

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.

EDITA

Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI
Bravo Murillo, 38. 28015 Madrid (España)
Tel.: (+34) 91 594 43 82 | Fax: (+34) 91 594 32 86
oei@oei.es | 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	A MODO DE INTRODUCCIÓN
	PARTE 1. CUESTIONES GENERALES
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 COMPRESIÓN DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA (NdCyT) ENTRE LOS PAÍSES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO PIEARCTS
	PARTE 2. RESULTADOS EN DIVERSOS PAÍSES
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 COMPRESIÓN 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
	PARTE 3. ANÁLISIS DE TEMAS TRANSVERSALES
129	9. ¿APORTAN ALGO LOS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE GRADO A LA COMPRESIÓN 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	BIBLIOGRAFÍA
201	APÉNDICE. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

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

Andoni Garritz¹, Cristina Rueda¹ y César Robles²

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
Licenciatura					
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.

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.