecnologia entra em funcionamento visando ao lucro e não ao bem-estar da maioria, o que, talvez, tenha-os induzido a responder que a escolha da nova tecnologia pode depender tanto das vantagens e desvantagens como de outros aspectos, perpassando pela questão do lucro e do tipo de tecnologia. Eles também concordam que cada caso é um caso, ou seja, ora depende de suas vantagens ou desvantagens, ora depende de outros fatores, estando essas escolhas vinculadas ao tipo de tecnologia. Todos os itens foram pouco marcados como ingênuos, possuindo uma inclinação à adequação, mesmo os que, de acordo com os juízes, são ingênuos ou plausíveis. Isso demonstra uma falta de posicionamento por parte dos indivíduos.

Em síntese, as duas questões não fornecem informações concretas sobre as atitudes e crenças dos sujeitos da pesquisa acerca da tecnologia, quando analisadas à luz de sua interação com a sociedade. As repostas foram marcadas por diversas ambiguidades e com uma tendência geral na adequação de todos os itens, sejam eles adequados, plausíveis ou ingênuos. O lado positivo fica por conta da conformidade das respostas quando se trata do consenso dos juízes, o que ocorreu em duas adequadas, uma em cada questão. Trata-se de itens mais abrangentes, que mesclam diferentes pontos de vista ou consequências de uma escolha. Um ponto muito negativo diz respeito à questão 40531, que afirma que a tecnologia sempre melhorou o nível de vida. A gravidade está no fato de que a resposta dos juízes é justamente o oposto, ou seja, ingênua, sendo inclusive consensuada por eles. Apenas 11 itens de todo o questionário aplicado obtiveram índices negativos em consensos dos juízes, e esse anteriormente citado é um deles.

### Como se fosse conclusão

Este é um tema importante para a sociedade contemporânea e seus resultados não são animadores. Há, no conjunto dos países ibero-americanos, uma declarada falta de informação quanto ao que seja tecnologia nos dias atuais. Apesar das especificidades da clientela pesquisada em cada um dos países que compõem o PIEARCTS, os resultados são muito próximos e deixam claro que os respondentes não estão bem informados sobre o tema.

Surpreendentemente, em geral, alunos de anos finais da universidade não apresentam resultados melhores que alunos de anos iniciais da mesma universidade. Professores não apresentam resultados significativamente mais adequados que seus alunos. Profissionais da chamada área de ciências não estão mais bem informados que os seus pares da chamada área de humanidades. Aliás, estes últimos possuem índices melhores do que aqueles. O espaço não permitiu tratar os resultados por gênero, em que mulheres possuem índices melhores que homens, em geral.

Longe de trazer um resultado tranquilizador, a pesquisa aponta para a necessidade de desdobrarmos os resultados, a fim de melhor entender por que o conceito clássico de tecnologia é ainda tão forte entre os respondentes. Indica a necessidade de identificar que caminhos devemos adotar para disseminar os conceitos contemporâneos, por meio de (i) modificação nos cursos de formação de professores, (ii) multiplicação de cursos de formação continuada de professores, (iii) adequação dos livros didáticos, (iv) criação de programas de divulgação para o grande público, (v) desenvolvimento de metodologias de ensino, dentre outras alternativas.

Antes de trazer tranquilidade e certezas, os resultados apontam para dúvidas e incertezas, que passam a solicitar dos pesquisadores da área de ensino de ciência e tecnologia mais atenção, mais debates, mais aprofundamento sobre este tema.



# 13. Creencias sobre la NdCyT: una comparación entre estudiantes universitarios de ciencias y de humanidades

Mayra García Ruiz<sup>1</sup>, Raúl Calixto Flores<sup>1</sup> y Alejandro Cid del Prado<sup>2</sup>

## Introducción

A través de los años, la imagen de la ciencia, la tecnología y los científicos, en la mayoría de las personas, se ha caracterizado por la desvinculación de estos con la realidad social, y por el poco conocimiento sobre las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y de estas tres con el medio ambiente.

En la actualidad, la CyT es un conjunto de realidades tan vinculadas que es difícil separarlas, y está presente en casi todos los aspectos de nuestra vida. Así la actividad científica y la tecnológica mantiene una interacción mutua en la sociedad en la que se desarrollan, ya que han influido en la evolución de las sociedades y, al mismo tiempo, son manifestaciones sociales determinadas por el contexto sociohistórico, los valores y las actitudes existentes. El desarrollo científico-tecnológico ha jugado un papel relevante en las transformaciones que se viven en una sociedad, tanto en lo referente a la calidad de vida de las personas como en lo relativo a sus creencias, actitudes y valores. En muchos casos, este desarrollo ha llevado a mejorar la calidad de vida de los países, pero también ha promovido al poder económico-político que provocó transformaciones ambientales que han dado como resultado una grave crisis planetaria; lo que pone de relieve es la importancia de que toda la ciudadanía cuente con conocimientos sobre CyT y sus interacciones mutuas con el ambiente, para que la sociedad en general, junto con los gobiernos y los especialistas, participen en la toma de decisiones adecuadas, ya que todas las personas somos las que sufrimos los impactos ambientales que se generan cuando se sobreponen los intereses empresariales y económicos sobre el bienestar social.

Hoy en día se reconoce que no solo es importante saber ciencias sino también saber *sobre* ciencias; esto significa saber cómo funciona la ciencia —entendida como una forma de obtener conocimientos sobre el mundo natural—, cómo se produce el conocimiento científico, cómo cambian estos conocimientos con el tiempo, cómo las ciencias son influenciadas e influyen a la sociedad y la cultura (Lederman, 1992). Todo esto ha conformado un nuevo componente curricular de reflexión crítica de las ciencias a la que se ha denominado NdC (McComas, Clough y Almazroa, 1998), que se interpreta como el conjunto de métodos aplicados por los científicos para mejorar su conocimiento (epistemología de la ciencia), aunque ahora tiene un sentido más amplio en el cual se integran la tecnología, los aspectos personales y sociales de los científicos y tecnólogos

1. Universidad Pedagógica Nacional, México.

2. Universidad Mexicana, México.

(sociología interna de la comunidad científica) y las características del sistema de la CyT como una parte de la organización social humana, que interacciona de manera continua con la sociedad que lo sostiene (sociología externa de CyT; Vázquez, Manassero y Talavera, 2010). Entonces, se habla de NdCyT.

Ya dentro del campo de la enseñanza, la NdCyT juega un papel importante para coadyuvar a la comprensión de la CyT desde diferentes perspectivas: cultural, social, económica, política y medioambiental. En esta última se hace énfasis debido a que el medio ambiente se encuentra muy amenazado por el cúmulo de acciones humanas que afectan el equilibrio ecológico y ponen en riesgo la vida del planeta. El cambio climático global, la disminución de las fuentes de agua potable, la destrucción de ecosistemas, los derrames de petróleo en el mar, la desigualdad, el crecimiento demográfico insostenible y la pérdida de la diversidad cultural, son algunos ejemplos de los problemas ambientales que requieren, para su comprensión y solución, de conocimientos básicos sobre la NdCyT.

Por eso es importante que se consideren en la enseñanza de la CyT sus interacciones con la sociedad y el ambiente, de manera que los alumnos las asocien con su vida cotidiana y se percaten de su relevancia en el mundo actual.

Sin embargo, existe una gran diversidad de problemas que subyacen a esta enseñanza que a la fecha no han permitido una educación científico-tecnológica prioritaria y de calidad. Algunos de estos problemas surgen en los profesores; por una lado, por la falta de conocimientos acerca de las ciencias, lo que les provoca una falta de confianza en sí mismos (Jarvis y Pell, 2004) y les impide desempeñar de manera óptima su práctica docente; y, por otro, el desconocimiento y desinterés de las actitudes y los saberes de sus alumnos acerca de estos temas les dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje. Otros problemas surgen en los alumnos cuando la enseñanza de la CyT no tiene incidencia sobre lo que ellos piensan ni sobre lo que hacen en su vida diaria. Esto significa que los contenidos estudiados no se vinculan con los aspectos o las experiencias que viven los alumnos día a día en su hogar y en su comunidad —por ejemplo, no relacionan la falta de agua en su colonia con la protección del ambiente y los recursos naturales—, por lo que no pueden ligar la ciencia escolar con su entorno. Uno de los problemas que en muchas ocasiones no recibe la atención adecuada surge de las creencias, tanto de los estudiantes como de los profesores, de que las actividades científicas son difíciles de realizar, que solo pueden ser llevadas a cabo por especialistas y que dentro del aula es casi imposible lograrlas con éxito (García-Ruiz y Orozco, 2008). Este tipo de hallazgos nos enfatizan la importancia de no dejar a un lado estos elementos y, al mismo tiempo plantean la necesidad de revisar la formación que al respecto se proporciona en las escuelas.

En esta investigación analizamos las creencias sobre la NdCyT y sus relaciones con la sociedad y el ambiente en estudiantes universitarios de ciencias y humanidades de primero y último año.

Se propone que la formación y experiencia relacionada con las ciencias coadyuven a que los estudiantes adquieran una mejor comprensión de la NdCyT.

## Metodología

Se trabajó con una muestra total de 1.037 estudiantes mexicanos, de los cuales el 60% eran mujeres y el 40% eran hombres, todos estudiantes de ciencias y humanidades de primero (495) y último año (542) de la universidad.

En el presente estudio se incluyen dentro de las ciencias no solo las relacionadas con la naturaleza sino también las disciplinas vinculadas (tecnología, ingeniería, matemáticas, etc.), las humanidades (literatura, historia, filosofía, artes) y las ciencias sociales (educación, sociología, psicología, derecho, economía, política, geografía, etc.).

El instrumento utilizado fue el COCTS (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2003), distribuido en dos cuestionarios con 15 cuestiones cada uno: el F1 fue aplicado a 558 participantes y el F2, a 479.

Para el análisis de los datos obtenidos se realizaron comparaciones estadísticas de las creencias de los estudiantes de ciencias y humanidades tomando como variables de contrastación:

1. La disciplina entre ciencias y humanidades.
2. El grado de estudio entre el primer y el último año de ciencias y de humanidades.
3. El género, a través de la aplicación de un análisis de varianza de una vía y una prueba *post hoc* (la prueba de Scheffé a un nivel de significancia de  $p < 0,01$ , SPSS V17).

## Resultados

En términos generales, los resultados mostraron dos cosas: la primera, que los índices más positivos correspondieron a las frases adecuadas en su mayoría —y unas cuantas ingenuas—, y los índices negativos a las plausibles e ingenuas, tanto en los estudiantes de ciencias como en los de humanidades; y la segunda, que las frases con los índices más positivos coinciden con la clasificación hecha por los jueces. Esto quiere decir que los participantes (estudiantes de ciencias y humanidades) también pueden identificarse con creencias adecuadas que se correspondan con ideas acerca de la NdCyT consensuadas en la comunidad científica.

A continuación se describen los resultados en cinco párrafos: primero, las comparaciones entre las creencias sobre la NdCyT de los estudiantes de ciencias y humanidades de primer año de la universidad; segundo, las diferencias entre las creencias de los estudiantes del último año; tercero, las creencias solo de los universitarios de ciencias; cuarto, las creencias de los universitarios de humanidades, y quinto, la información sobre la influencia del género en las creencias referentes a la NdCyT de los universitarios.

### Creencias sobre la NdCyT de estudiantes de ciencias y humanidades de primer año de universidad

En este grupo encontramos solo dos diferencias significativas entre los estudiantes de ciencias y los de humanidades, y las dos referidas a la misma cuestión de la dimensión epistemológica: la frase ingenua referente a que son verdaderas muchas de las pruebas científicas que demuestran que muchos modelos científicos usados en los laboratorios de investigación son copias de la realidad (F1\_C\_90211B\_I). Los estudiantes de inicio de ambos grupos presentaron índices negativos, pero los de ciencias mostraron índices más negativos ( $m = -0,7159$ ) que los de humanidades ( $m = -0,2698$ ;  $p < 0,000$ ). También encontramos que estos resultados se ven reflejados en la categoría ingenua de esta misma cuestión (F1\_90211IN), ya que se obtuvo un índice negativo

mayor en los estudiantes de ciencias ( $m = -0,5303$ ) que en los de humanidades ( $m = -0,1808$ ;  $p < 0,000$ ). Estos hallazgos se traducen como creencias desinformadas por parte de los estudiantes de ciencias, por tanto muestran los puntos débiles que nos plantean el reto de educar a los estudiantes en el uso de los modelos científicos y de aprender a construir modelos simples y pertinentes en un contexto particular de acción o de comunicación.

Además, el hecho de que solo encontramos dos diferencias significativas en los estudiantes de ciencias y humanidades de primer año o que inician la universidad nos revela que ambos grupos poseen creencias muy similares, probablemente porque todavía la formación no se ha reflejado en estos estudiantes.

### Creencias sobre la NdCyT de estudiantes de ciencias y humanidades del último año de universidad

En los estudiantes del último año o que terminan la universidad encontramos algunas diferencias referentes a varios elementos sobre la NdCyT y, en algunos casos, aunque no se alcanzó la diferencia en el nivel de significancia planteado en este estudio ( $p < 0,01$ ), notamos algunas tendencias. Por ejemplo, los estudiantes de ciencias mostraron estar más informados que los de humanidades con respecto al concepto de ciencia (FL\_10111F\_P\_Ciencia) en una frase plausible. Esto nos permite, por una parte, visualizar sus debilidades sobre las que hay que trabajar y, por otra, evidencia la urgencia de evaluar los programas de formación universitaria. En cuanto a la IM en ciencia (FL\_C\_60611D\_A), se menciona que el estereotipo tradicional existente en la sociedad ha sido que los hombres son más listos y dominantes mientras que las mujeres son más débiles y menos lógicas; encontramos aquí que los estudiantes de ciencias tienen un índice actitudinal significativamente negativo ( $m = -0,0179$ ,  $p < 0,000$ ), en tanto que para los de humanidades es positivo ( $m = 0,4896$ ). Esto nos señala que todavía predominan en los estudiantes de ciencias estereotipos machistas, que relegan a un segundo plano a las mujeres y que no corresponden a la realidad en la que existe una gran cantidad de mujeres dedicadas a las actividades científicas. Se hace necesario que los estudiantes tomen conciencia de la modificación del papel de la mujer en la familia, en la sociedad, en el mercado de trabajo, en la academia y en las actividades científicas.

En ambas muestras de estudiantes de ciencias ( $m = -0,4271$ ) y humanidades ( $m = -0,2176$ ) encontramos índices negativos en las creencias sobre los modelos científicos, específicamente en lo que se refiere a que si los modelos científicos son copias de la realidad (FL\_C\_90211B\_I). Pero al igual que en los estudiantes de primer año, en los de ciencias de último año de la universidad la media es aun más negativa. Se evidencia de manera muy significativa ( $p < 0,000$ ) la existencia de concepciones erróneas referidas a los modelos científicos, lo cual ya no debería suceder en los estudiantes de ciencias después de que han recibido toda una formación en esta área. Esto plantea la apremiante necesidad de una revisión crítica y profunda de los planes y programas de formación en ciencias.

Cuando se expresa que hoy en día, en nuestro país, hay muchos más científicos que científicas (FL\_60611AD), encontramos resultados positivos en ambas muestras de estudiantes que terminan, siendo menor en los de ciencias ( $m = 0,0956$ ), que en los de humanidades ( $m = 0,3622$ ;  $p < 0,000$ ). Estos índices nos revelan creencias y actitudes más adecuadas de los estudiantes de humanidades.

Cuando analizamos las categorías de las cuestiones del instrumento, vemos reflejadas las creencias erróneas de las frases individuales; así, en el caso de los modelos científicos (F1\_90211IN) se manifestaron índices negativos en ambas muestras de estudiantes.

En ambos grupos de estudiantes encontramos índices negativos respecto a la creencia ingenua de que la tecnología es la aplicación de la ciencia (F2\_10211B\_L). El índice más negativo se vio en los estudiantes de ciencias ( $m = -0,6610$ ) y el menos negativo en los de humanidades ( $m = -0,4238$ ;  $p < 0,006$ ), lo que confirma la imagen reduccionista que muchos estudiantes tienen sobre la tecnología, restándole relevancia al considerarla solo como aplicación de la ciencia. La alfabetización científica puede contribuir a que las personas comprendan la complementariedad entre las investigaciones tecnológicas y la científica para que no se subordine el papel de la tecnología en la sociedad.

Los estudiantes de ciencias y los de humanidades manifestaron opiniones informadas con respecto a la frase ingenua sobre el mejoramiento de la calidad de vida del país, en cuanto a si sería mejor gastar el dinero en investigación tecnológica en lugar de investigación científica (F2\_C\_10421A\_I). El índice más favorable corresponde a los estudiantes de ciencias ( $m = 0,3966$ ), porque el de los estudiantes de humanidades es menos de la mitad que este ( $m = 0,1235$ ). Esto indica que los primeros tienen ( $p < 0,007$ ) una mayor comprensión sobre este aspecto que los segundos. Sin embargo, en la frase plausible referente a este mismo tema —*el conocimiento científico es necesario para hacer avances tecnológicos* (F2\_10421C\_P)—, los índices resultaron negativos en ambas muestras, aunque el valor más negativo se presentó en los estudiantes de ciencias ( $m = -0,6949$ ;  $p < 0,000$ ). Esto muestra que si no tienen claro lo que es la tecnología —como se señaló en párrafos anteriores—, les resultará difícil entender los alcances de cada tipo de investigación y el apoyo mutuo que se da entre ellas. Llama la atención que los estudiantes de ciencias manifiesten nociones menos informadas, ya que se esperaría que por la formación recibida tengan una mejor comprensión de estas temáticas, por lo que enfatizamos la necesaria revisión de los planes y programas de formación en ciencias.

Cuando se analiza la frase plausible sobre la dirección de la ciencia por parte de las empresas (F2\_20211D\_P\_ Industria), ambos grupos obtuvieron puntuaciones negativas, siendo mayores en los estudiantes de ciencias ( $m = -0,5000$ ;  $p < 0,004$ ). Esto señala las debilidades de los estudiantes y, por tanto, los puntos que se requieren trabajar, como el predominio de concepciones erróneas del papel de las empresas en la ciencia y el marco ético de las finalidades de la investigación, que permitan delimitar los alcances y responsabilidades de la acción de las empresas en la ciencia. Cuando se analiza la frase adecuada sobre este mismo tema, pero referente a que si las empresas que dirigen la ciencia podrían obstaculizar la investigación de aquellos problemas importantes que no quieran afrontar (por ejemplo, la contaminación que producen F2\_20211E\_A\_ Industria), a diferencia de la frase anterior, ambas muestras de estudiantes obtienen resultados positivos, siendo mucho mayor en los de ciencias ( $m = 0,7026$ ; humanidades  $m = 0,3918$ ;  $p < 0,000$ ). Estos resultados revelan que estos identifican mejor las frases adecuadas que los de humanidades, lo que no sucede con las frases plausibles. En ese caso, ambos grupos manifiestan dificultades, pero los de ciencias más, lo que puede estar señalando la falta de una buena comprensión de la NdCyT y la poca relación que logran hacer con la sociedad.

Los estudiantes de ciencias y humanidades presentan resultados negativos en la frase ingenua F2\_40211\_A\_I referente a las decisiones sociales sobre los asuntos científicos, siendo más

negativos en los primeros ( $m = -0,5424$ ;  $p < 0,005$ ), que en los segundos ( $m = -0,1677$ ). Los resultados indican la existencia de ideas ingenuas (mayores en los estudiantes de ciencias), por lo que consideramos que es trascendental, pero no suficiente, una buena formación. También es importante tomar en cuenta otros aspectos asociados a esta tarea, como la ética, el compromiso y la toma de decisiones. En el análisis de otra de las frases ingenuas sobre este mismo tema, que puntualiza que los científicos e ingenieros deberían ser los únicos en decidir los asuntos científicos de nuestro país porque tienen el conocimiento y pueden tomar mejores decisiones que los burócratas del gobierno o las empresas privadas, que tienen intereses creados (F2\_C\_40211B\_I\_), encontramos resultados similares a los de la frase anterior: otra vez los índices negativos en ambas muestras y el índice actitudinal más negativo en los estudiantes de ciencias ( $m = -0,5127$ ), que en los de humanidades ( $m = -0,2209$ ;  $p < 0,004$ ). Los índices negativos nos señalan que ninguno de los dos grupos comprende las ideas ingenuas contenidas en la expresión anterior, ya que las decisiones pueden tomarse de forma compartida, y pueden intervenir otros especialistas y ciudadanos, con una ética científica y tecnológica. Se evidencia el requerimiento de una alfabetización científico-tecnológica que fortalezca estos aspectos debido a que son asuntos que tienen un gran compromiso con el bienestar socioambiental.

A diferencia de las dos frases anteriores, la frase plausible de esta misma cuestión —*los científicos e ingenieros deberían decidir, porque tienen la formación y los datos que les dan una mejor comprensión, pero los ciudadanos deberían estar implicados, o deberían ser informados o consultados* (F2\_40211C\_P)—, los índices de ambas muestras son positivos. El de los estudiantes de ciencias ( $m = 0,6441$ ) es mayor que el de los de humanidades ( $m = 0,4009$ ;  $p < 0,002$ ), lo que muestra una actitud favorable en los primeros y, por lo tanto, se encuentran mejor informados, al menos en este aspecto en particular.

Otra frase de esta misma cuestión, pero adecuada, referida a que los ciudadanos deberían decidir pero científicos e ingenieros deberían aconsejar, presentó índices significativamente más negativos ( $p < 0,006$ ) en estudiantes de ciencias ( $m = -0,4407$ ) que en los de humanidades ( $m = -0,1677$ ). Estos resultados ponen en evidencia que a los estudiantes no les parece muy adecuado este tipo de decisiones compartidas y reflejan creencias poco informadas. Se hace necesario impulsar una mayor comprensión de la NdCyT en los estudiantes, ya que al no tener claro este tipo de elementos no serán capaces de entender las estrechas relaciones que tienen los asuntos científicos y tecnológicos con la responsabilidad medioambiental que debemos tener todos los ciudadanos.

Los estudiantes de ciencias obtuvieron un índice positivo ( $m = 0,1186$ ), en tanto que los estudiantes de humanidades uno negativo ( $m = -0,1677$ ;  $p < 0,005$ ) cuando analizamos la frase plausible referente a la existencia de dos tipos de personas, las que entienden letras y las que entienden ciencias, pero puntualiza que si las personas de letras estudiaran más ciencias llegarían a comprenderlas (F2\_50111A\_P). Estos resultados nos muestran que en los estudiantes de humanidades persiste la creencia de que no todas las personas pueden comprender las ciencias. Por lo tanto, se visualiza la necesidad de una buena formación que puede ser el medio para terminar con el mito de que la ciencia no es accesible para todas las personas.

Encontramos índices negativos ( $m = -0,2119$ ) en los estudiantes de ciencias, mientras que los de humanidades son positivos ( $m = 0,0093$ ;  $p < 0,003$ ), en la frase que propone que no hay influencia

nacional sobre los científicos formados en distintos países para ver un problema científico (F2\_70711\_E\_I). El mismo caso se presenta en la frase de la misma cuestión que dice que el país no marca la diferencia porque los científicos usan el mismo método científico (F2\_C\_70711F\_I). Vemos que los estudiantes de ciencias poseen las ideas ingenuas presentes en ambos enunciados, en tanto los de humanidades lo dudan, ya que obtuvieron valores positivos ( $m = -0,3147$ ;  $m = 0,0093$ ;  $p < 0,001$ ), pero muy bajos. Esto nos permite pensar que los de humanidades, por su misma formación, lo relacionan más con aspectos culturales.

Al comparar las frases de la cuestión sobre las observaciones científicas (F2\_C\_90111) encontramos diferencias significativas entre ambos grupos, en particular en las frases ingenuas F2\_C\_90111D\_I y F2\_C\_90111E\_I en las que los estudiantes de ciencias obtuvieron índices negativos y los de humanidades, índices positivos. Estos resultados nos revelan que en los primeros persisten algunas ideas erróneas, como las contenidas en estas frases, por lo que es importante impulsar una educación que proporcione una mejor información respecto a los criterios de objetividad, confiabilidad y validez de los procesos metodológicos de investigación científica que proporcionan rigurosidad al trabajo de los científicos. El índice positivo de los estudiantes de humanidades es muy bajo, por lo que se requiere reforzar estos aspectos en ambas muestras. Asimismo, se nota la influencia de los procesos formativos diferentes.

Al abordar aspectos referidos al desarrollo de nuevas teorías o leyes (F2\_C\_90521A\_I), encontramos índices negativos en ambos grupos, pero los de ciencias otra vez tuvieron puntajes más negativos ( $m = -0,3991$ ;  $p < 0,005$ ) que los de humanidades ( $m = -0,1174$ ). Una vez más se trata de una frase ingenua, lo que parece demostrar que a los de ciencias este tipo de frases se les dificultan más. Estos valores negativos en los dos grupos permiten reconocer que hace falta reforzar los elementos sobre la NdCyT para comprender los procesos de construcción científica.

Al ver estos resultados decidimos analizar a los estudiantes de ciencias del primero y último año por separado de los de primero y último de humanidades.

### Creencias de los universitarios de primer y último año de ciencias

Entre los universitarios de ciencias, en ninguna de las frases del F1 se encontraron diferencias significativas, mientras que en el F2 se presentaron algunas diferencias entre los de primero y último año. En cuanto a las categorías, sí se encontraron diferencias significativas en F1 y F2, aunque fueron pocas. No hubo diferencias significativas en las cuestiones, lo que no es de sorprender, ya que las diferencias se nulifican cuando se obtienen los promedios de todas las frases, debido a que algunas presentan índices positivos y otras valores negativos.

En estos dos grupos de estudiantes casi no hubo diferencias; pero hay que destacar que en la mayoría de las cuestiones evaluadas —con excepción de la IM— en las frases adecuadas, tanto los estudiantes de primero como los del último año obtuvieron puntajes positivos, aunque un poco bajos, y en las frases plausibles e ingenuas presentaron valores negativos; por tanto, mostraron tendencias similares, a pesar de la formación recibida.

En la tabla 13.1 se muestran las frases donde sí se encontraron diferencias significativas entre los estudiantes de ciencias de inicio y término de la universidad, indicando el valor del tamaño del efecto de las diferencias para cada una de ellas.

**Tabla 13.1. Tamaño del efecto y significación estadística de las diferencias en los índices medios de frases entre estudiantes de ciencias de primero y último año de universidad**

F2	Tamaño del efecto	Sign.
F2_20211_E_A Industria (CyT)	0,7913	0,01
F2_40421_A_I Aplicación a la vida diaria	1,05	0,000
F2_90311_D_A Esquemas de clasificación	0,7383	0,008

En la frase referente a que las empresas (industria) no deberían dirigir la investigación científica, ambos grupos manifestaron un alto acuerdo; pero los estudiantes más avanzados obtuvieron puntuaciones más positivas y bastante mayores que los del inicio. Por el contrario, en la frase acerca de que la ciencia ayuda a resolver los problemas de la vida diaria (F2\_40421\_A\_I), si bien obtuvieron valores negativos, los de primer año superaron a los que la finalizan. Es un hallazgo interesante, ya que se trata de una frase ingenua, mientras que la frase anterior correspondía a una frase adecuada. En este resultado se ve el efecto de una formación en ciencias, y en los estudiantes de primero se manifiesta una actitud un poco cándida y de sobreestimación de la ciencia en relación con la vida cotidiana.

La última frase en la que se observaron diferencias significativas se refiere a los esquemas de clasificación para la naturaleza que usan los científicos. Otra vez los estudiantes que terminan se desempeñaron mejor que los que comienzan, aunque ambos grupos tuvieron índices actitudinales positivos. Esto es hasta cierto punto esperable debido a la formación recibida.

Respecto a las categorías, encontramos algunas diferencias en el F1 en el grupo de frases que conformaban la categoría de ingenuas, que afirman que los modelos científicos son copias de la realidad. Aunque ambos grupos obtuvieron puntajes negativos, los estudiantes de inicio de la universidad mostraron los índices más negativos; empero, ambos grupos obtuvieron puntajes negativos, lo que muestra que la formación científica recibida necesita fortalecerse. En el F2 se corrobora lo ya observado con alguna de las frases adecuadas e ingenuas. En el primer caso (categoría adecuada), los alumnos piensan que las empresas no deben dirigir la investigación científica. Ambos grupos de estudiantes tuvieron puntajes positivos, y los que finalizan sus estudios superaron a los de inicio. En el segundo caso se trata de la categoría de ingenuas, referente a si la ciencia y la tecnología ayudan a resolver problemas prácticos de la vida diaria. Los dos grupos de estudiantes obtuvieron valores negativos y los de término fueron los más negativos, como lo vimos en el análisis por frases.

### Creencias de los universitarios de primer y último año de humanidades

Cuando analizamos los resultados de los universitarios de humanidades encontramos un mayor número de diferencias, que se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 13.2. Valores de medias, desviaciones estándar y diferencias significativas entre estudiantes de humanidades de inicio y término de la universidad, referentes a sus creencias sobre la NdCyT**

Frases	Inicio universidad		Final universidad		Sign.
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	
F1_C_2014I_I_ Política del gobierno del país	0,2524	0,68971	0,3471*	0,69219	0,000
F1_C_2014J_I_ Política del gobierno del país	0,4328	0,59958	0,5207*	0,60134	0,001
F1_C_3011G_I_ Interacción CTS	0,3125	0,62935	0,3745*	0,64458	0,003
F1_C_4016A_I_ Responsabilidad social / Contaminación	0,1887	0,70793	0,3302*	0,69920	0,000
F1_C_4053A_I_ Bienestar social	-0,2859	0,58731	-0,1307*	0,62996	0,010
F1_C_4053E_A_ Bienestar social	0,6382	0,47129	0,5316	0,56609	0,002
F1_7023C_A_ Decisiones por consenso	0,4012	0,53318	0,2677	0,59500	0,007
F2_C_1042A_I_ Interdependencia / Calidad de vida	-0,0093	0,60184	0,1235*	0,66946	0,009
F2_2021C_P_ Industria	0,0586	0,62906	-0,1265	0,65302	0,006
F2_C_2051F_I_ Instituciones educativas	-0,1708	0,58179	0,2207*	0,67474	0,000
F2_C_4013G_I_ Responsabilidad social / Información	0,0031	0,63717	0,2317*	0,65213	0,004
F2_C_4021B_I_ Decisiones sociales	-0,3120	0,53921	-0,2209*	0,67093	0,000
F2_C_4021B_I_ Decisiones sociales	-0,3120	0,53921	-0,2209*	0,67093	0,000
F2_C_6052H_I_ Equidad de género	0,2428	0,67613	0,4909*	0,58672	0,002
F2_9011C_I_ Observaciones	-0,3610	0,50143	-0,1702*	0,60521	0,004
F2_C_9052A_I_ Papel de los supuestos	-0,3198	0,56997	-0,1174*	0,66429	0,008

\* Señala las frases en las que los estudiantes de último año de universidad tuvieron valores significativamente mayores que los de primero.

En la tabla 13.2 se evidencia que en la mayoría de las frases los estudiantes del último año manifestaron creencias y actitudes más favorables que los que se inician, inclusive en algunas frases donde ambos grupos tuvieron puntajes positivos o negativos, los alumnos de último año obtuvieron valores más positivos o menos negativos.

Las frases con índices negativos corresponden a las ingenuas y plausibles, lo que indica que aunque ambos grupos de estudiantes muestran creencias poco informadas, se refleja el efecto de la formación. Sin embargo, las frases en las que los de primer año superaron a los del último son en su mayoría adecuadas del F1, como las que se refieren a que más tecnología mejorará el nivel de vida (F1\_C\_4053E\_A Bienestar social), a las ventajas para la sociedad del uso de una nueva tecnología y la aplicación del método científico y si las decisiones sobre teorías científicas deben ser las decisiones por consenso (F1\_7023C\_A). Del F2, la única diferencia significativa que se observó fue en la frase F2\_2021C\_P Industria, en la que los de primer año tuvieron creencias más adecuadas. En todas las demás, los de último año mostraron creencias y actitudes más informadas. Por lo tanto, emerge a simple vista la superioridad de los estudiantes de humanidades que acaban la universidad en casi todos los índices medios. Estos resultados sugieren que los estudios de grado universitarios realizados por estos alumnos tienen una pequeña contribución en la comprensión de NdCyT.

### Influencia del género en las creencias sobre la NdCyT en los universitarios

Cuando fueron comparados los resultados de los universitarios no se encontraron diferencias significativas entre los estudiantes de ciencias y humanidades respecto a la influencia del género en

las creencias sobre la NdCyT y sus relaciones con la sociedad y algunos temas ambientales. Ambos grupos mostraron creencias y actitudes similares, pero cuando fueron analizados por separado, los universitarios de ciencias —tanto de inicio como de término—, notamos índices positivos altos en las frases adecuadas, negativos en las plausibles y positivos pero bajos en las ingenuas relacionadas con estas temáticas. De manera más específica, los estudiantes de ciencias de primer año del género masculino manifestaron creencias más informadas que las mujeres con respecto a las decisiones por consenso ( $m = 0,5536$ ,  $m = 0,1477$ ,  $p < 0,005$ ), pero menos informadas con respecto al papel de la ciencia en la resolución de la vida diaria ( $m = -0,5417$ , hombres;  $m = -0,1429$ , mujeres;  $p < 0,009$ ) y en las creencias sobre los esquemas de clasificación de los científicos ( $m = -0,3478$ , hombres;  $m = 0,1286$ ; mujeres,  $p < 0,007$ ). Los hombres de último año de ciencias mostraron puntajes negativos en cuanto a la IM en ciencia ( $m = -0,2222$ ), mientras que en las mujeres el pensamiento fue muy favorable ( $m = 0,7500$ ,  $p < 0,005$ ). En cuanto a las creencias sobre la dependencia de la investigación tecnológica para una mejor calidad de vida, las mujeres de último año de ciencias presentaron índices negativos y los hombres índices positivos ( $m = -0,7273$ ,  $m = 0,1667$ ,  $p < 0,004$ ). Finalmente, en otra de las frases donde hubo diferencias fue la referente a los esquemas de clasificación de los científicos donde, al igual que en los estudiantes de primero, los hombres resultaron con creencias más informadas al respecto ( $m = 0,7500$ ,  $m = -0,4773$ ,  $p < 0,008$ ).

En cuanto a los estudiantes de humanidades encontramos que existe un mayor número de diferencias significativas entre mujeres y hombres, como lo muestra la tabla 13.3, en la que se ve que en la mayoría de las frases las mujeres obtuvieron los puntajes más altos.

En la tabla 13.3 podemos observar que en la mayoría de las frases (72%) las mujeres obtuvieron los puntajes más altos en las frases adecuadas y los menos negativos para las plausibles e ingenuas. Solo en el 28% de las frases donde se encontraron diferencias significativas los hombres mostraron un mejor desempeño que las mujeres y fueron las referentes a la ética (esta frase se refiere a que la investigación científica se ve afectada por las creencias éticas o religiosas), a las interacciones CTS, a las decisiones sociales (de los asuntos científicos y tecnológicos que pudiesen tener un impacto ambiental), a la responsabilidad social hacia la contaminación y en la igualdad de la mujer y el hombre en el trabajo científico. Estas dos últimas en las frases plausibles, porque en las adecuadas las mujeres tuvieron índices mayores, esto es, tuvieron creencias más favorables. Cabe señalar que en estas frases plausibles ambos sexos tuvieron puntajes negativos, pero las mujeres presentaron los valores mayores. Los hombres superaron a las mujeres también en las frases referentes a la ayuda del conocimiento científico para la resolución de problemas prácticos (F2\_40421G\_A), a las observaciones científicas, y a la del estatus epistemológico (F2\_91011B\_I descubrimiento o invención de hipótesis y teorías).

**Tabla 13.3. Resultados del grado de significancia estadística de la influencia del género en los índices medios de las creencias de los universitarios de humanidades**

Frases	Sign.	Índice actitudinal >
F1__10111I_I_Ciencia	0,001	Mujer
F1__10411D_I_Interdependencia	0,001	Mujer
F1_C_20141J_I_Política del gobierno del país	0,001	Mujer
F1__20411B_P_Ética	0,001	Mujer
F1__20411G_I_Ética	0,008	Hombre

**Tabla 13.3. Resultados del grado de significancia estadística de la influencia del género en los índices medios de las creencias de los universitarios de humanidades (cont.)**

Frases	Sign.	Índice actitudinal >
F1_C_3011A_I_ Interacción CTS	0,01	Hombre
F1_40161B_P_ Responsabilidad social / Contaminación	0,01	Hombre
F1_C_40161C_A_ Responsabilidad social / Contaminación	0,000	Mujer
F1_C_40531A_I_ Bienestar social	0,009	Mujer
F1_40531B_P_ Bienestar social	0,000	Mujer
F1_40531D_A_ Bienestar social	0,000	Mujer
F1_C_40531E_A_ Bienestar social	0,000	Mujer
F1_60111H_A_ Motivaciones	0,000	Mujer
F1_C_60611A_I_ Infrarrepresentación de las mujeres	0,000	Mujer
F1_C_60611B_I_ Infra-representación de las mujeres	0,000	Mujer
F1_60611C_I_ Infra-representación de las mujeres	0,000	Mujer
F1_C_60611D_A_ Infrarrepresentación de las mujeres	0,008	Mujer
F1_C_90211A_I_ Modelos científicos	0,000	Mujer
F2_20511E_I_ Instituciones educativas	0,006	Mujer
F2_C_20511F_I_ Instituciones educativas	0,009	Mujer
F2_C_20511G_I_ Instituciones educativas	0,000	Mujer
F2_C_40131G_I_ Responsabilidad social / Información	0,008	Mujer
F2_40211C_P_ Decisiones sociales	0,01	Hombre
F2_40421G_A_ Aplicación a la vida diaria	0,001	Hombre
F2_60521C_P_ Equidad de género	0,000	Hombre
F2_60521D_A_ Equidad de género	0,002	Mujer
F2_60521E_P_ Equidad de género	0,01	Hombre
F2_C_60521F_A_ Equidad de género	0,001	Mujer
F2_C_60521H_I_ Equidad de género	0,001	Mujer
F2_90111B_A_ Observaciones	0,009	Hombre
F2_91011B_I_ Estatus epistemológico	0,010	Hombre

Es de notar que las mujeres mostraron creencias más informadas que los hombres, pero en su mayoría se referían a frases adecuadas e ingenuas, y en las pocas frases que los hombres manifestaron creencias más informadas se trataba de plausibles, de lo que se puede deducir que los alumnos identifican mejor las frases plausibles mientras que las alumnas, las adecuadas e ingenuas.

Los resultados de los universitarios, tanto de ciencias como de los de humanidades, señalan que el género es una variable que influye de manera significativa en las creencias sobre la NdCyT.

## Discusión y conclusiones

Los resultados de este estudio nos permitieron identificar elementos importantes para la enseñanza y aprendizaje de la CyT, así como de algunos temas ambientales relacionados.

Este diagnóstico es la base para diseñar propuestas que mejoren la educación científica y tecnológica. En esta investigación se esperaba que la formación y experiencia relacionada con las

ciencias coadyuvara a que los estudiantes manifestasen una mejor comprensión de la NdCyT y lograran relacionarla con la responsabilidad medioambiental.

En términos generales podemos decir que lo esperado se cumplió de manera parcial, ya que en algunos casos los estudiantes de ciencias sí mostraron creencias más informadas que los de humanidades, pero también observamos creencias bien informadas en estos. En los temas relacionados con la tecnología, los rasgos de la comunidad científica y las relaciones CTS, observamos creencias ingenuas en todos los grupos de estudiantes, pero contrario a lo esperado fue en los de ciencias, donde encontramos las opiniones menos informadas y poca capacidad para vincular la ciencia y la tecnología con la sociedad y algunas temáticas ambientales, como la responsabilidad social hacia la contaminación. Estos estudiantes tuvieron creencias más ingenuas, sobreestimando el papel de la CyT en la sociedad y minimizando el rol de la sociedad en ella. Estos resultados muestran que la formación en ciencias no les resulta tan significativa, porque no hay comprensión sólida de sus alcances e importancia, por lo tanto se hace patente la apremiante necesidad de una revisión crítica y profunda de los planes y programas de formación en ciencias. Aunque a primera vista resulta sorprendente, porque lo que se esperaríamos es que los universitarios de ciencias —sobre todo los de último año— tuvieran una mejor comprensión sobre la NdCyT, esto no es impensable, ya que los de humanidades, por su misma formación, la relacionan con aspectos más socioculturales.

Nuestros resultados también evidencian que la formación actual relacionada con las ciencias que reciben no es suficiente, ya que los estudiantes de ciencias no muestran una mejor comprensión de estos aspectos, por lo que se requiere que se aborden de manera explícita y concreta contenidos sobre la NdCyT: aunque el currículo de ciencias mexicano incluye contenidos como el estudio de la naturaleza, de la ciencia y la tecnología, sus aplicaciones y relaciones con la sociedad, considerando beneficios y problemas en la sociedad y el ambiente, es evidente la carencia de la incorporación de elementos sustantivos como la relación entre las cuestiones sociales, económicas, políticas y ético-morales con el desarrollo de la CyT, así como escasos elementos sobre historia de la CyT y las actividades de la comunidad científica (hombres y mujeres). Todo esto demuestra la necesidad de una revisión de los programas de formación de estudiantes de todos los niveles escolares, así como nuevos modelos de formación docente, con estrategias didácticas que promuevan en los estudiantes creencias informadas y actitudes favorables hacia la CyT y sus relaciones con la sociedad y el ambiente; pero también un cambio en las políticas económicas y educativas que propicien el desarrollo de la ciencia y la tecnología, y el hecho de incorporar aspectos referidos al papel de los distintos actores sociales en los programas de formación en ciencias, para poder tener una opinión informada. Se debe introducir la idea clave de que, en la actualidad, la ciencia y la tecnología componen una empresa intelectual y material compleja, con componentes teóricos y prácticos que se retroalimentan mutuamente, y que debe estar dirigida a intervenir sobre el mundo (Estany, 1993; Echeverría, 1999).

Sin embargo, debemos mencionar que los grupos de ciencias presentaron algunas fortalezas en las temáticas relacionadas con la ayuda de los conocimientos científicos y tecnológicos para resolver problemas prácticos y en la igualdad de la mujer y el hombre para realizar el trabajo científico. Estas fortalezas pueden ser muy valiosas desde el punto de vista educativo, porque como reportan Vázquez, Manassero y Talavera (2010), se pueden retomar en la planificación de la enseñanza y el aprendizaje de la NdCyT para la *re-construcción* de las creencias, ideas y actitudes negativas, a fin de lograr aprendizajes significativos.

Por otra parte, las frases en la que la mayoría de los estudiantes manifestaron creencias informadas (ver tablas de resultados) pertenecen a la categoría de frases adecuadas (hay algunas ingenuas) del cuestionario. Estos resultados muestran que a los dos grupos les es más fácil distinguir mejor algunos aspectos adecuados en cuanto a la NdCyT que los aspectos plausibles e ingenuos. Esta limitación queda patente mediante los índices obtenidos en las cuestiones adecuadas (que son positivos), mientras que los índices bajos y/o negativos en las frases plausibles e ingenuas sugieren la falta de una alfabetización científico-tecnológica en el aula y una falta de solidez en los conocimientos, por lo que la educación sobre estas cuestiones debe concentrarse en modificar las ideas que tienen aspectos inadecuados o erróneos.

En cuanto a la influencia del género en las creencias sobre la NdCyT, los resultados muestran que hay una tendencia más informada y positiva en las mujeres que en los hombres, sobre todo en las frases adecuadas e ingenuas. Estos resultados demuestran la gran influencia que tiene el género sobre las creencias de los universitarios tanto de ciencias como de humanidades, por lo que se lo debe tomar en cuenta al momento del diseño de las estrategias didácticas para la enseñanza de los contenidos sobre NdCyT.

Por último, se destaca la necesidad de observar la educación científico-tecnológica más allá de su perspectiva didáctica instrumental, ya que no es solo un problema de cómo se imparte en el aula. Ampliar una mirada interdisciplinaria en la educación científico-tecnológica implica observar sus relaciones con otros aspectos, como la educación ambiental, lo que a su vez implica cuestionarse sobre las condiciones en que se desarrolla la ciencia y la tecnología en los países llamados subdesarrollados o en vías de desarrollo. Es hacer evidente, por ejemplo, la mínima inversión en proyectos científicos y tecnológicos nacionales, la creciente fuga de cerebros a los países desarrollados, donde reciben el apoyo necesario para implementar sus proyectos científicos, e implica cuestionar el apoyo de la iniciativa privada para la importación de la tecnología, en contraste con el escaso apoyo financiero para el fomento de la tecnología en los países con una economía dependiente.

En este marco, se requiere más que nunca impulsar la investigación en este campo que propicie la generación de alternativas originales que tiendan al impulso y consolidación de creencias adecuadas en educación en CyT, no solo en los estudiantes sino también en los profesores, autoridades y tomadores de decisiones en el sistema educativo.

En México existe una enseñanza mínima de la ciencia en todos los niveles educativos desde la perspectiva de CTS, lo que implica que en la mayoría de la población existe una escasa comprensión del significado de los procesos científico-tecnológicos y de los procesos que conllevan los distintos problemas ambientales. Por esto, consideramos que es necesario un tratamiento adecuado en el aula sobre estas temáticas y sus respectivas interacciones, así como un desarrollo de programas de formación inicial y formación continua de los profesores de todos los niveles educativos en NdCyT.



## Bibliografía

- ABD-EL-KHALICK, F. y AKERSON, V. (2009). «The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science». *International Journal of Science Education*, 31, 2161-2184.
- ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L. y LEDERMAN, N. G. (1998). «The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural». *Science Education*, 82 (4), 417-436.
- ACEVEDO, J. A. (2002). *Cambiando lá pratica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS*. Madrid: OEI. Disponible en: [www.campus-oei.org/salactsi](http://www.campus-oei.org/salactsi).
- (2006). «Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología: un análisis social e histórico». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (2), 198-219. Disponible en: [www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero\\_3\\_2/Acevedo\\_2006.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero_3_2/Acevedo_2006.pdf)
  - (2008). «El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 5 (2), 134-169.
  - (2009a). «Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1), 21-46.
  - (2009b). «Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): una perspectiva». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (2), 164-189.
  - (2009c). «Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (3), 355-386. Disponible en: [www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm](http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm).
- ACEVEDO, J.; VÁZQUEZ ALONSO, A., y MANASSERO MAS, M. A. (2003). «El papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas». *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2). Disponible en: [www.saum.uvigo.es/reec](http://www.saum.uvigo.es/reec).
- ACEVEDO, J. y VÁZQUEZ ALONSO, A. (2004). «Las relaciones entre ciencia y tecnología en la enseñanza de las ciencias». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (3), 240-246.
- ACEVEDO, J.; VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A. y ACEVEDO, P. (2007). «Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (2), 202-225.
- (2007a). «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.; MANASSERO MAS, M. A. y VÁZQUEZ ALONSO, A. (2002). «Nuevos retos educativos: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica». *Revista Pensamiento Educativo*, 30, 15-34.
- ACEVEDO, J.; VÁZQUEZ ALONSO, A.; PAIXÃO, M. F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J. M. y MANASSERO MAS, M. A. (2005). «Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências». *Ciência & Educação*, 11 (1), 1-15. Disponible en: [www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n1/01.pdf](http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n1/01.pdf).
- ACEVEDO, J. A.; ACEVEDO, P.; MANASSERO MAS, M. A. y VÁZQUEZ ALONSO, A. (2001). «Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS». *Revista Iberoamericana de Educación*. Disponible en: [www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.pdf](http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.pdf).

- ADURIZ-BRAVO, A. (2001). «Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias». Tesis doctoral. [Publicada por el sitio Tesis Doctorales en Xarxa del Consorci de Biblioteques Universitàries de Catalunya].
- AIKENHEAD, G. (1988). «An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics». *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 607-629.
- (1994a). «Consequences to learning science through STS: a research perspective», en SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G. (eds.), *STS education: International perspectives on reform*, pp. 169-186. Nueva York: Teachers College Press.
  - (1994b). «What is STS science teaching?», en SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G. (eds.), *STS education: International Perspectives on Reform*, pp. 47-59, Nueva York: Teachers College Press.
  - (2003). «STS Education: A Rose by Any Other Name», en CROSS, R. (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham*, (pp. 59-75). New York: Routledge.
  - (2005). «Research into STS Science Education». *Educación Química*, 16 (3), 384-397.
- AIKENHEAD, G.; RYAN, A. S. y FLEMING, R. W. (1989). *Views on science-technology-society* (form CDN. mc. 5). Saskatoon, Canadá: Department of Curriculum Studies, College of Education, University of Saskatchewan. Disponible en [www.usask.ca/education/people/aikenhead/vosts.pdf](http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/vosts.pdf).
- AIKENHEAD, G. y RYAN, A.G. (1992). «The development of a new instrument: 'Views on Science-Technology-Society' (VOSTS)». *Science Education*, 76, 477-491.
- AKERSON, V. L.; HANSON, D. L. y CULLEN, T. A. (2007). «The influence of guided inquiry and explicit instruction on K-6 teachers' views of nature of science». *Journal of Science Teacher Education*, 18 (5), 751-772.
- ALTERS, B. J. (1997a). «Whose nature of science?». *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (1), 39-55.
- (1997b). «Nature of science: a diversity or uniformity of ideas?», *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1105-1108.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS) (1993). *Benchmarks for Science Literacy: A project 2061 report*. New York: Oxford University Press.
- ANGOTTI, J. A. P. y AUTH, M. A. (2001). «Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação», *Ciência e educação*, 7(1), 15-27.
- ARCHER, R. D. (1994). «Foreword», en SCHWARTZ, A. T. y otros (eds.), *Chemistry in Context. Applying Chemistry to Society*, American Chemical Society Dubuque, IA, USA: Wm. C. Brown Pub.
- BARNETT, R. (2001). *Los límites de la competencia. El conocimiento, la educación superior y la sociedad*. Barcelona: Gedisa.
- BARTHOLOMEW, H., OSBORNE, J. y RATCLIFFE, M. (2004). «Teaching students' ideas-about-science: five dimensions of effective practice». *Science Education*, 88 (5), 655-682.
- BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. y ABD-EL-KHALICK, F. (2000). «Developing and acting upon one's conception of the nature of science: a follow-up study». *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 563-581.
- BLANCO, R. y NIAZ, M. (1997). «Epistemological beliefs of students and teachers about the nature of science: from a "Baconian inductive ascent" to the "irrelevance" of scientific laws». *Instructional Science*, 25, 203-231.
- BYBEE, R. W. (1987). «Science education and the Science-Technology-Society (STS) theme». *Science Education*, 71 (5), 667-683.
- (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
  - (2004). «Scientific inquiry and science teaching», en FLICK, L. B. y LEDERMAN, N. G. (eds.), *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*, pp. 1-14, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- CARDOSO, N. y MORALES, E. (2009). «Actitudes hacia la naturaleza de las ciencias (NdC) en profesores de ciencias y matemáticas (CyM) y profesores de humanidades y sociales (HyS). Avance de un estudio comparativo». *Enseñanza de las ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, pp. 2390-2394.
- CARDOSO, N.; MORALES, E. y VÁZQUEZ ALONSO, A. (2009). «Science teachers in secondary school. Attitudinal view of STS relations». *Revista de Educación en Ciencias. Journal of Science Education*, 10, 209-212.
- CASTELLS, M. (1999). *A Sociedade em rede*. São Paulo: Ed. Paz e Terra.

- CHAMIZO, J. A. y GARRITZ, A. (en prensa). *Hacia una reconstrucción del currículo de la química*, Libro de la 1.ª Conferencia Latinoamericana del *International History, Philosophy, and Science Teaching Group*, Sao Paulo.
- CHEN, S. (2006a). «Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science». *Science Education*, 90 (5), 803-819.
- (2006b). «Views on Science and Education (VOSE) questionnaire». *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7 (2). Disponible en: [www.ied.edu.hk/apfslt/](http://www.ied.edu.hk/apfslt/).
- CHUN, S.; OLIVER, J. S.; JACKSON, D. F. y KEMP, A. (1999). «Scientific Literacy: An Educational Goal of the Past Two Centuries», documento presentado en el *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Boston: MA.
- CUNHA, A. M. (2008). «Ciência, Tecnologia e Sociedade na óptica docente: construção e validação de uma escala de atitudes», dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil.
- DEBOER, G. E. (2000). «Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform». *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 582-601.
- DOGAN, N. y ABD-EL-KHALICK, F. (2008). «Turkish Grade 10 Students and Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: A National Study». *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (10), 1083-1112.
- DRIVER, R., LEACH, J., MILLAR, R. y SCOTT, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.
- DYSON, F. (2008). *El científico rebelde*. Barcelona: Random House Mondadori.
- ECHEVERRÍA, J. (1999). *Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo xx*. Madrid: Cátedra.
- (2000). «Teletecnologías, espacios de interacción y valores». *Teorema*, 7 (3), 1-11. Disponible en: [www.oei.es/salactsi/teorema01.pdf](http://www.oei.es/salactsi/teorema01.pdf).
- (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid: FCE.
- ESTANY, A. (1993). *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Barcelona: Crítica.
- FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (FECYT) (2005). *Mujer y ciencia. La situación de las mujeres investigadoras en el sistema español de ciencia y tecnología*. Madrid: FECYT.
- FEYERABEND, P. (1982). *La ciencia en una sociedad libre*. Madrid: Siglo XXI.
- FOUREZ, G. (1994). *La construcción del conocimiento científico*. Madrid: Narcea.
- (1995). *A construção das ciências - Introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: UNESP.
- (1997). «Scientific and Technological Literacy». *Social Studies of Science*, 27, 903- 936.
- FRASER, B. J. y TOBIN, K. G. (eds.) (1998). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- FREIRE, P. (1996). *Pedagogía de la esperanza*. México: Siglo Veintiuno Editores.
- GARCÍA CARMONA, A.; VÁZQUEZ ALONSO, A. y MANASSERO MAS, M. A. (en prensa). «Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: un análisis de las creencias y obstáculos del profesorado». *Enseñanza de las Ciencias*.
- GARCÍA-RUIZ, M. y OROZCO, L. (2008). «Orientando un cambio de actitud hacia las ciencias naturales y su enseñanza en profesores de educación primaria». *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 7 (3), 539-568.
- GARDNER, P. L. (1996). «The dimensionality of attitude scales: a widely misunderstood idea». *International Journal of Science Education*, 18, 913-919.
- GIL, D. y VILCHES, A. (2001). «Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación». *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- HANUSCIN, D. L.; AKERSON, V. L. y PHILLIPSON-MOWER, T. (2006). «Integrating nature of science instruction into a physical science content course for preservice elementary teachers: NOS views of teaching assistants». *Science Education*, 90(5), 912-935.
- HOBBSAWN, E. (1995). *Era dos Extremos: O breve século XX: 1914-1991*. São Paulo: Companhia das Letras.
- HODSON, D. (2008). *Towards Scientific Literacy*. Rotterdam: Sense Publishers.

- HOLBROOK, J. (2000). *School Science Education for the 21<sup>st</sup> Century - Promoting Scientific and Technological Literacy (STL)*. Wirescript Magazine - Education.
- HURD, P. DE (1998). «Scientific literacy: new minds for a changing world». *Science Education*, 82 (3), 407-416.
- JARVIS, T. y PELL, A. (2004). «Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two-year science in-service programme and their effect on pupils». *International Journal of Science Education*, 26 (14), 1787-1811.
- JENKINS, E. W. (1996). «The "nature of science" as a curriculum component». *Journal of Curriculum Studies*, 28 (2), 137-150.
- (1997). «Scientific and technological literacy for citizenship: What can we learn from research and other evidence?», en SJØBERG, S. y KALLERUD, E. (eds.), *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy* (pp. 29-50). Oslo: NIFU.
- JULIANO, D. (2004). *Excluidas y marginales*. Madrid: Cátedra.
- KANG, S.; SCHARMANN, L. C. y NOH, T. (2005). «Examining students' views on the nature of science: Results from Korean 6<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup>, and 10<sup>th</sup> graders». *Science Education*, 89 (2), 314-334.
- KHISHFE, R. y LEDERMAN, N. G. (2006). «Teaching nature of science within a controversial topic: integrated versus nonintegrated». *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (4), 395-418.
- KOPFLER, L. y COOLEY, W. (1963). «The history of science cases for high schools in the development of students understanding of science and scientific». *Journal of Research in Science Teaching*, 1 (1), 33-47.
- LAUGKSCH, R. C. (2000). «Scientific Literacy: A Conceptual Overview». *Science Education*, 84 (1), 71-94.
- LEDERMAN, N. G. (1986). «Students' and teachers' understanding of the nature of science: A reassessment». *School Science and Mathematics*, 86 (2), 91-99.
- (1992). «Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research». *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 331-359.
- (1999). «Teachers' understanding of the nature of science: factors that facilitate or impede the relationship». *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8), 916-929.
- (2006). «Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future». *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7 (1). Disponible en: [www.ied.edu.hk/apfslt](http://www.ied.edu.hk/apfslt).
- LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L. y SCHWARTZ, R. (2002). «Views of Nature of Science questionnaire: towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science». *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6), 497-521.
- LEDERMAN, N. G.; WADE, P. D. y BELL, R. L. (1998). «Assessing the nature of science: What is the nature of our assessments?». *Science and Education*, 7, 595-615.
- LIU, Y. y TSAI, C. (2008). «Differences in the Scientific Epistemological Views of Undergraduate Students». *International Journal of Science Education*, 30, 8 (25), 1055-1073.
- MACIEL, M. D.; BISPO-FILHO, D. DE O.; COLUSSI, F. E. L. y RIBEIRO, J. C. (2009a). *Atitudes CTS de Estudantes e Professores diagnosticadas na Ação Brasileira do Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS)*, en: VII ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. V. único, 1-9.
- MACIEL, M. D.; BISPO-FILHO, D. DE O.; COLUSSI, F. E.; RIBEIRO, J. C.; GUAZZELLI, I. R. B. y VÁZQUEZ ALONSO, A. (2009b). «Actitudes CTS de los estudiantes brasileños medios y universitarios en formación para docencia», en VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 2009, Barcelona. *Revista Enseñanza de las Ciencias* - Número extra. Barcelona, pp. 1837-1842.
- MACIEL, M. D.; BISPO-FILHO, D. DE O.; GUAZZELLI, I. R. B. y VÁZQUEZ ALONSO, A. (2010). *Algumas Atitudes Identificados na Ação Brasileira junto ao Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS)*, en II SIACTS-EC, 2010, BRASILIA. II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências / VI Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências. Brasília: UNB, v. único, 1-56.
- MANASSERO MAS, M. A. y VÁZQUEZ ALONSO, A. (1998). *Opinions sobre ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació, Cultura i Esports.

- (2001a). «Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad». *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 15-27.
  - (2001b). «Percepción de los estudiantes sobre la influencia de la ciencia escolar en la sociedad». *Bordón*, 53 (1), 97-113.
  - (2002). «Las concepciones de estudiantes y profesores de ciencia, tecnología y su relación: Consecuencias para la educación». *Revista de Ciencias de la Educación*, 191, 315-343.
- MANASSERO MAS, M. A. y VÁZQUEZ ALONSO, A. (2008). *COCTS - PIEARCTS - Forma 2. Versão 2.1 - 18/06/2008*. Disponible en: [www.oei.es/COCTS/por/index.html](http://www.oei.es/COCTS/por/index.html).
- MANASSERO MAS, M. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A. y ACEVEDO, J. A. (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- (2003). *Cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad (COCTS)*. Princeton, NJ: Educational Testing Service. Disponible en: [www.ets.org/testcoll](http://www.ets.org/testcoll).
  - (2004). «Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos». *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2), 299-312.
- MARTÍNEZ BONAFÉ, J. (2002). *Políticas del libro de texto escolar*. Madrid: Morata.
- MATTHEWS, M. R. (1998). «The Nature of Science and Science Teaching», en FRASER, B. J. y TOBIN, K. G. (eds.), *International Handbook of Science Education* (981-999), Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P. y ALMAZROA, H. (1998a). «The role and character of the nature of science in science education». *Science & Education*, 7 (6), 511-532.
- (1998b). «The Role and Character of the Nature of Science in Science Education», en McCOMAS, W. F. (ed.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (3-40), Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- MELLADO, V. (1998). «Preservice teachers' classroom practices and their conceptions of the nature of science», en FRASER, B. J. y TOBIN, K. G. (eds.), *International Handbook of Science Education* (1093-1110). Londres: Kluwer Academic Publishers.
- MILLAR, R. (2006). «Twenty First Century Science: insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science». *International Journal of Science Education*, 28 (13), 1499-1521.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei n.º 9.394/1996*. Brasília: MEC.
- (1998b). *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Resolução CEB n.º 3 de 26 de junho de 1998*. Brasília: MEC.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA (SEB) (2006). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: volume 2 - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEB.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA (SEMTEC) (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC.
- (2002). *PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC.
- MONK, M. y OSBORNE, J. (1997). «Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy». *Science Education*, 81(4), 405-424.
- MORALEJO, R. (2008). «Enseñanza de modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software desde la perspectiva CTS (ciencia, tecnología y sociedad)», tesis de doctorado, Universidad de Granada. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.
- MORELL, D. (2007). «Formación del profesorado de Ciencias Agronómicas de la Universidad cubana de Ciego de Ávila en Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad», tesis de doctorado, Universidad de Granada. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: Academic Press.
- (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.

- NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION (NSTA) (1990). *Science-technology-society: A New Effort for Providing Appropriate Science for all (Position Statement)*, NSTA Handbook, Washington, D. C. USA, National Science Teachers Association, 47-48.
- (2000). *NSTA position statement: the nature of science*. NSTA Document.
- OLIVER, J. S.; JACKSON, D. F.; CHUN, S.; KEMP, A.; TIPPINS, D. J.; LEONARD, R.; KANG, N. H. y RASCOE, B. (2001). «The Concept of Scientific Literacy: A View of the Current Debate as an Outgrowth of the Past Two Centuries». *Electronic Journal of Literacy through Science*, 1 (1). Disponible en: [sweeneyhall.sjsu.edu/ejlts](http://sweeneyhall.sjsu.edu/ejlts).
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (2007). *PISA 2006. Science competencies for tomorrow's world*. París: OECD [Informe PISA 2006. *Competencias científicas para el mundo del mañana*. Madrid: Santillana, 2008].
- OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R. y DUSCHL, R. (2003). «What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community». *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7), 692-720.
- PAIXÃO, F.; FIGUEIREDO, M. y SILVEIRA, P. (2009). «Opiniões sobre CTS de alunos de ciências do ensino superior português e de professores em formação inicial». *Enseñanza de las ciencias*, Número extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 3357-3360.
- PÉREZ SEDEÑO, E. y GÓMEZ, A. (2008). «Igualdad y equidad en ciencia y tecnología en Iberoamérica». *Arbor*, CLXXXIV (733), 785-790.
- RUBBA, P. y ANDERSEN, H. (1978). «Development of an instrument to assess secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge». *Science Education*, 62 (4), 449-458.
- RUBBA, P. A. y HARKNESS, W. L. (1993). «Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions». *Science Education*, 77 (4), 407-431.
- RUBBA, P. A.; SCHONEWEG-BRADFORD, C. y HARKNESS, W. L. (1996). «A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument». *International Journal of Science Education*, 18 (4), 387-400.
- RUBIO HERRÁEZ, E. (1999). «Libertad femenina e institución científica». *DUODA Revistes d'Estudis Feministes*, 16, 215-222.
- RUDOLPH, J. L. (2000). «Reconsidering the 'nature of science' as a curriculum component». *Journal of Curriculum Studies*, 32 (3), 403-419.
- (2003). «Portraying epistemology: school science in historical context». *Science Education*, 87 (1), 64-79.
- RYAN, A. G. y AIKENHEAD, G. S. (1992). «Students' preconceptions about the epistemology of science». *Science Education*, 76, 559-580.
- SÁNCHEZ BELLO, A. (2002). «El androcentrismo científico: el obstáculo para la igualdad de género en la escuela actual». *Educar*, 29, 91-102.
- SCHARMANN, L. C.; SMITH, M. U.; JAMES, M. C. y JENSEN, M. (2005). «Explicit reflective nature of science instruction: evolution, intelligent design, and umbrellalogy». *Journal of Science Teaching Education*, 16 (1), 27-41.
- SCHWARTZ, R. y LEDERMAN, N. G. (2002). «“It's the nature of the beast”: the influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science». *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (3), 205-236.
- SCOARIS, R. C. O. (2007). «Construção de um instrumento de avaliação de atitudes frente à História da Ciência e sua utilização no ensino», dissertação de Mestrado em Educação. Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Brasil.
- SECRETARIA DE EDUCAÇÃO (2008). *Proposta Curricular*. São Paulo: Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.
- SHAMOS, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- SHRIGLEY, R. L. y KOBALLA JR., T. R. (1992). «A decade of attitude research based on Hovland's learning model». *Science Education*, 76, 17-42.
- SJØBERG, G. S. (1997). «Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts», en SJØBERG, S. y KALLERUD, E. (eds.), *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy* (pp. 9-28). Oslo: NIFU. Disponible en: <http://folk.uio.no/sveinsj/Literacy.html>.
- SOLSONA, N. (2002). «Mujer y ciencia», en GONZÁLEZ, A. y LOMAS, C. (coord.), *Mujer y educación*, (pp. 47-60), Barcelona: Grao.

- SUBIRATS, M. (2006). «La educación de las mujeres: de la marginalidad a la coeducación. Propuestas para una metodología de cambio educativo», en RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, C. (comp.), *Género y currículo*, (229-255). Madrid: Akal.
- TABER, K. (2008). «Towards a Curricular Model of the Nature of Science». *Science & Education*, 17, 179-218.
- THOMAS, H.; FRESSOLI, M. y LALOUF, A. (2008). «Introducción», en THOMAS, H. y BUCH, A. (ed.), *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.
- TIPPINS, D. J.; NICHOLS, S. E. y KEMP, A. (1999). «Cultural myths in the making: The ambiguities of science for all», documento presentado en el *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Boston, MA. Disponible en: [www.edu.sfu.ca/narstsite/conference/tippinsnicholskemp/tippinsnicholskemp.html](http://www.edu.sfu.ca/narstsite/conference/tippinsnicholskemp/tippinsnicholskemp.html).
- TOULMIN, S. (1977). *La comprensión humana: I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza.
- TURPAUD, H. y BEKER, V. (2008). «Que sepa cuidar, que pueda ayudar, que pida permiso para ir a bailar». *Revista venezolana de estudios de la mujer*, 13 (31), 39-58.
- VÁZQUEZ ALONSO, A. y ALARCÓN, M. A. (2010). *Didáctica de la tecnología*. Madrid: Síntesis.
- VÁZQUEZ ALONSO, A. y MANASSERO MAS, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 337-346.
- (1997). *Actitudes y valores relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad en alumnado y profesorado. Implicaciones para la educación de las actitudes. Memoria final de investigación*. Madrid: MEC-CIDE.
  - (1999). «Response and scoring models for the 'Views on Science-Technology-Society' Instrument». *International Journal of Science Education*, 21 (3), 231-247.
  - (2007). *La relevancia de la educación científica*. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears.
- VÁZQUEZ ALONSO, A.; ACEVEDO, J. A.; MANASSERO MAS, M. A. y ACEVEDO, P. (2001). «Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia». *Argumentos de Razón Técnica*, 4, 135-176.
- (2004). «Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza». *Revista Iberoamericana de Educación*, edición digital. Disponible en [www.rieoei.org/deloslectores/702Vazquez.pdf](http://www.rieoei.org/deloslectores/702Vazquez.pdf).
  - (2006). «Hacia un consenso sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias», en MARTINS, I. P.; PAIXÃO, F. y VIEIRA, R. (org.), *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência* (129-132). Aveiro (Portugal): Universidade de Aveiro.
- VÁZQUEZ ALONSO, A.; ACEVEDO, J. A. y MANASSERO MAS, M. A. (2005). «Más allá de una enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística». *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2). Disponible en: [www.saum.uvigo.es/reec/](http://www.saum.uvigo.es/reec/).
- VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A. y ACEVEDO, J. A. (2005). «Análisis cuantitativo de ítems complejos de opción múltiple en ciencia, tecnología y sociedad: Escalamiento de ítems». *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7 (1). Disponible en: <http://redie.uabc.mx/vol7no1/contenido-vazquez.html>.
- (2006). «An Analysis of Complex Multiple-Choice Science-Technology-Society Items: Methodological Development and Preliminary Results». *Science Education*, 90 (4), 681-706.
- VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A.; ACEVEDO, J. A. y ACEVEDO, P. (2007). «Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la ciencia y la tecnología en la sociedad». *Educación Química*, 18 (1), 38-55.
- VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A. y TALAVERA, M. (2010). «Actitudes y creencias sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes». *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 333-352. Disponible en: [www.saum.uvigo.es/Rec./volúmenes/volumen9/ART3\\_Vol9\\_N2.pdf](http://www.saum.uvigo.es/Rec./volúmenes/volumen9/ART3_Vol9_N2.pdf).
- VÁZQUEZ ALONSO, A.; CASTILLEJOS, S. A.; GARCÍA-RUIZ, M.; GARRITZ, A.; MANASSERO MAS, M. A.; MARTÍN, M.; QUETGLAS, B. y RUEDA, C. (2006). Proyecto de Investigación Iberoamericano en Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS). Memoria del *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS*. México D.F. (19 al 23 de junio). Disponible en: [www.oei.es/memoriasctsi/simposio/simposio09.pdf](http://www.oei.es/memoriasctsi/simposio/simposio09.pdf).
- VILDÓSOLA, X. (2009). *Las actitudes de profesores y estudiantes, y la influencia de factores de aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria*, tesis Doctoral. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- WAREING, C. (1990). «A Survey of Antecedents of Attitudes Toward Science». *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 371-386.



# **APÉNDICE**

## **Instrumentos de investigación**

### **Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)**

**Formas 1 y 2  
Español y Portugués**



# Forma 1. Español

## Presentación

Este cuestionario anónimo pretende conocer sus opiniones acerca de algunas cuestiones importantes sobre la ciencia y la tecnología en el mundo actual. Todas las cuestiones tienen la misma estructura: un texto inicial que plantea un problema y va seguido de una lista de frases que representan diferentes alternativas de posibles respuestas al problema planteado, y que están ordenadas y etiquetadas sucesivamente con una letra (A, B, C, D, etc.).

Se pide que valore su grado de acuerdo personal con cada una de estas frases escribiendo sobre el cuadrado a la izquierda de la frase el número que representa su opinión, expresado en una escala de 1 a 9 con los siguientes significados:

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

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

- E. No la entiendo.
- S. No sé lo suficiente para valorarla.

### Ejemplo de pregunta con sus respuestas

(los números situados en la columna de la izquierda son las respuestas que debe escribir; las valoraciones de este ejemplo son ficticias y no deben tomarse como referencia de nada)

10412 ¿La ciencia influye en la tecnología?

- 1 A. La ciencia no influye demasiado en la tecnología.
- 6 B. Tecnología es ciencia aplicada.
- 8 C. El avance en ciencia conduce a nuevas tecnologías.
- 9 D. La ciencia se hace más valiosa cuando se usa en tecnología.
- 7 E. La ciencia es el conocimiento base para la tecnología.
- 8 F. Los conocimientos de la investigación científica aplicada se usan más en tecnología que los conocimientos de la investigación científica pura.
- 2 G. La tecnología es la aplicación de la ciencia para mejorar la vida.

**Datos sociodemográficos** (escriba o marque una cruz en las casillas siguientes).

¿En qué país vive? Argentina<sub>1</sub>  Brasil<sub>2</sub>  Colombia<sub>3</sub>  España<sub>4</sub>  México<sub>5</sub>  Portugal<sub>6</sub>   
Uruguay<sub>7</sub>  otro<sub>8</sub>

¿Cuál es su edad en años? \_\_\_\_\_ (escriba su edad)

¿Es hombre o mujer? Hombre<sub>1</sub>  Mujer<sub>2</sub>

¿Es estudiante? Sí, pre-universitario/a<sub>1</sub>  Sí, inicio universidad<sub>2</sub>  Sí, acabo universidad<sub>3</sub>   
No estudio<sub>4</sub>

¿Es profesor/a...? En formación<sub>1</sub>  En ejercicio<sub>2</sub>  No soy profesor/a<sub>3</sub>

Si es profesor, en formación o en ejercicio, ¿de qué nivel educativo...? primaria<sub>1</sub>   
Secundaria básica<sub>2</sub>  Formación profesional<sub>3</sub>  Secundaria superior (bachillerato)<sub>4</sub>   
Universidad<sub>5</sub>  Otro<sub>6</sub>  (escriba) \_\_\_\_\_

¿Cuál es su titulación o grado académico más alto? Doctor<sub>1</sub>  Maestría<sub>2</sub>   
Universitario (licenciado)<sub>3</sub>  Universidad (ciclo corto)<sub>4</sub>  Bachillerato<sub>5</sub>   
Otro<sub>6</sub>  (escriba) \_\_\_\_\_

¿Cómo definiría la especialidad principal de... (marque una casilla)

	...su titulación?	...su ocupación?
Artes (música, teatro, pintura, escultura, diseño, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Humanidades (literatura, lenguas, historia, arte, filosofía, lógica, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sociales (derecho, economía, política, sociología, geografía, psicología, educación)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ingenierías (además arquitectura, matemáticas, informática, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ciencias (física, química, biología, geología, ambientales, del mar, medicina, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Una mezcla de las anteriores, (incluyendo, desde luego, ciencias)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ninguna de las anteriores, otras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Lea con atención cada cuestión y las diferentes frases alternativas.**

**Valore con sinceridad cada frase en su casilla correspondiente.**

10111 Definir qué es la ciencia es difícil porque esta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia **PRINCIPALMENTE** es:

- A. El estudio de campos tales como biología, química, geología y física.
- B. Un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican El mundo que nos rodea (materia, energía y vida).
- C. Explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y el universo y como funcionan.

- D. Realizar experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea.
  - E. Inventar o diseñar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores, vehículos espaciales).
  - F. Buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, curar enfermedades, solucionar la contaminación y mejorar la agricultura).
  - G. Una organización de personas (llamados científicos) que tienen ideas y técnicas para descubrir nuevos conocimientos.
  - H. Un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.
  - I. No se puede definir la ciencia.
- 

10411 *La ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas entre sí:*

- A. Porque la ciencia es la base de los avances tecnológicos, aunque es difícil ver cómo la tecnología podría ayudar a la ciencia.
  - B. Porque la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica.
  - C. Porque aunque son diferentes, actualmente están unidas tan estrechamente que es difícil separarlas.
  - D. Porque la tecnología es la base de todos los avances científicos, aunque es difícil ver cómo la ciencia puede ayudar a la tecnología.
  - E. Ciencia y tecnología son más o menos la misma cosa.
- 

20141 *La política de un país afecta a sus científicos, ya que estos son una parte de la sociedad (esto es, los científicos no están aislados de su sociedad).*

Los científicos están afectados por la política de su país:

- A. Porque la subvención de la ciencia viene principalmente del gobierno que controla la manera de gastar el dinero.
- B. Porque los gobiernos establecen la política científica dando dinero a algunos proyectos de investigación y no a otros.
- C. Porque los gobiernos establecen la política científica teniendo en cuenta nuevas aplicaciones y nuevos proyectos, tanto si los subvenciona como si no. La política del gobierno afecta al tipo de proyectos que los científicos realizarán.
- D. Porque la política limita y controla a los científicos diciéndoles qué investigación deben hacer.
- E. Porque los gobiernos pueden forzar a los científicos a trabajar en un proyecto que éstos creen malo (por ejemplo, investigación de armamentos) y, por tanto, no permitir a los científicos trabajar en proyectos beneficiosos para la sociedad.

- F. Porque los científicos son una parte de la sociedad y están afectados como todos los demás.
- G. Porque los científicos tratan de comprender y ayudar a la sociedad, y porque, por su implicación e importancia para la sociedad, están estrechamente relacionados con esta.
- H. Depende del país y la estabilidad o tipo de gobierno que tiene.  
Los científicos NO están afectados por la política de su país:
- I. Porque la investigación científica no tiene nada que ver con la política.
- J. Porque los científicos están aislados de su sociedad.

20411 Algunas culturas tienen un punto de vista particular sobre la naturaleza y los humanos. Los científicos y la investigación científica están afectados por las creencias religiosas o éticas de la cultura donde se realiza el trabajo.

Las creencias éticas y religiosas influyen en la investigación científica:

- A. Porque algunas culturas quieren que se haga investigación específica cuyos resultados la beneficien.
- B. Porque inconscientemente los científicos pueden elegir investigación que apoye las creencias de su cultura.
- C. Porque la mayoría de los científicos no harían investigación que fuera contra su educación o sus creencias.
- D. Porque todos reaccionamos de forma diferente ante nuestras culturas. Estas diferencias individuales de los científicos influyen en el tipo de investigación que hacen.
- E. Porque grupos poderosos que representan a algunas creencias religiosas, políticas o culturales apoyarían determinados proyectos de investigación, o darían dinero para que no se hagan ciertas investigaciones.

Las creencias éticas y religiosas NO influyen sobre la investigación científica:

- F. Porque la investigación continúa a pesar de los enfrentamientos entre los científicos y ciertos grupos religiosos o culturales (por ejemplo, entre partidarios de la evolución y defensores de la creación).
- G. Porque los científicos investigarán temas que son de importancia para la ciencia y ellos mismos, independientemente de las opiniones culturales o éticas.

30111 ¿Cuál de los siguientes diagramas representaría mejor las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad?

(Las flechas simples indican una sola dirección para la relación, y las dobles indican interacciones mutuas. Las flechas más gruesas indican una relación más intensa que las finas, y estas más que las punteadas. La ausencia de flecha, indica falta de relación).

- A) Ciencia → Tecnología → Sociedad
- B) Tecnología → Ciencia → Sociedad
- C)
 

```

    Ciencia
   /    \
  /      \
 Tecnología ---> Sociedad
  
```
- D)
 

```

    Ciencia
   /    \
  /      \
 Tecnología <--- Sociedad
  
```
- E)
 

```

    Ciencia
   /    \
  /      \
 Tecnología <---> Sociedad
  
```
- F)
 

```

    Ciencia
   /    \
  /      \
 Tecnología <==> Sociedad
  
```
- G)
 

```

    Ciencia <---> Tecnología
              Sociedad
  
```

40161 La industria pesada ha contaminado enormemente los países industriales. Por tanto, es una decisión responsable trasladarla a los países no desarrollados, donde la contaminación no está tan extendida.

- A. La industria pesada debería ser trasladada a los países no desarrollados para salvar nuestro país y sus generaciones futuras de la contaminación.
- B. Es difícil de decidir. Trasladar la industria ayudaría a los países pobres a prosperar y también a reducir la contaminación de nuestro país. Pero no tenemos derecho a contaminar el medio ambiente de otros lugares.
- C. No es cuestión de dónde esté localizada la industria pesada. Los efectos de la contaminación son globales sobre la Tierra.
- La industria pesada NO debería trasladarse a los países no desarrollados:
- D. Porque trasladar la industria no es una forma responsable de resolver la contaminación. Se debería reducir o eliminar la contaminación aquí, en lugar de crear más problemas en cualquier otro lugar.
- E. Porque esos países tienen ya suficientes problemas sin añadir el problema de la contaminación.
- F. Porque la contaminación debería ser limitada tanto como sea posible. Extenderla solo crearía más daños.

40221 *La ciencia y la tecnología pueden ayudar a la gente a tomar algunas decisiones morales (esto es, decidir cómo debe actuar una persona o un grupo respecto a otras personas).*

- La ciencia y la tecnología pueden ayudar a tomar algunas decisiones morales:
- A. Haciendo que nuestra información sobre las personas y el mundo que nos rodea sea mejor. Esta información básica puede ayudar a enfrentarse con los aspectos morales en la vida.
  - B. Dando información básica; pero las decisiones morales deben ser tomadas por las personas.
  - C. Porque la ciencia incluye áreas como la psicología, que estudia la mente y los sentimientos humanos.
- La ciencia y la tecnología NO pueden ayudar a tomar decisiones morales:
- D. Porque ciencia y tecnología no tienen nada que ver con decisiones morales; solo descubren, explican e inventan cosas. Lo que las personas hacen con sus resultados no es asunto de los científicos.
  - E. Porque las decisiones morales se toman solamente en base a los valores y creencias de cada persona.
  - F. Porque si las decisiones morales se basaran en información científica, a menudo las decisiones conducirían al racismo, suponiendo que un grupo de gente es mejor que otro grupo.

---

40531 *Más tecnología mejorará el nivel de vida de nuestro país.*

- A. Sí, porque la tecnología siempre ha mejorado el nivel de vida y no hay razón para que no lo haga ahora.
- B. Sí, porque cuanto más sabemos, mejor podemos resolver nuestros problemas y cuidar de nosotros mismos.
- C. Sí, porque la tecnología crea trabajo y prosperidad. La tecnología ayuda a hacer la vida más agradable, más eficiente y más divertida.
- D. Sí, pero sólo para aquellos que pueden usarla. Más tecnología destruirá puestos de trabajo y causará que haya más gente por debajo de la línea de pobreza.
- E. Sí y no. Más tecnología haría la vida más agradable y más eficiente, PERO también causaría más contaminación, desempleo y otros problemas. El nivel de vida puede mejorar, pero la calidad de vida puede que no.
- F. No, porque somos irresponsables con la tecnología que tenemos ahora; como ejemplos podemos citar la desmedida producción de armas y el uso abusivo de los recursos naturales.

---

60111 *La mayoría de los científicos están motivados para esforzarse mucho en su trabajo. La razón PRINCIPAL de su motivación personal para hacer ciencia es:*

- A. Ganar reconocimiento, ya que de lo contrario su trabajo no se aceptaría.
- B. Ganar dinero, porque la sociedad presiona a los científicos a esforzarse por recompensas económicas.

- C. Adquirir un poco de fama, dinero y poder, porque los científicos son como todos los demás.
  - D. Satisfacer su curiosidad sobre el mundo natural, porque les gusta aprender más y resolver los misterios del universo físico y biológico.
  - E. Resolver curiosos problemas para conocimiento personal Y descubrir nuevas ideas o inventar cosas para beneficio de la sociedad (por ejemplo, remedios médicos, soluciones a la contaminación, etc.). Todo esto junto representa la principal motivación de la mayoría de los científicos.
  - F. Inventar y descubrir nuevas cosas, desinteresadamente, para la ciencia y la tecnología.
  - G. Descubrir nuevas ideas o inventar cosas para beneficio de la sociedad (por ejemplo, remedios médicos, soluciones a la contaminación, etc.)
  - H. No es posible generalizar, porque la motivación principal de los científicos varía de uno a otro.
- 

60611 Hoy día, en nuestro país, hay muchos más científicos que científicas. La PRINCIPAL razón de esto es:

- A. Los hombres son más fuertes, rápidos, brillantes y mejores en concentrarse en sus estudios.
  - B. Los hombres parecen tener más capacidad científica que las mujeres; estas pueden sobresalir en otros campos.
  - C. Los hombres están más interesados en la ciencia que las mujeres.
  - D. El estereotipo tradicional existente en la sociedad ha sido que los hombres son más listos y dominantes mientras que las mujeres son más débiles y menos lógicas. Este prejuicio ha causado que más hombres lleguen a ser científicos, aunque las mujeres son tan capaces en ciencia como los hombres.
  - E. Las escuelas no han hecho lo suficiente para animar a las mujeres a elegir cursos de ciencias. Las mujeres son tan capaces como los hombres en ciencia.
  - F. Hasta hace poco, se pensaba que la ciencia era una vocación de hombres y se esperaba que la mayoría de las mujeres trabajasen en casa o en trabajos tradicionales; por tanto, la imagen pública del científico ha desanimado a las mujeres, mientras ha animado más a los hombres para hacerse científicos. Pero esto está cambiando hoy día: la ciencia se está convirtiendo una vocación de mujeres y se espera que estas trabajen en ciencia más y más.
  - G. Las mujeres han sido desanimadas o no se les ha permitido entrar en el campo científico. Las mujeres están tan interesadas por la ciencia y son tan capaces como los hombres; pero los científicos establecidos (que son hombres) tienden a desanimar o intimidar a las posibles científicas.
  - H. NO existen razones para tener más científicos que científicas. Ambos son igualmente capaces de ser buenos en ciencia, y hoy día las oportunidades son similares.
-

70231 Cuando se propone una nueva teoría científica, los científicos deben decidir si la aceptan o no. Toman esta decisión por consenso; esto es, los que la proponen deben convencer a una gran mayoría de otros científicos para que crean en la nueva teoría.

Los científicos que proponen una teoría deben convencer a otros científicos:

- A. Mostrándoles pruebas concluyentes que apoyen que la teoría es verdad.
- B. Porque una teoría es útil para la ciencia solo cuando la mayoría de los científicos creen en ella.
- C. Porque cuando un número de científicos estudian una teoría y sus nuevas ideas, probablemente la revisarán o actualizarán. En resumen, cuando se alcanza consenso, los científicos hacen más exacta la teoría.

Los científicos que proponen una teoría NO tienen que convencer a otros científicos:

- D. Porque las pruebas que la apoyan hablan por sí mismas.
- E. Porque cada científico decidirá individualmente si usa la teoría o no.
- F. Porque cada científico puede aplicar la teoría individualmente, en la medida en que esta explica resultados y es útil, independientemente de lo que crean otros científicos.

---

80131 Cuando se desarrolla una nueva tecnología (por ejemplo, un ordenador nuevo, un reactor nuclear, un misil o una medicina nueva para curar el cáncer), puede ser puesta en práctica o no. La decisión de usar una nueva tecnología depende de que las ventajas para la sociedad compensen las desventajas.

- A. La decisión de usar una nueva tecnología depende principalmente de los beneficios para la sociedad, porque si hay demasiadas desventajas, la sociedad no la aceptará y esto puede frenar su desarrollo posterior.
- B. La decisión depende de algo más que solo las ventajas o desventajas de la tecnología. Depende de lo bien que funcione, de su coste y su eficiencia.
- C. Depende del punto de vista que se tenga. Lo que es una ventaja para unos puede ser una desventaja para otros.
- D. Muchas tecnologías nuevas se han puesto en marcha para ganar dinero o alcanzar poder, aunque sus desventajas fueran más grandes que sus ventajas.
- E. Depende del tipo de nueva tecnología que se trate. En unos casos, la decisión dependerá de las ventajas o desventajas, y en otros, dependerá de otras cosas.

---

90211 Muchos modelos científicos usados en los laboratorios de investigación (tales como el modelo del calor, el de las neuronas, del DNA o del átomo) son copias de la realidad.

Los modelos científicos SON copias de la realidad:

- A. Porque los científicos dicen que son verdaderos; por tanto, deben serlo.
- B. Porque hay muchas pruebas científicas que demuestran que son verdaderos.

- C. Porque son verdaderos para la vida. Su objetivo es mostrarnos la realidad o enseñarnos algo sobre ella.
- D. Los modelos científicos son muy aproximadamente copias de la realidad, porque están basados en observaciones científicas e investigación.  
Los modelos científicos NO son copias de la realidad:
- E. Porque simplemente son útiles para aprender y explicar, dentro de sus limitaciones.
- F. Porque cambian con el tiempo y con el estado del conocimiento, como lo hacen las teorías.
- G. Porque estos modelos deben ser ideas o conjeturas bien informadas, ya que el objeto real no se puede ver.

---

90411 *Aunque las investigaciones científicas se hagan correctamente, el conocimiento que los científicos descubren con esas investigaciones puede cambiar en el futuro.*

- El conocimiento científico cambia:
- A. Porque los científicos más jóvenes desaprueban las teorías o descubrimientos de los científicos anteriores. Hacen esto usando nuevas técnicas o instrumentos mejorados para encontrar factores nuevos pasados por alto antes, o para detectar errores en la investigación original “correcta”.
  - B. Porque el conocimiento viejo antiguo es reinterpretado a la luz de los nuevos descubrimientos; por tanto, los hechos científicos pueden cambiar.
  - C. El conocimiento científico PARECE cambiar porque puede ser distinta la interpretación o la aplicación de viejos hechos; pero los experimentos realizados correctamente producen hechos invariables.
  - D. El conocimiento científico PARECE cambiar porque el nuevo conocimiento se añade sobre el anterior; el conocimiento antiguo no cambia.

---

90621 *Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico.*

- A. El método científico asegura resultados válidos, claros, lógicos y exactos. Por tanto, la mayoría de los científicos seguirán las etapas del método científico.
- B. El método científico, tal como se enseña en las clases, debería funcionar bien para la mayoría de los científicos.
- C. El método científico es útil en muchos casos, pero no asegura resultados. Por tanto, los mejores científicos también tendrán originalidad y creatividad.
- D. Los mejores científicos son aquellos que usan cualquier método para obtener resultados favorables (incluyendo la imaginación y la creatividad).
- E. Muchos descubrimientos científicos fueron hechos por casualidad, y no siguiendo el método científico.

**¡Gracias por su colaboración!**



## Forma 2. Español

### Presentación

Este cuestionario anónimo pretende conocer sus opiniones acerca de algunas cuestiones importantes sobre la ciencia y la tecnología en el mundo actual. Todas las cuestiones tienen la misma estructura: un texto inicial que plantea un problema y va seguido de una lista de frases que representan diferentes alternativas de posibles respuestas al problema planteado, y que están ordenadas y etiquetadas sucesivamente con una letra (A, B, C, D, etc.).

Se pide que valore su grado de acuerdo personal con cada una de estas frases escribiendo sobre el cuadrado a la izquierda de la frase el número que representa su opinión, expresado en una escala de 1 a 9 con los siguientes significados:

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

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

- E. No la entiendo.
- S. No sé lo suficiente para valorarla.

#### Ejemplo de pregunta con sus respuestas

(los números situados en la columna de la izquierda son las respuestas que debe escribir; las valoraciones de este ejemplo son ficticias y no deben tomarse como referencia de nada)

10412 ¿La ciencia influye en la tecnología?

- 1 A. La ciencia no influye demasiado en la tecnología.
- 6 B. Tecnología es ciencia aplicada.
- 8 C. El avance en ciencia conduce a nuevas tecnologías.
- 9 D. La ciencia se hace más valiosa cuando se usa en tecnología.
- 7 E. La ciencia es el conocimiento base para la tecnología.
- 8 F. Los conocimientos de la investigación científica aplicada se usan más en tecnología que los conocimientos de la investigación científica pura.
- 2 G. La tecnología es la aplicación de la ciencia para mejorar la vida.

**Datos sociodemográficos** (escriba o marque una cruz en las casillas siguientes).

¿En qué país vive? Argentina<sub>1</sub>  Brasil<sub>2</sub>  Colombia<sub>3</sub>  España<sub>4</sub>  México<sub>5</sub>  Portugal<sub>6</sub>   
Uruguay<sub>7</sub>  otro<sub>8</sub>

¿Cuál es su edad en años? \_\_\_\_\_ (escriba su edad)

¿Es hombre o mujer? Hombre<sub>1</sub>  Mujer<sub>2</sub>

¿Es estudiante? Sí, pre-universitario/a<sub>1</sub>  Sí, inicio universidad<sub>2</sub>  Sí, acabo universidad<sub>3</sub>   
No estudio<sub>4</sub>

¿Es profesor/a...? En formación<sub>1</sub>  En ejercicio<sub>2</sub>  No soy profesor/a<sub>3</sub>

Si es profesor, en formación o en ejercicio, ¿de qué nivel educativo? Primaria<sub>1</sub>   
Secundaria básica<sub>2</sub>  Formación profesional<sub>3</sub>  Secundaria superior (bachillerato)<sub>4</sub>   
Universidad<sub>5</sub>  Otro<sub>6</sub>  (escriba) \_\_\_\_\_

¿Cuál es su titulación o grado académico más alto? Doctor<sub>1</sub>  Maestría<sub>2</sub>   
Universitario (licenciado)<sub>3</sub>  Universidad (ciclo corto)<sub>4</sub>  Bachillerato<sub>5</sub>   
Otro<sub>6</sub>  (escriba) \_\_\_\_\_

¿Cómo definiría la especialidad principal de... (marque una casilla)

	...su titulación?	...su ocupación?
Artes (música, teatro, pintura, escultura, diseño, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>
Humanidades (literatura, lenguas, historia, arte, filosofía, lógica, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>
Sociales (derecho, economía, política, sociología, geografía, psicología, educación)	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>
Ingenierías (además arquitectura, matemáticas, informática, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
Ciencias (física, química, biología, geología, ambientales, del mar, medicina, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>
Una mezcla de las anteriores, (incluyendo, desde luego, ciencias)	<input type="checkbox"/> <sub>6</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>6</sub>
Ninguna de las anteriores, otras	<input type="checkbox"/> <sub>7</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>7</sub>

**Lea con atención cada cuestión y las diferentes frases alternativas.**

**Valore con sinceridad cada frase en su casilla correspondiente.**

10211 Definir qué es la tecnología puede resultar difícil porque esta sirve para muchas cosas. Pero la tecnología **PRINCIPALMENTE** es:

- A. Muy parecida a la ciencia.
- B. La aplicación de la ciencia.
- C. Nuevos procesos, instrumentos, maquinaria, herramientas, aplicaciones, artilugios, ordenadores o aparatos prácticos para el uso de cada día.
- D. Robots, electrónica, ordenadores, sistemas de comunicación, automatismos, máquinas.

- E. Una técnica para construir cosas o una forma de resolver problemas prácticos.
- F. Inventar, diseñar y probar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores y vehículos espaciales).
- G. Ideas y técnicas para diseñar y hacer cosas; para organizar a los trabajadores, la gente de negocios y los consumidores; y para el progreso de la sociedad.
- H. Saber cómo hacer cosas (por ejemplo, instrumentos, maquinaria, aparatos).

---

10421 Para mejorar la calidad de vida del país, sería mejor gastar dinero en investigación tecnológica EN LUGAR DE en investigación científica.

- 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.
- Invertir en ambas:
- B. Porque no hay realmente diferencias entre ciencia y tecnología.
  - C. Porque el conocimiento científico es necesario para hacer avances tecnológicos.
  - D. Porque ambas interaccionan y se complementan entre sí por igual. La tecnología da a la ciencia tanto como la ciencia da a la tecnología.
  - E. Porque cada una a su manera ofrece ventajas a la sociedad. Por ejemplo, la ciencia da avances médicos y en el medio ambiente, mientras que la tecnología da más eficiencia y comodidad.
  - F. Invertir en investigación científica, esto es, investigación médica o sobre medio ambiente, porque estas son más importantes que hacer mejores aplicaciones, ordenadores u otros productos de la investigación tecnológica.
  - 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).
  - 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).

---

20211 La investigación científica en nuestro país sería mejor si estuviera más estrechamente dirigida por las empresas (por ejemplo, compañías de alta tecnología, comunicaciones, farmacéuticas, forestales, mineras o manufactureras).

Las empresas principalmente deberían dirigir la ciencia:

- A. Porque un control más estrecho por las empresas haría la ciencia más útil y lograría descubrimientos más rápidamente, gracias a sus comunicaciones más rápidas, mejor dotación económica y más competitividad.
- B. Para mejorar la cooperación entre la ciencia y la tecnología, y por tanto, resolver los problemas juntas.

- C. Pero las instituciones del gobierno o públicas deberían poder decir algo sobre lo que la ciencia pretende conseguir.
- Las empresas NO deberían dirigir la ciencia:
- D. Porque si lo hacen, los descubrimientos científicos estarían limitados a aquellos que benefician a las empresas (por ejemplo, tener ganancias); los descubrimientos científicos importantes que benefician a los ciudadanos requieren un ejercicio de la ciencia sin limitaciones de nadie.
  - E. Porque si lo hacen, las empresas obstaculizarían la investigación de aquellos problemas importantes que las empresas no quieran afrontar (por ejemplo, la contaminación producida por la empresa).
  - F. La ciencia no puede ser dirigida ni por las empresas ni por nadie, porque ni siquiera los científicos pueden controlar lo que la ciencia descubrirá.

---

*20511 El éxito de la ciencia y la tecnología en nuestro país depende de tener buenos científicos, ingenieros y técnicos. Por tanto, el país necesita que los alumnos estudien más ciencias en la escuela.*

Se necesita que los alumnos estudien más ciencias:

- A. Porque es importante para ayudar a nuestro país a mantenerse a la altura de otros.
- B. Porque la ciencia afecta a casi todos los aspectos de la sociedad. Como en el pasado, el futuro depende de buenos científicos y tecnólogos.
- C. Se debe fomentar que los estudiantes estudien más ciencias, pero un tipo diferente de cursos de ciencias. Deben aprender cómo la ciencia y la tecnología afectan sus vidas diarias.

NO se necesita que los alumnos estudien más ciencias:

- D. Porque otras asignaturas de la escuela son igual o más importantes para el éxito futuro del país.
- E. Porque no funcionará. A algunas personas no les gusta la ciencia. Si se les fuerza a estudiarla, será perder el tiempo y les alejará de la ciencia.
- F. Porque no todos los alumnos pueden comprender la ciencia, aunque ello les ayudaría en sus vidas.
- G. Porque no todos los alumnos pueden comprender la ciencia. La ciencia no es realmente necesaria para todos.
- H. Porque no está bien que otro decida si un estudiante debería elegir más ciencias.

---

*40131 Los científicos deberían ser considerados responsables de informar sobre sus descubrimientos al público en general, de manera que el ciudadano medio pueda entenderlos.*

Los científicos deberían ser considerados responsables:

- A. Porque de otra manera los descubrimientos científicos son demasiado difíciles y complejos de entender para una persona media, y eso hace parecer que la ciencia progresa demasiado de prisa.

- B. Porque los ciudadanos deberían conocer cómo se gasta el dinero público en la ciencia.
- C. Porque los ciudadanos tienen derecho a saber lo que ocurre en su país. Deberían conocer los descubrimientos para mejorar sus propias vidas tomando conciencia de los beneficios de la ciencia y para estar informados de todas las opciones responsables que puedan afectar a su futuro.
- D. Porque los ciudadanos podrían estar interesados o tener curiosidad por conocer los nuevos descubrimientos.
- E. Los científicos deberían ser considerados responsables de informar sobre algunos descubrimientos (por ejemplo, los nuevos descubrimientos más significativos que pueden afectar a los ciudadanos), pero otros deberían mantenerse sin informar.
- F. Los científicos pueden intentar informar de sus descubrimientos, pero el ciudadano medio no lo entenderá o no estará interesado en ellos.
- G. Los científicos NO deberían ser considerados responsables ya que, con frecuencia, a los ciudadanos no parece importarles. Los ciudadanos deben aprender suficiente ciencia como para entender los informes.

*40211 Los científicos e ingenieros deberían ser los únicos en decidir los asuntos científicos de nuestro país porque son las personas que mejor conocen estos asuntos.*

Como por ejemplo, los tipos de energía cara al futuro (nuclear, hidráulica, solar, quemando carbón, etc.), los índices permitidos de contaminación del aire en nuestro país (emisiones industriales de dióxido de azufre, control de la contaminación de coches y camiones, emisiones de gases ácidos de los pozos de petróleo, etc.), el futuro de la biotecnología en nuestro país (ADN recombinante, ingeniería genética, desarrollo de bacterias eliminadoras de minerales o creadoras de nieve, etc.), técnicas aplicadas al feto (amniocentesis para analizar los cromosomas del feto, alterar el desarrollo del embrión, los bebés probeta, etc.), o sobre el desarme nuclear.

Los científicos e ingenieros son los que deberían decidir:

- A. Porque tienen la formación y los datos que les dan una mejor comprensión del tema.
- B. Porque tienen el conocimiento y pueden tomar mejores decisiones que los burocratas del gobierno o las empresas privadas, que tienen intereses creados.
- C. Porque tienen la formación y los datos que les dan una mejor comprensión; PERO los ciudadanos deberían estar implicados, o deberían ser informados o consultados.
- D. La decisión debería ser tomada de manera compartida. Las opiniones de los científicos e ingenieros, otros especialistas y los ciudadanos informados deberían ser tenidas en cuenta en las decisiones que afectan a nuestra sociedad.
- E. El gobierno debería decidir porque el tema es básicamente político; PERO científicos e ingenieros deberían aconsejar.
- F. Los ciudadanos deberían decidir, porque la decisión afecta a todos; PERO científicos e ingenieros deberían aconsejar.

- G. Los ciudadanos deberían decidir, porque sirven como control de los científicos e ingenieros. Estos tienen opiniones idealistas y estrechas del tema y, por tanto, prestan poca atención a las consecuencias.
- H. Depende del tipo de decisión a tomar; no es lo mismo decidir sobre el desarme nuclear que sobre un bebé. En unos casos podrían hacerlo los científicos solos, y en otros, los ciudadanos o los interesados solos.

---

40421 *En tu vida diaria, el conocimiento de la ciencia y la tecnología te ayuda personalmente a resolver problemas prácticos (por ejemplo, lograr sacar el coche de una zona de hielo, cocinar o cuidar un animal).*

El razonamiento sistemático aprendido en las clases de ciencias (por ejemplo, hacer hipótesis, recoger datos, ser lógico):

- A. Me ayuda a resolver problemas en mi vida diaria. Los problemas diarios se resuelven de manera más fácil y lógica si se tratan como problemas de ciencias.
- B. Me da una mayor comprensión y conocimiento de los problemas diarios. Sin embargo, las técnicas que aprendí para resolver un problema no me son útiles directamente en mi vida diaria.
- C. Las ideas y hechos que aprendí en las clases de ciencias a veces me ayudan a resolver problemas o tomar decisiones sobre cosas como cocinar, no enfermarse o explicar una amplia variedad de sucesos físicos (por ejemplo, el trueno o las estrellas).
- D. El razonamiento sistemático y las ideas y hechos que aprendí en las clases de ciencias me ayudan mucho. Me sirven para resolver algunos problemas y entender una amplia variedad de sucesos físicos (por ejemplo, el trueno o las estrellas).
- E. Lo que aprendí en las clases de ciencias generalmente no me ayuda a resolver problemas prácticos; pero me sirve para percibir, relacionarme y comprender el mundo que me rodea.

Lo que aprendí en las clases de ciencias NO se relaciona con mi vida diaria:

- F. Biología, química, geología y física no me resultan prácticas. Tratan detalles teóricos y técnicos que tienen poco que ver con mi mundo de cada día.
- G. Mis problemas cotidianos son resueltos por mi experiencia pasada o por conocimientos que no están relacionados con la ciencia y la tecnología.

---

50111 *Parece que existen dos clases de personas, las que entienden de ciencias y las que entienden de letras (por ejemplo, literatura, historia, economía, leyes). Pero si todos estudiaran más ciencias, entonces todos las comprenderían.*

- A. EXISTEN estos dos tipos de personas. Si las personas de letras estudiaran más ciencias llegarían a comprenderlas también, porque cuanto más estudias algo, más llega a gustarte y lo comprendes mejor.

EXISTEN estos dos tipos de personas, pero aunque las personas de letras estudiaran más ciencias, NO llegarían necesariamente a comprenderlas mejor:

- B. Porque pueden no tener la capacidad o el talento para comprender la ciencia. Estudiar más ciencia no les dará esa facultad.
- C. Porque pueden no estar interesados por la ciencia. Estudiar más ciencias no cambiará su interés.
- D. Porque pueden no estar orientados o inclinados hacia la ciencia. Estudiar más ciencias no cambiará el tipo de persona que eres.
- E. No existen solo estos dos tipos de personas. Hay tantas clases de personas como preferencias individuales posibles, incluyendo las que entiende ambas, las ciencias y las letras.

60521 *Trabajando en ciencia o tecnología, una buena científica mujer realizaría el trabajo básicamente de la misma manera que un buen científico hombre.*

NO hay diferencias entre científicos y científicas en la manera que hacen ciencia:

- A. Porque todos los buenos científicos realizan el trabajo de la misma manera.
- B. Porque los científicos y las científicas tienen la misma formación
- C. Porque por encima de todo, los hombres y las mujeres son igual de inteligentes.
- D. Porque los hombres y las mujeres son iguales en términos de lo que se necesita para ser un buen científico.
- E. Porque todos somos iguales, independientemente del trabajo que hagamos.
- F. Porque cualquier diferencia en la manera que los científicos trabajan en ciencia son debidas a las diferencias individuales. Tales diferencias no tienen nada que ver con ser hombre o mujer.
- G. Las mujeres trabajarían en ciencia de manera algo diferente, porque por naturaleza o educación las mujeres tienen diferentes valores, opiniones, perspectivas o características (tales como la paciencia).
- H. Los hombres trabajarían en ciencia de manera algo diferente, porque los hombres trabajan en ciencia mejor que las mujeres.
- I. Las mujeres probablemente trabajarían en ciencia algo mejor que los hombres, porque las mujeres deben trabajar más duro en orden a competir en un campo como la ciencia, dominado por los hombres.

70211 *Cuando los científicos no están de acuerdo en un tema (por ejemplo, si un bajo nivel de radiación es perjudicial o no), principalmente es porque no tienen todos los hechos. Esta opinión científica no tiene NADA QUE VER con valores morales (buena o mala conducta) o con motivaciones personales (reconocimiento personal, agradar a los trabajadores o a las instituciones que dan dinero).*

Los desacuerdos entre científicos pueden suceder:

- A. Porque no han sido descubiertos todos los hechos. La opinión científica se basa completamente en hechos observables y comprensión científica.
- B. Porque distintos científicos conocen diferentes hechos. La opinión científica se basa completamente en el conocimiento de los hechos por los científicos.

- C. Porque diferentes científicos interpretan los hechos o su significado de manera diferente. Esto sucede a causa de las diferentes teorías científicas, NO por valores morales o motivaciones personales.
- D. Principalmente por hechos diferentes o incompletos, pero parcialmente a causa de los diferentes valores morales, opiniones o motivaciones personales.
- E. Por cierto número de razones como cualquier combinación de las siguientes: ausencia de hechos, desinformación, diferentes teorías, opiniones personales, valores morales, reconocimiento público y presiones de las empresas o los gobiernos.
- F. Cuando diferentes científicos interpretan los hechos (o su significado) de manera diferente, es principalmente a causa de distintas opiniones personales, valores morales, prioridades personales o política. (Con frecuencia el desacuerdo elimina riesgos y beneficia a la sociedad).
- G. Porque han sido influidos por las empresas o el gobierno.

70711 *Los científicos formados en distintos países tienen maneras diferentes de ver un problema científico. Esto quiere decir que el sistema educativo o la cultura de un país puede influir sobre las conclusiones a las que llegan.*

De hecho, el país marca diferencias:

- A. Porque la educación y la cultura afectan a todos los aspectos de la vida, incluyendo la formación de los científicos y su manera de pensar sobre un problema científico.
- B. Porque cada país tiene un sistema diferente para enseñar la ciencia. La forma en que se enseña a resolver problemas establece diferencias en las conclusiones que alcanzan los científicos.
- C. Porque el gobierno y la industria de un país solo ayudarán económicamente a los proyectos científicos que se ajusten a sus necesidades. Esto condiciona lo que un científico estudiará.
- D. Depende. La forma en que un país prepara a sus científicos puede establecer diferencias en algunos científicos; PERO otros científicos ven los problemas a su manera, basándose en sus opiniones personales.

El país NO marca diferencias:

- E. Porque los científicos ven los problemas a su personal manera, independientemente del país donde se prepararon.
- F. Porque los científicos de todo el mundo usan el mismo método científico, que conduce a conclusiones similares.

90111 *Las observaciones científicas hechas por científicos competentes serán distintas si estos creen en diferentes teorías.*

- A. Sí, porque los científicos harán experimentos diferentes y verán cosas distintas.
- B. Sí, porque los científicos pensarán de manera diferente y esto alterará sus observaciones.

- C. Las observaciones científicas no diferirán mucho aunque los científicos crean en teorías diferentes. Si estos son realmente competentes, sus observaciones serán similares.
- D. No, porque las observaciones son tan exactas como sea posible. Así es como la ciencia ha sido capaz de avanzar.
- E. No, las observaciones son exactamente lo que vemos y nada más; son los hechos.

---

90311 Cuando los científicos clasifican algo (por ejemplo, una planta de acuerdo con su especie o una estrella según su tamaño), están clasificando la naturaleza tal como realmente es; cualquier otra manera sería simplemente errónea.

- A. Las clasificaciones se ajustan a como es realmente la naturaleza, ya que los científicos las han probado a lo largo de muchos años de trabajo.
- B. Las clasificaciones se ajustan a como es realmente la naturaleza, ya que los científicos usan las características observables cuando clasifican.
- C. Los científicos clasifican la naturaleza de la manera más simple y lógica posible, pero esta forma no es necesariamente la única.
- D. Existen muchas formas de clasificar la naturaleza, pero poniéndose de acuerdo en un sistema universal de clasificación, los científicos pueden evitar la confusión en su trabajo.
- E. Podrían existir otras formas correctas de clasificar la naturaleza, porque la ciencia es susceptible de cambiar y los nuevos descubrimientos pueden llevar a nuevas clasificaciones.
- F. Nadie sabe cómo es realmente la naturaleza. Los científicos clasifican de acuerdo con sus percepciones o teorías. La ciencia no es exacta, y la naturaleza es muy diversa. Por tanto, los científicos podrían usar más de un esquema de clasificación.

---

90521 Cuando se desarrollan nuevas teorías o leyes, los científicos necesitan hacer algunas suposiciones sobre la naturaleza (por ejemplo, que la materia está hecha de átomos). Estas suposiciones tienen que ser verdaderas para que la ciencia progrese adecuadamente.

Las suposiciones TIENEN QUE SER verdaderas para que la ciencia progrese:

- A. Porque se necesitan suposiciones correctas para tener teorías y leyes correctas. En caso contrario, los científicos perderían mucho tiempo y esfuerzo empleando teorías y leyes erróneas.
- B. En caso contrario, la sociedad tendría serios problemas, como una inadecuada tecnología y productos químicos peligrosos.
- C. Porque los científicos hacen investigación para probar que sus suposiciones son verdaderas antes de continuar con su trabajo.
- D. Depende. A veces la ciencia necesita suposiciones verdaderas para progresar. Pero a veces la historia ha demostrado que se han hecho grandes descubrimientos refutando una teoría y aprendiendo de sus suposiciones falsas.

- E. Los científicos no hacen suposiciones. Investigan una idea para averiguar si es verdadera. No suponen que sea verdad.

---

91011 Suponga que un buscador “descubre” oro y que un artista “inventa” una escultura. Algunas personas piensan que los científicos “descubren” las LEYES, HIPÓTESIS y TEORÍAS científicas; otros piensan que los científicos las “inventan”. ¿Qué piensa usted?

Los científicos descubren las leyes, hipótesis y teorías científicas:

- A. Porque las leyes, hipótesis y teorías están ahí afuera, en la naturaleza, y los científicos sólo tienen que encontrarlas.
- B. Porque las leyes, hipótesis y teorías se basan en hechos experimentales.
- C. Pero los científicos inventan los métodos para encontrar esas leyes, hipótesis y teorías.
- D. Algunos científicos se tropiezan con una ley por casualidad, por tanto la descubren. Pero otros científicos inventan la ley a partir de los hechos conocidos.
- E. Los científicos inventan las leyes, hipótesis y teorías, porque interpretan los hechos experimentales que descubren. Los científicos no inventan lo que la naturaleza hace, sino que inventan las leyes, hipótesis y teorías que describen lo que la naturaleza hace.
- F. Depende en cada caso; las leyes se descubren y las teorías e hipótesis se inventan.

**¡Gracias por su colaboración!**

# Forma 1. Português

## A apresentação

Este questionário anónimo pretende conhecer as suas opiniões sobre algumas questões importantes sobre a ciência e a tecnologia no mundo actual. Todas as questões têm a mesma estrutura: um texto inicial que coloca um problema ao qual se segue uma lista de frases que representam diferentes alternativas de possíveis respostas a esse problema e que estão ordenadas e identificadas sucessivamente com uma letra (A, B, C, D etc.).

**Pede-se que atribua um valor relativo ao seu grau de concordância pessoal com cada uma dessas frases escrevendo no quadrado à esquerda da frase o número que representa a sua opinião, expresso numa escala de 1 a 9 com os seguintes significados:**

DESACORDO				INDECISO	ACORDO			OUTROS		
Total	Alto	Médio	Baixo		Baixo	Médio	Alto	Total	Não a entendo	Não sei
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

Nos casos em que não possa manifestar a sua opinião relativamente a alguma frase, escreva uma razão:

- E. Não entendo a frase.
- ou S. Não sei o suficiente para a avaliar.

### Exemplo de pergunta com respostas

(Os números situados na coluna da esquerda representam as respostas que deve escrever; os valores neste exemplo são fictícios e não devem ser tomados como referência para mais nada)

10412 *A ciência influencia a tecnologia?*

- 1 A. A ciência não tem muita influência na tecnologia.
- 6 B. Tecnologia é ciência aplicada.
- 8 C. O avance na ciência conduz a novas tecnologias.
- 9 D. A ciência torna-se mais valiosa quando se usa na tecnologia.
- 7 E. A ciência é o conhecimento base para a tecnologia.
- 8 F. Os conhecimentos da investigação científica aplicada usam-se mais na tecnologia que os conhecimentos da investigação científica pura.
- 2 G. A tecnologia é a aplicação da ciência para melhorar a vida.

**Dados sociodemográficos** (escreva ou marque uma cruz nos quadrados seguintes).

**Em que país vive?** Argentina<sub>1</sub>  Brasil<sub>2</sub>  Colombia<sub>3</sub>  Espanha<sub>4</sub>  México<sub>5</sub>  Portugal<sub>6</sub>   
Uruguai<sub>7</sub>  Outro<sub>8</sub>

**Qual a sua idade em anos?** \_\_\_\_ (escreva a sua idade)

**É homem ou mulher?** Homem<sub>1</sub>  Mulher<sub>2</sub>

**É estudante?** Sim, pre-universitário/a<sub>1</sub>  Sim, inicio a universidade<sub>2</sub>  Sim, acabo a universidade<sub>3</sub>  Não<sub>4</sub>

**É professor/a...?** Em formação<sub>1</sub>  Em exercício<sub>2</sub>  Não sou professor/a<sub>3</sub>

**Se é professor/a, em formação ou em exercício, em que nível?** Primário (1º 2º CEB)<sub>1</sub>   
Secundária básica<sub>2</sub>  Formação profissional<sub>3</sub>  Secundária superior<sub>4</sub>   
Superior (politécnico/universidade)<sub>5</sub>  Outro<sub>6</sub>  (escreva) \_\_\_\_\_

**Qual é o seu grau académico mais elevado?** Doutor<sub>1</sub>  Mestre<sub>2</sub>  Licenciado<sub>3</sub>   
Licenciado (por equiparação, bacharel)<sub>4</sub>  Secundária superior<sub>5</sub>   
Outra<sub>6</sub>  (escreva) \_\_\_\_\_

	...su titulación?	...su ocupación?
Artes (música, teatro, pintura, escultura, diseño, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>
Humanidades (literatura, lenguas, historia, arte, filosofía, lógica, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>

**Como definiria a especialidade principal da...**

	...sua formação?	...sua ocupação?
Artes (música, teatro, pintura, escultura, desenho, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>
Humanidades (literatura, línguas, história, arte, filosofia, lógica, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>
Sociais (direito, economia, política, sociologia, geografia, psicologia, educação)	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>
Engenharias (também arquitectura, matemáticas, informática, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
Ciências (física, química, biologia, geologia, ambientais, do mar, medicina, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>
Uma mistura das anteriores (incluindo ciências)	<input type="checkbox"/> <sub>6</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>6</sub>
Nenhuma das anteriores, outras	<input type="checkbox"/> <sub>7</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>7</sub>

**Leia com atenção cada questão e as diferentes frases alternativas.**

**Atribua um valor a cada frase, com sinceridade, e escreva-o no quadrado correspondente**

10111 Definir o que é a ciência é difícil porque ela é complexa e engloba muitas coisas. Mas a ciência é, **PRINCIPALMENTE**:

A. O estudo de áreas tais como biologia, química, geologia e física.

- B. Um corpo de conhecimentos, como princípios, leis e teorias que explicam o mundo que nos rodeia (matéria, energia e vida).
- C. Explorar o desconhecido e descobrir coisas novas sobre o mundo e o universo, e como funcionam.
- D. Realizar experiências para resolver problemas de interesse sobre o mundo que nos rodeia.
- E. Inventar ou conceber coisas (por exemplo corações artificiais, computadores, veículos espaciais).
- F. Pesquisar e usar conhecimentos para fazer deste mundo um lugar melhor para viver (por exemplo curar doenças, solucionar a contaminação e melhorar a agricultura).
- G. Uma organização de pessoas (chamados cientistas) que têm ideias e técnicas para descobrir novos conhecimentos.
- H. Um processo de investigação sistemático e o conhecimento que daí resulta.
- I. Não se pode definir ciência.

---

10411 A ciência e a tecnologia estão estreitamente relacionadas entre si:

- A. Porque a ciência é a base dos avances tecnológicos, mas é difícil ver como é que a tecnologia poderia ajudar a ciência.
- B. Porque a investigação científica conduz a aplicações práticas tecnológicas, e as aplicações tecnológicas aumentam a capacidade para fazer investigação científica.
- C. Porque apesar de serem diferentes, actualmente estão tão estreitamente unidas que é difícil separá-las.
- D. Porque a tecnologia é a base de todos os avances científicos, ainda que seja difícil ver como é que a ciência pode ajudar a tecnologia.
- E. Ciência e tecnologia são mais ou menos a mesma coisa.

---

20141 A política de um país afecta os seus cientistas já que estes são uma parte da sociedade (isto é, os cientistas não estão isolados da sua sociedade).

Os cientistas são afectados pela política do seu país:

- A. Porque o financiamento da ciência vem principalmente do governo que controla a maneira de gastar o dinheiro.
- B. Porque os governos estabelecem a política científica dando dinheiro a alguns projectos de investigação e não a outros.
- C. Porque os governos estabelecem a política científica tendo em conta novas aplicações e novos projectos, tanto se os financiam como se não os financiam. A política do governo afecta o tipo de projectos que os cientistas realizarão.
- D. Porque a política limita e controla os cientistas dizendo-lhes que investigação devem fazer.

- E. Porque os governos podem forçar os cientistas a trabalhar num projecto que estes achem mal (por exemplo, investigação de armamentos) e, portanto, não permitir aos cientistas trabalhar em projectos que sejam benéficos para a sociedade.
- F. Porque os cientistas são uma parte da sociedade e são afectados como todos os demais.
- G. Porque os cientistas procuram compreender e ajudar a sociedade, e porque, pela sua implicação e importância para a sociedade, estão estreitamente relacionados com esta.
- H. Depende do país e da estabilidade ou do tipo de governo que tenha.  
Os cientistas NÃO são afectados pela política do seu país:
- I. Porque a investigação científica não tem nada a ver com a política.
- J. Porque os cientistas estão isolados da sua sociedade.

20411 *Algumas culturas têm um ponto de vista particular sobre a natureza e os seres humanos. Os cientistas e a investigação científica são afectados pelas crenças religiosas ou éticas da cultura onde se realiza o trabalho.*

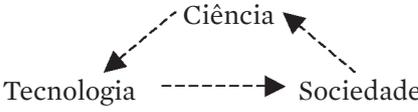
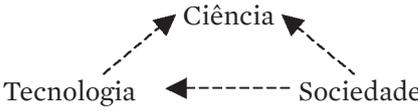
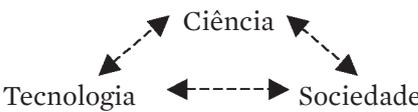
As crenças éticas e religiosas afectam a investigação científica:

- A. Porque algumas culturas querem que se faça investigação específica cujos resultados a beneficiem.
- B. Porque inconscientemente os cientistas podem escolher investigação que apoie as crenças da sua cultura.
- C. Porque a maioria dos cientistas não faria investigação que fosse contra a sua educação ou as suas crenças.
- D. Porque todos reagimos de forma diferente perante as nossas culturas. Estas diferenças individuais dos cientistas influenciam no tipo de investigação que fazem.
- E. Porque grupos poderosos que representam algumas crenças religiosas, políticas ou culturais apoiariam determinados projectos de investigação, ou dariam dinheiro para que não se façam certas investigações.

As crenças éticas e religiosas NÃO influenciam a investigação científica:

- F. Porque a investigação continua apesar das oposições entre os cientistas e certos grupos religiosos ou culturais (por exemplo, entre partidários da evolução e defensores da criação).
- G. Porque os cientistas investigarão temas que são de importância para a ciência e para eles próprios, independentemente das opiniões culturais ou éticas.

30111 *Qual dos seguintes diagramas representaria melhor as interações mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade? (As setas simples indicam uma única direcção para a relação e as duplas indicam interações mútuas. As setas mais grossas indicam uma relação mais intensa que as finas e estas mais que as tracejadas; a ausência de seta indica inexistência de relação).*

- A) Ciência —→ Tecnologia —→ Sociedade
- B) Tecnologia —→ Ciência —→ Sociedade
- C)
 
- D)
 
- E)
 
- F)
 
- G)
 

40161 A indústria pesada contaminou enormemente os países industriais. Por tanto, é uma decisão responsável transferi-la para os países não desenvolvidos, onde a contaminação ainda não é tão extensa.

- A. A indústria pesada deveria ser transferida para os países não desenvolvidos para salvar o nosso país e as suas gerações futuras da contaminação.
- B. É difícil de decidir. Transferir a indústria ajudaria os países pobres a prosperar e também a reduzir a contaminação do nosso país. Mas não temos o direito de contaminar o meio ambiente de outros lugares.
- C. A questão não é onde está localizada a indústria pesada. Os efeitos da contaminação são globais sobre a Terra.
- A indústria pesada NÃO deveria transferir-se para os países não desenvolvidos:
- D. Porque transferir a indústria não é uma forma responsável de resolver a contaminação. Deveria reduzir-se ou eliminar a contaminação aqui, em vez de criar mais problemas em qualquer outro lugar.
- E. Porque esses países têm já suficientes problemas sem considerar o problema da contaminação.
- F. Porque a contaminação deveria ser limitada tanto quanto possível. Aumentá-la só criaria mais danos.

40221 *A ciência e a tecnologia podem ajudar as pessoas a tomar algumas decisões morais (isto é, decidir como deve actuar uma pessoa ou um grupo em relação a outras pessoas).*

- A ciência e a tecnologia podem ajudar a tomar algumas decisões morais:
- A. Fazendo com que a nossa informação sobre as pessoas e o mundo que nos rodeia seja melhor. Esta informação básica pode ajudar a confrontar-nos com os aspectos morais na vida.
  - B. Dando informação básica; mas as decisões morais devem ser tomadas pelas pessoas.
  - C. Porque a ciência inclui áreas como a psicologia, que estuda a mente e os sentimentos humanos.
- A ciência e a tecnologia NÃO podem ajudar a tomar decisões morais:
- D. Porque ciência e tecnologia não têm nada que ver com decisões morais; só descobrem, explicam e inventam coisas. O que as pessoas fazem com os seus resultados não é assunto dos cientistas.
  - E. Porque as decisões morais tomam-se somente com base em valores e crenças de cada pessoa.
  - F. Porque se as decisões morais se baseassem em informação científica, com frequência as decisões conduziriam ao racismo, supondo que um grupo de pessoas é melhor que outro grupo.

---

40531 *Mais tecnologia melhorará o nível de vida do nosso país.*

- A. Sim, porque a tecnologia sempre melhorou o nível de vida e não há razão para que o não faça agora.
- B. Sim, porque quanto mais sabemos, melhor podemos resolver os nossos problemas e cuidar de nós mesmos.
- C. Sim, porque a tecnologia cria trabalho e prosperidade. A tecnologia ajuda a tornar a vida mais agradável, mais eficiente e mais divertida.
- D. Sim, mas só para aqueles que a podem usar. Mais tecnologia destruirá postos de trabalho e fará com que haja mais gente abaixo da linha de pobreza.
- E. Sim e não. Mais tecnologia tornaria a vida mais agradável e mais eficiente, MAS também causaria mais contaminação, desemprego e outros problemas. O nível de vida pode melhorar, mas a qualidade de vida pode não melhorar.
- F. Não, porque somos irresponsáveis com a tecnologia que agora temos; como exemplos podemos citar a desmesurada produção de armas e o uso abusivo dos recursos naturais.

---

60111 *A maioria dos cientistas está motivada para se esforçar muito no seu trabalho. A razão PRINCIPAL da sua motivação pessoal para fazer ciência é:*

- A. Ganhar reconhecimento, já que de contrário o seu trabalho não seria aceite.
- B. Ganhar dinheiro, porque a sociedade pressiona os cientistas a esforçar-se por recompensas económicas.

- C. Adquirir um pouco de fama, dinheiro e poder, porque os cientistas são como todos os outros.
  - D. Satisfazer a sua curiosidade sobre o mundo natural, porque gostam de aprender mais e resolver os mistérios do universo físico e biológico.
  - E. Resolver problemas curiosos para conhecimento pessoal e descobrir novas ideias ou inventar coisas para benefício da sociedade (por exemplo, remédios médicos, soluções para a contaminação, etc.). Tudo isto junto representa a principal motivação da maioria dos cientistas.
  - F. Inventar e descobrir novas coisas, desinteressadamente, para a ciência e a tecnologia.
  - G. Descobrir novas ideias ou inventar coisas para benefício da sociedade (por exemplo, remédios médicos, soluções para a contaminação, etc.).
  - H. Não é possível generalizar porque a motivação principal dos cientistas varia de uns para outros.
- 

60611 *Hoje em dia, no nosso país, há muitos mais cientistas homens que cientistas mulheres. A PRINCIPAL razão para isto é que:*

- A. Os homens são mais fortes, rápidos, brilhantes e melhores em concentração nos seus estudos.
  - B. Os homens parecem ter mais capacidade científica que as mulheres; estas podem sobressair noutros campos.
  - C. Os homens estão mais interessados pela ciência que as mulheres.
  - D. O estereótipo tradicional existente na sociedade tem sido que os homens são mais aptos e dominantes enquanto que as mulheres são mais débeis e menos lógicas. Este preconceito tem causado que mais homens que mulheres cheguem a ser cientistas, ainda que as mulheres sejam tão capazes como os homens.
  - E. As escolas não têm feito o suficiente para encorajar as mulheres a escolher cursos de ciências. As mulheres são tão capazes como os homens em ciência.
  - F. Até há pouco pensava-se que a ciência era uma vocação de homens e esperava-se que a maioria das mulheres trabalhasse em casa ou em trabalhos tradicionais; por tanto, a imagem pública do cientista desanimava as mulheres e encorajava os homens, para se tornarem cientistas. Mas este aspecto hoje em dia está a mudar: a ciência está a converter-se numa vocação de mulheres e espera-se que estas trabalhem em ciência cada vez mais.
  - G. As mulheres têm sido desencorajadas ou não se lhes era permitido entrar no campo científico. As mulheres estão tão interessadas pela ciência e são tão capazes como os homens; mas os cientistas estabelecidos (que são homens) tendem a desencorajar ou a intimidar as possíveis mulheres cientistas.
  - H. NÃO existem razões para ter mais homens cientistas que mulheres cientistas. Ambos são igualmente capazes de ser bons em ciência e hoje em dia as oportunidades são semelhantes.
-

70231 Quando se propõe uma nova teoria científica, os cientistas devem decidir se a aceitam ou não. Tomam esta decisão por consenso; isto é, os que a propõem devem convencer uma grande maioria de outros cientistas para acreditarem na nova teoria.

Os cientistas que propõem uma teoria devem convencer outros cientistas:

- A. Mostrando-lhes provas concludentes que apoiem que a teoria é verdade.
- B. Porque uma teoria é útil para a ciência apenas quando a maioria dos cientistas crêem nela.
- C. Porque quando um certo número de cientistas estuda uma teoria e as suas novas ideias, provavelmente revêem-na ou actualizam-na. Em resumo, quando se alcança consenso, os cientistas tornam a teoria mais exacta.

Os cientistas que propõem uma teoria NÃO têm que convencer outros cientistas:

- D. Porque as provas que a apoiam falar por si mesmas.
- E. Porque cada cientista decidirá individualmente se usa a teoria ou não.
- F. Porque cada cientista pode aplicar a teoria individualmente, na medida em que esta explica resultados e é útil, independentemente das crenças de outros cientistas.

---

80131 Quando se desenvolve uma nova tecnologia (por exemplo, um computador novo, um reactor nuclear, um míssil ou um medicamento novo para curar o cancro), pode ser posta em prática ou não. A decisão de usar a nova tecnologia depende de as vantagens para a sociedade compensarem a desvantagens.

- A. A decisão de usar uma nova tecnologia depende principalmente dos benefícios para a sociedade, porque se há demasiadas desvantagens, a sociedade não a aceitará e esta pode travar o seu desenvolvimento posterior.
- B. A decisão depende de algo mais do que só as vantagens ou desvantagens da tecnologia. Depende do bom funcionamento, do seu custe e da sua eficiência.
- C. Depende do ponto de vista que se tenha. O que é uma vantagem para uns pode ser uma desvantagem para outros.
- D. Muitas tecnologias novas puseram-se em funcionamento para ganhar dinheiro ou alcançar poder, ainda que as suas desvantagens fossem maiores que as suas vantagens.
- E. Depende do tipo de nova tecnologia de que se trate. Nuns casos, a decisão dependerá das vantagens ou das desvantagens, e noutros casos, dependerá de outras coisas.

---

90211 Muitos modelos científicos usados nos laboratórios de investigação (tais como o modelo do calor, o dos neurónios, do DNA ou do átomo), são cópias da realidade.

Os modelos científicos SÃO cópias da realidade:

- A. Porque os cientistas dizem que são verdadeiros, portanto devem sê-lo.
- B. Porque há muitas provas científicas que demonstram que são verdadeiros.

- C. Porque são verdadeiros para a vida. O seu objectivo é mostrar-nos a realidade ou ensinar-nos algo sobre ela.
- D. Os modelos científicos são, muito aproximadamente, cópias da realidade, porque são baseados em observações científicas e em investigação.  
Os modelos científicos NÃO são cópias da realidade:
- E. Porque simplesmente são úteis para aprender e explicar, dentro das suas limitações.
- F. Porque mudam com o tempo e com o estado do conhecimento, como o fazem as teorias.
- G. Porque estes modelos devem ser ideais ou conjecturas bem informadas, já que o objecto real não se pode ver.

---

90411 *Ainda que as investigações científicas se façam correctamente, o conhecimento que os cientistas descobrem com essas investigações pode mudar no futuro.*

- O conhecimento científico muda:
- A. Porque os cientistas mais jovens desaprovam as teorias ou descobertas dos cientistas anteriores. Isso acontece usando novas técnicas ou instrumentos melhorados para encontrar factores novos passados por alto antes, ou para detectar erros na investigação original “correcta”.
  - B. Porque o conhecimento velho e antigo é reinterpretado à luz das novas descobertas; portanto, os factos científicos podem mudar.
  - C. O conhecimento científico PARECE mudar porque pode ser distinta a interpretação ou a aplicação de velhos factos; mas as experiências realizadas correctamente produzem factos invariáveis.
  - D. O conhecimento científico PARECE mudar porque o novo conhecimento se junta sobre o anterior; mas o conhecimento antigo não muda.

---

90621 *Os melhores cientistas são os que seguem as etapas do método científico.*

- A. O método científico assegura resultados válidos, claros, lógicos e exactos. Portanto, a maioria dos cientistas seguirão as etapas do método científico.
- B. O método científico, tal como se ensina nas aulas, deveria funcionar bem para a maioria dos cientistas.
- C. O método científico é útil em muitos casos, mas não assegura resultados. Portanto, os melhores cientistas também terão originalidade e criatividade.
- D. Os melhores cientistas são aqueles que usam qualquer método para obter resultados favoráveis (incluindo a imaginação e a criatividade).
- E. Muitas descobertas científicas foram feitas por casualidade, e não seguindo o método científico.

**Obrigado pela sua colaboração!**



## Forma 2. Português

### A apresentação

Este questionário anónimo pretende conhecer as suas opiniões sobre algumas questões importantes sobre a ciência e a tecnologia no mundo actual. Todas as questões têm a mesma estrutura: um texto inicial que coloca um problema ao qual se segue uma lista de frases que representam diferentes alternativas de possíveis respostas a esse problema e que estão ordenadas e identificadas sucessivamente com uma letra (A, B, C, D, etc.).

**Pede-se que atribua um valor relativo ao seu grau de concordância pessoal com cada uma das frases escrevendo no quadrado à esquerda da frase o número que representa a sua opinião, expresso numa escala de 1 a 9 com os seguintes significados:**

DESACORDO				INDECISO	ACORDO			OUTROS		
Total	Alto	Médio	Baixo		Baixo	Médio	Alto	Total	Não a entendo	Não sei
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

Nos casos em que não possa manifestar a sua opinião relativamente a alguma frase, escreva uma razão:

- E. Não entendo a frase.
- ou S. Não sei o suficiente para a avaliar.

#### Exemplo de pergunta com respostas

(Os números situados na coluna da esquerda representam as respostas que deve escrever; os valores neste exemplo são fictícios e não devem ser tomados como referência para mais nada)

10412 *A ciência influencia a tecnologia?*

- 1 A. A ciência não tem muita influência na tecnologia.
- 6 B. Tecnologia é ciência aplicada.
- 8 C. O avance na ciência conduz a novas tecnologias.
- 9 D. A ciência torna-se mais valiosa quando se usa na tecnologia.
- 7 E. A ciência é o conhecimento base para a tecnologia.
- 8 F. Os conhecimentos da investigação científica aplicada usam-se mais na tecnologia que os conhecimentos da investigação científica pura.
- 2 G. A tecnologia é a aplicação da ciência para melhorar a vida.

**Dados sociodemográficos** (escreva ou marque uma cruz nos quadrados seguintes).

**Em que país vive?** Argentina<sub>1</sub>  Brasil<sub>2</sub>  Colombia<sub>3</sub>  Espanha<sub>4</sub>  México<sub>5</sub>  Portugal<sub>6</sub>   
 Uruguai<sub>7</sub>  Outro<sub>8</sub>

**Qual a sua idade em anos?** \_\_\_\_ (escreva a sua idade)

**É homem ou mulher?** Homem<sub>1</sub>  Mulher<sub>2</sub>

**É estudante?** Sim, pre-universitário/a<sub>1</sub>  Sim, inicio a universidade<sub>2</sub>  Sim, acabo a universidade<sub>3</sub>  Não<sub>4</sub>

**É professor/a...?** Em formação<sub>1</sub>  Em exercício<sub>2</sub>  Não sou professor/a<sub>3</sub>

**Se é professor/a, em formação ou em exercício, em que nível?** Primário (1º 2º CEB)<sub>1</sub>   
 Secundária básica<sub>2</sub>  Formação profissional<sub>3</sub>  Secundária superior<sub>4</sub>   
 Superior (politécnico/universidade)<sub>5</sub>  Outro<sub>6</sub>  (escreva) \_\_\_\_\_

**Qual é o seu grau académico mais elevado?** Doutor<sub>1</sub>  Mestre<sub>2</sub>  Licenciado<sub>3</sub>   
 Licenciado (por equiparação, bacharel)<sub>4</sub>  Secundária superior<sub>5</sub>   
 Outra<sub>6</sub>  (escreva) \_\_\_\_\_

	<b>...su titulación?</b>	<b>...su ocupación?</b>
Artes (música, teatro, pintura, escultura, diseño, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>
Humanidades (literatura, lenguas, historia, arte, filosofía, lógica, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>

**Como definiria a especialidade principal da...**

	<b>...sua formação?</b>	<b>...sua ocupação?</b>
Artes (música, teatro, pintura, escultura, desenho, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>
Humanidades (literatura, línguas, história, arte, filosofia, lógica, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>
Sociais (direito, economia, política, sociologia, geografia, psicologia, educação)	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>
Engenharias (também arquitectura, matemáticas, informática, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
Ciências (física, química, biología, geología, ambientais, do mar, medicina, etc.)	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>
Uma mistura das anteriores (incluindo ciências)	<input type="checkbox"/> <sub>6</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>6</sub>
Nenhuma das anteriores, outras	<input type="checkbox"/> <sub>7</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>7</sub>

**Leia com atenção cada questão e as diferentes frases alternativas. Atribua um valor a cada frase, com sinceridade, e escreva-o no quadrado correspondente**

10211 Definir o que é a tecnologia pode ser difícil porque esta serve para muitas coisas. Mas a tecnologia, PRINCIPALMENTE, é:

A. Muito parecida com a ciência.

- B. A aplicação da ciência.
- C. Novos processos, instrumentos, maquinaria, ferramentas, aplicações, artefactos, computadores ou aparelhos práticos para uso diário.
- D. Robots, electrónica, computadores, sistemas de comunicação, automatismos, máquinas.
- E. Uma técnica para construir coisas ou uma forma de resolver problemas práticos.
- F. Inventar, desenhar e ensaiar coisas (por exemplo, corações artificiais, computadores e veículos espaciais).
- G. Ideias e técnicas para conceber e fazer coisas; para organizar os trabalhadores, as pessoas de negócios e os consumidores; e para o progresso da sociedade.
- H. Saber como fazer coisas (por exemplo, instrumentos, maquinaria, aparelhos).

---

*10421 Para melhorar a qualidade de vida do país, seria melhor gastar dinheiro em investigação tecnológica EM VEZ DE em investigação científica.*

- A. Investir em investigação tecnológica porque melhorará a produção, o crescimento económico e o emprego. Tudo isto é muito mais importante que qualquer coisa que ofereça a investigação científica.
- Investir em ambas:
- B. Porque não há realmente diferenças entre ciência e tecnologia.
  - C. Porque o conhecimento científico é necessário para fazer avanços tecnológicos.
  - D. Porque ambas inter-actúan e se complementam entre si, por igual. A ciência dá à tecnologia tanto como a ciência dá à tecnologia.
  - E. Porque cada uma à sua maneira oferece vantagens à sociedade. Por exemplo, a ciência proporciona avanços médicos e no meio ambiente, enquanto que a tecnologia dá maior eficiência e comodidade.
  - F. Investir em investigação científica, isto é, investigação médica ou sobre o meio ambiente, porque estas são mais importantes que fazer melhores aplicações, computadores ou outros produtos da investigação tecnológica.
  - G. Investir em investigação científica porque melhora a qualidade de vida (por exemplo, curas médicas, respostas a problemas de contaminação e aumento do conhecimento). A investigação tecnológica, por outro lado, piorou a qualidade de vida (por exemplo bombas atómicas, contaminação e automatização).
  - H. Não investir em nenhuma. A qualidade de vida não melhorará com os avanços na ciência e na tecnologia, mas apenas com investimentos noutros sectores da sociedade (por exemplo, bem estar social, educação, criação de emprego, artes, cultura e ajudas de outros países).

20211 *A investigação científica no nosso país seria melhor se fosse mais estreitamente dirigida pelas empresas (por exemplo, companhias de alta tecnologia, comunicações, farmacêuticas, florestais, mineiras ou manufactureiras).*

Deveriam ser principalmente as empresas a dirigir a ciência:

- A. Porque um controlo mais estreito pelas empresas tornaria a ciência mais útil e conseguiria descobertas mais rapidamente, graças às suas comunicações mais rápidas, melhor dotação económica e mais competitividade.
- B. Para melhorar a cooperação entre a ciência e a tecnologia, e portanto, resolver os problemas juntas.
- C. Mas as instituições do governo ou públicas deveriam poder dizer algo sobre o que a ciência pretende conseguir.

As empresas NÃO deveriam dirigir a ciência:

- D. Porque se o fazem, as descobertas científicas estariam limitadas àquelas que beneficiam as empresas (por exemplo, ter lucros).
- E. Porque, se o fazem, as empresas obstacularizariam a investigação de problemas importantes que as empresas não querem enfrentar (por exemplo, a contaminação produzida pela empresa).
- F. A ciência não pode ser dirigida nem pelas empresas nem por ninguém, porque nem sequer os cientistas podem controlar o que a ciência descobrirá.

20511 *O êxito da ciência e da tecnologia no nosso país depende de ter bons cientistas, engenheiros e técnicos. Por tanto, o país necessita que os alunos estudem mais ciências na escola.*

É necessário que os alunos estudem mais ciências:

- A. Porque é importante para ajudar o nosso país a manter-se ao nível de outros.
- B. Porque a ciência afecta quase todos os aspectos da sociedade. Como no passado, o futuro depende de bons cientistas e tecnólogos.
- C. Deve fomentar-se que os estudantes estudem mais ciências, mas um tipo diferente de cursos de ciências. Devem aprender como a ciência e a tecnologia afectam as suas vidas diárias.

NÃO é necessário que os alunos estudem mais ciências:

- D. Porque outras disciplinas da escola são iguais ou mais importantes para o êxito futuro do país.
- E. Porque não funcionará. Algumas pessoas não gostam da ciência. Forçar-lhes o estudo, será perder tempo e afastá-los-á da ciência.
- F. Porque nem todos os alunos podem compreender a ciência, apesar de que isso os ajudaria nas suas vidas.
- G. Porque nem todos os alunos podem compreender a ciência. A ciência não é realmente necessária para todos.
- H. Porque não é correcto que outros decidam se um estudante deveria ter mais ciências.

40131 *Os cientistas deveriam ser considerados responsáveis por informar o público em geral sobre as suas descobertas, de modo que o cidadão médio pudesse entendê-los.*

- Os cientistas deveriam ser considerados responsáveis:
- A. Porque de outra maneira as descobertas científicas são demasiado difíceis e complexas de entender para uma pessoa média, e isso faz parecer que a ciência progride demasiado depressa.
  - B. Porque os cidadãos deveriam conhecer como se gasta o dinheiro público na ciência.
  - C. Porque os cidadãos têm direito de saber o que acontece no seu país. Deveriam conhecer as descobertas para melhorar as suas próprias vidas tomando consciência dos benefícios da ciência e para estar informado de todas as opções responsáveis que podem afectar o seu futuro.
  - D. Porque os cidadãos poderiam estar interessados ou ter curiosidade em conhecer as novas descobertas.
  - E. Os cientistas deveriam ser considerados responsáveis por informar sobre algumas descobertas (por exemplo, as novas descobertas mais significativas que podem afectar os cidadãos), mas outras deveriam manter-se sem serem informadas.
  - F. Os cientistas podem tentar informar das suas descobertas, mas o cidadão médio não entenderá ou não estará interessado nelas.
  - G. Os cientistas NÃO deveriam ser considerados responsáveis já que, com frequência, aos cidadãos não parece importar-lhes. Os cidadãos devem aprender suficiente ciência para entender as informações.

40211 *Os cientistas e engenheiros deveriam ser os únicos a decidir os assuntos científicos do nosso país porque são as pessoas que melhor conhecem estes assuntos.*

Por exemplo, os tipos de energia adequada ao futuro (nuclear, hidráulica, solar, queimando carvão, etc.), os índices permitidos de contaminação do ar no nosso país (emissões industriais de dióxido de enxofre, controlo da contaminação pelos carros e camiões, emissões de gases ácidos dos poços de petróleo, etc.), o futuro da biotecnologia no nosso país (ADN recombinante, engenharia genética, desenvolvimento de bactérias eliminadoras de minerais ou criadoras de neve, etc.), técnicas aplicadas ao feto (amniocentese para analisar os cromossomas do feto, alterar o desenvolvimento do embrião, os bebés provetas, etc.), ou sobre o desarmamento nuclear.

- Os cientistas e engenheiros são quem deveria decidir:
- A. Porque têm a formação e dados que lhes dão uma melhor compreensão do tema.
  - B. Porque têm o conhecimento e podem tomar melhores decisões que os burocratas do governo ou as empresas privadas, que têm interesses criados.
  - C. Porque têm a formação e os dados que lhes dão uma maior compreensão; MAS os cidadãos deveriam estar implicados, ou deveriam ser informados ou consultados.
  - D. A decisão deveria ser tomada de maneira partilhada. As opiniões dos cientistas e engenheiros, outros especialistas e os cidadãos informados deveriam ser tidas em conta nas decisões que afectam a nossa sociedade.

- E. O governo deveria decidir porque o tema é basicamente político; MAS cientistas e engenheiros deveriam aconselhar.
- F. Os cidadãos deveriam decidir, porque a decisão afecta a todos; MAS cientistas e engenheiros deveriam aconselhar.
- G. Os cidadãos deveriam decidir, porque servem como controlo dos cientistas e engenheiros. Estes têm opiniões idealistas e estreitas sobre o tema e, portanto, prestam pouca atenção às consequências.
- H. Depende do tipo de decisão a tomar; não é o mesmo decidir sobre o desarmamento nuclear ou sobre um bebé. Nuns casos poderiam fazê-lo só os cientistas, e neutros, os cidadãos ou só os interessados.

40421 *Na tua vida diária, o conhecimento de ciência e de tecnologia ajuda-te pessoalmente a resolver problemas práticos (por exemplo, conseguir retirar o carro de uma zona de gelo, cozinhar ou cuidar de um animal).*

O pensamento sistemático aprendido nas aulas de ciências (por exemplo, colocar hipóteses, recolher dados, ser lógico):

- A. Ajuda-me a resolver problemas na minha vida diária. Os problemas diários resolvem-se de maneira mais fácil e lógica se se tratam como problemas de ciências.
- B. Dá-me uma maior compreensão e conhecimento dos problemas diários. Contudo, as técnicas que aprendi para resolver um problema não me são úteis directamente na minha vida diária.
- C. As ideias e factos que aprendi nas aulas de ciências por vezes ajudam-me a resolver problemas ou a tomar decisões sobre coisas como cozinhar, não adoecer ou explicar uma ampla variedade de fenómenos físicos (por exemplo, o trovão ou as estrelas).
- D. O pensamento sistemático e as ideias e factos que aprendi nas aulas de ciências ajudam-me muito. Servem-me para resolver alguns problemas e entender uma ampla variedade de fenómenos físicos (por exemplo, o trovão ou as estrelas).
- E. O que aprendi nas aulas de ciências geralmente não me ajuda a resolver problemas práticos; mas serve-me para perceber, relacionar-me e compreender o mundo que me rodeia.

O que aprendi nas aulas de ciências NÃO se relaciona com a minha vida diária:

- F. Biologia, química, geologia e física não se me apresentam práticas. Tratam detalhes teóricos e técnicos que têm pouco a ver com o meu mundo de cada dia.
- G. Os meus problemas quotidianos são resolvidos pela minha experiência passada ou por conhecimentos que não estão relacionados com a ciência e a tecnologia.

50111 *Parece que existem dois tipos de pessoas, as que entendem de ciências e as que enetendem de letras (por exemplo, literatura, história, economia, leis). Mas se todos estudassem mais ciências, então todos as compreenderiam.*

- A. EXISTEM estes dois tipos de pessoas. Se as pessoas de letras estudassem mais ciências chegariam também a compreendê-las, porque quanto mais se estuda alguma coisa, mais se chega a gostar e a compreender melhor.
- EXISTEM estes dois tipos de pessoas, mas ainda que as pessoas de letras estudassem mais ciências, NÃO chegariam necessariamente a compreender melhor:
- B. Porque podem não ter a capacidade ou o talento para compreender a ciência. Estudar mais ciência não lhes dará essa faculdade.
- C. Porque podem não estar interessados pela ciência. Estudar mais ciências não mudaria o seu interesse.
- D. Porque podem não estar orientados ou inclinados para a ciência. Estudar mais ciências não mudaria o tipo de pessoa.
- E. Não existem só estes dois tipos de pessoas. Há tantos tipos de pessoas como preferências individuais possíveis, incluindo as que entendem ambas, as ciências e as letras.

60521 *Trabalhando em ciência ou tecnologia, uma boa cientista mulher realizaria o trabalho basicamente da mesma maneira que um bom cientista homem.*

- NÃO há diferenças entre homens e mulheres cientistas na maneira como fazem ciência:
- A. Porque todos os bons cientistas realizam o trabalho da mesma maneira.
- B. Porque os homens e as mulheres cientistas a mesma formação.
- C. Porque acima de tudo, homens e mulheres são iguais na inteligência.
- D. Porque homens e mulheres são iguais em termos do que se necessita para ser bom cientista.
- E. Porque todos somos iguais, independentemente do trabalho que façamos.
- F. Porque qualquer diferença na maneira como os cientistas trabalham em ciência são devidas às diferenças individuais. Tais diferenças não têm nada a ver com ser homem ou mulher.
- G. As mulheres trabalhariam em ciência de maneira algo diferente porque, por natureza ou por educação, as mulheres têm diferentes valores, opiniões, perspectivas ou características (tais como paciência).
- H. Os homens trabalhariam em ciência de maneira algo diferente, porque os homens trabalham em ciência melhor que as mulheres.
- I. As mulheres provavelmente trabalhariam em ciência algo melhor que os homens, porque as mulheres trabalhariam mais duramente para competir num campo como a ciência que tem sido dominado pelos homens.

70211 *Quando os cientistas não estão de acordo num tema (por exemplo, se um baixo nível de radiação é prejudicial ou não), é principalmente porque não têm todos os mesmos factos. Esta opinião científica não tem NADA QUE VER com valores morais (boa ou má conduta) ou com motivações pessoais (reconhecimento pessoal, agradar aos trabalhadores ou às instituições que dão dinheiro).*

- Os desacordos entre cientistas podem suceder:
- A. Porque não foram descobertos todos os factos. A opinião científica baseia-se completamente em factos observáveis e compreensão científica.

- B. Porque diferentes cientistas conhecem factos diferentes. A opinião científica baseia-se completamente no conhecimento dos factos pelos cientistas.
- C. Porque diferentes cientistas interpretam os factos ou o seu significado de maneira diferente. Isto sucede por causa de diferentes teorias científicas, NÃO por valores morais ou motivações pessoais.
- D. Principalmente por factos diferentes ou incompletos, mas parcialmente por causa dos diferentes valores morais, opiniões ou motivações pessoais.
- E. Por um certo número de razões como qualquer combinação das seguintes: ausência de factos, desinformação, diferentes teorias, opiniões pessoais, valores morais, reconhecimento público e pressões das empresas ou dos governos.
- F. Quando diferentes cientistas interpretam os factos (ou o seu significado) e maneira diferente, principalmente por causa de diferentes opiniões pessoais, valores morais, prioridades pessoais ou política. (Com frequência o desacordo elimina riscos e beneficia a sociedade).
- G. Porque foram influenciados pelas empresas ou pelo governo.

*70711 Os cientistas formados em diferentes países têm maneiras diferentes de ver um problema científico. Isto quer dizer que o sistema educativo ou a cultura de um país pode ter influência sobre as conclusões a que chegam.*

De facto, o país marca diferenças:

- A. Porque a educação e a cultura afectam todos os aspectos da vida, incluindo a formação dos cientistas e a sua maneira de pensar sobre um problema científico.
- B. Porque cada país tem um sistema diferente para ensinar a ciência. A forma como se ensina a resolver problemas estabelece diferenças nas conclusões que alcançam os cientistas.
- C. Porque o governo e a indústria de um país só ajudarão economicamente os projectos científicos que se ajustem às suas necessidades. Este aspecto condiciona o que um cientista estudará.
- D. Depende. A forma como um país prepara os seus cientistas pode estabelecer diferenças em alguns cientistas. MAS outros cientistas vêem os problemas à sua maneira, baseando-se nas suas opiniões pessoais.

O país NÃO marca diferenças:

- E. Porque os cientistas vêem os problemas à sua maneira pessoal, independentemente do país onde se prepararam.
- F. Porque os cientistas de todo o mundo usam o mesmo método científico, que conduz a conclusões similares.

*90111 As observações científicas feitas por cientistas competentes serão diferentes se estes acreditam em diferentes teorias.*

- A. Sim, porque os cientistas farão experiências diferentes e verão coisas distintas.

- B. Sim, porque os cientistas pensarão de maneira diferente e isso alterará as suas observações.
- C. As observações científicas não diferirão muito ainda que os cientistas acreditem em teorias diferentes. Se estes são realmente competentes as suas observações serão similares.
- D. Não, porque as observações são tão exactas quanto possível. Foi assim que a ciência foi capaz de avançar.
- E. Não, as observações são exactamente o que vemos e nada mais; são os factos.

90311 *Quando os cientistas classificam algo (por exemplo, uma planta de acordo com a sua espécie ou uma estrela segundo o seu tamanho), estão classificando a natureza tal como realmente é; qual-quer outra maneira seria simplesmente errada.*

- A. As classificações ajustam-se a como realmente é a natureza, já que os cientistas as provaram ao longo de muitos anos de trabalho.
- B. As classificações ajustam-se a como realmente é a natureza, já que os cientistas usam as características observáveis quando classificam.
- C. Os cientistas classificam a natureza da maneira mais simples e lógica possível, mas esta forma não é necessariamente a única.
- D. Existem muitas formas de classificar a natureza, mas entrando em acordo num sistema universal de classificação, os cientistas podem evitar a confusão no seu trabalho.
- E. Poderiam existir outras formas correctas de classificar a natureza, porque a ciência é susceptível de mudar e as novas descobertas podem levar a novas classificações.
- F. Ninguém sabe como é realmente a natureza. Os cientistas classificam de acordo com as suas percepções ou teorias. A ciência não é exacta e a natureza é muito diversa. Portanto, os cientistas poderiam usar mais do que um esquema de classificação.

90521 *Quando se desenvolvem novas teorias ou leis, os cientistas necessitam fazer algumas suposições sobre a natureza (por exemplo, que a matéria é feita de átomos). Estas suposições têm que ser verdadeiras para que a ciência progrida adequadamente.*

As suposições TÊM QUE SER verdadeiras para que a ciência progrida:

- A. Porque são necessárias suposições correctas para ter teorias e leis correctas. Em caso contrário os cientistas perderiam muito tempo e esforço empregando teorias e leis erradas.
- B. Em caso contrário a sociedade teria sérios problemas, como uma inadequada tecnologia e produtos químicos perigosos.
- C. Porque os cientistas fazem investigações para provar que as suas suposições são verdadeiras antes de continuar com o seu trabalho.

- D. Depende. Por vezes a ciência necessita suposições verdadeiras para progredir. Mas por vezes a história demonstrou que se fizeram grandes descobertas refutando uma teoria e aprendendo com as suas suposições falsas.
- E. Os cientistas não fazem suposições. Investigam uma ideia para averiguar se é verdadeira. Não supõem que seja verdade.

---

91011 Suponha que um explorador “descobre” ouro e que um artista “inventa” uma escultura. Algumas pessoas pensam que os cientistas “descobrem” as LEIS, HIPÓTESES E TEORIAS científicas; outros pensam que os cientistas as “inventam”. O que pensa você sobre isto?

Os cientistas descobrem as leis, hipóteses e teorias científicas:

- A. Porque as leis, hipóteses e teorias estão fora, na natureza, e os cientistas apenas têm que encontrá-las.
- B. Porque as leis, hipóteses e teorias se baseiam em factos experimentais.
- C. Mas os cientistas inventam os métodos para encontrar essas leis, hipóteses e teorias.
- D. Alguns cientistas tropeçam com uma lei por casualidade, portanto descobrem-na. Mas outros cientistas inventam a lei a partir dos factos conhecidos.
- E. Os cientistas inventam as leis, hipóteses e teorias, porque interpretam os factos experimentais que descobrem. Os cientistas não inventam o que a natureza faz, mas inventam as leis, hipóteses e teorias que descrevem o que a natureza faz.
- F. Depende em cada caso; as leis descobrem-se e as teorias e hipóteses inventam-se.

**Obrigado pela sua colaboração!**

COLECCIÓN DOCUMENTOS DE TRABAJO

TÍTULOS PUBLICADOS

Documento n.º 1

*Década de la educación para la sostenibilidad. Temas de acción clave*

Amparo Vilches, Óscar Macías y Daniel Gil Pérez

Documento n.º 2

*Concepción y tendencias de la educación a distancia en América Latina*

Lorenzo García Areito (coord.)

Documento n.º 3

*Educación, ciencia, tecnología y sociedad*

Mariano Martín Gordillo (coord.)

Documento n.º 4

*La nanotecnología en Iberoamérica*

Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad

# CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN IBEROAMÉRICA: UNA EVALUACIÓN DE LA COMPRENSIÓN DE LA NATURALEZA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

En el siglo XXI, la educación científica es especialmente requerida en todo el mundo para que, además de enseñar los conocimientos tradicionales de ciencia y tecnología, también enseñe a toda la ciudadanía cómo obtienen y producen conocimientos válidos estas disciplinas. Para afrontar bien este reto innovador, es relevante diagnosticar los conocimientos actuales de los actores responsables de responder al reto de ¿qué nivel de conocimiento tienen los estudiantes sobre este tema?, ¿los estudios especializados de ciencia y tecnología forman bien a sus estudiantes?, ¿los profesores de ciencias en formación alcanzan una comprensión adecuada?, ¿los profesores de ciencias y tecnología están preparados para enseñar bien?

Esta publicación ofrece respuestas a estas cuestiones, basadas en los datos empíricos de un proyecto de investigación que evalúa las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad de estudiantes y profesores en varios países iberoamericanos.