

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.

© 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 | 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

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

Antoni Bennàssar Roig¹, Antonio García-Carmona², Ángel Vázquez Alonso¹,
María Antonia Manassero Mas¹ y Marisa Montesano de Talavera³

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.