



**XVI**  
Congreso Nacional de  
Investigación Educativa  
CNIE-2021

## Concepciones de futuros profesores de primaria sobre la naturaleza de la ciencia

**Emanuel Orlando Esqueda Aguilera**

Universidad Autónoma de Aguascalientes  
[emanuelorlandoesqueda.aguilera@gmail.com](mailto:emanuelorlandoesqueda.aguilera@gmail.com)

**Ana Arceo Luna**

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional  
[ana.arceo@investav.mx](mailto:ana.arceo@investav.mx)

Área temática 06. Educación en campos disciplinares.

Línea temática: Formación inicial y permanente de profesores en los distintos campos del saber disciplinar.

Tipo de ponencia: Reportes parciales o finales de investigación.



### Resumen

Dada la relevancia de las ciencias naturales en la formación de los ciudadanos, esta ponencia se propuso identificar las concepciones y diferencias existentes sobre las concepciones de la naturaleza de la ciencia que poseen futuros profesores que cursan diversos semestres de la formación inicial docente de la Licenciatura en Educación Primaria. Se trata de un estudio cuantitativo de corte transversal. Para la toma de datos se utilizó el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) que valora distintas dimensiones de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia. Entre los principales hallazgos se encontró que los estudiantes noveles poseen concepciones más cercanas a las que tiene el consenso de científicos con respecto a la Naturaleza de las Ciencias (NdC). Este trabajo es un insumo para reflexionar sobre la formación de los futuros docentes en el área de ciencias.

**Palabras clave:** naturaleza de las ciencias, formación de profesores, ciencias naturales.

## Introducción

A partir de la industrialización y el desarrollo de la ciencia y la tecnología que se llevaron a cabo durante el siglo XIX, la enseñanza de las ciencias naturales se consolidó como una de las asignaturas básicas (SEP, 2017). En la actualidad, la sociedad del conocimiento ha jugado un papel preponderante para destacar la importancia de la formación científica, y para definir sus enfoques (Rodríguez & García, 2011). Dentro de los países que conforman la OCDE, se destaca la importancia de la ciencia para contribuir a la formación de un ciudadano crítico, autónomo y responsable que le permita actuar de manera plena en la sociedad (OCDE, 2006; Rodríguez & García, 2011).

En este sentido, los profesores de educación primaria requieren desde su formación inicial desarrollar conocimientos útiles para su práctica futura que les permitan no sólo enseñar los puntos de vista contemporáneos sobre la ciencia y la actividad científica, sino, también enseñar a los estudiantes determinados aspectos de la Naturaleza de la Ciencia [NdC], que como se ha mencionado, es un tema relevante en la formación de los ciudadanos.

Se han hecho algunos estudios sobre las concepciones acerca de la NdC con estudiantes y profesores universitarios en carreras de ciencias y humanidades, así como con estudiantes y profesores de bachillerato en México, encontrando coincidencias en que, en general, no tienen creencias adecuadas sobre la NdC (Bennásar et al., 2011). Se hizo un estudio con futuros docentes en Colombia (Callejas & Mendoza, 2011) y se concluyó que los estudiantes veteranos tenían concepciones más adecuadas aunque no se presentaba evidencia de diferencias significativas entre éstos y los estudiantes novatos. Estos hallazgos muestran algunas aproximaciones al estudio de las concepciones sobre la NdC, no obstante, dadas las diferencias contextuales sería relevante analizar a profundidad la situación de la formación inicial docente en México, con respecto a la naturaleza de la ciencia.

En relación con lo anterior, en la revisión de literatura se identificó que en Iberoamérica los estudios relacionados con las creencias que poseen los futuros docentes sobre la naturaleza de la ciencia son escasos y se centran principalmente en los profesores en servicio (García y Acevedo, 2016). De los pocos estudios realizados en formación inicial, la gran mayoría se centra en analizar a los docentes desde un enfoque cualitativo por lo que aún hace falta desarrollar investigaciones donde se utilicen acercamientos extensivos con instrumentos estandarizados (cuestionarios, test, formularios) para obtener información de un número amplio de sujetos con respecto a sus concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.

Este estudio forma parte de un proyecto más amplio sobre la formación inicial docente en el área de enseñanza de la ciencia y se abarcan cinco variables próximas del maestro que influyen en sus prácticas de enseñanza: conocimiento del contenido, conocimiento pedagógico general, conocimiento pedagógico del contenido, actitudes hacia la ciencia y concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.

En este informe se analiza la última de estas variables, por lo que se planteó como objetivo principal: identificar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y establecer las diferencias que poseen estudiantes de diversos semestres de la formación inicial docente.

Además se plantearon dos preguntas de investigación: a) ¿Cuál es la situación de los futuros docentes de primaria en sus concepciones sobre la naturaleza de la ciencia?, b) ¿Qué diferencias se encuentran entre los estudiantes de distintos semestres respecto a sus concepciones sobre la naturaleza de la ciencia?

Dado el interés del presente estudio por centrarse en una disciplina específica en la formación inicial docente en el área de las ciencias naturales, esta investigación se inserta en la línea temática *de Formación inicial y permanente de profesores en los distintos campos del saber disciplinar*.

## Desarrollo

La NdC es un término con diversas facetas, que aborda una gran variedad de asuntos relacionados con la filosofía, la sociología y la historia de la ciencia y se define como: “un metaconocimiento sobre la ciencia que surge de las reflexiones interdisciplinarias realizadas por los especialistas en las disciplinas indicadas, así como por algunos científicos y expertos en didáctica de las ciencias” (Acevedo et al. 2007a; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004 en Acevedo-Díaz, 2008, p. 135). Por su parte, Acevedo (2008) señala que para muchos autores de didáctica de las ciencias, la NdC se refiere de manera especial a la epistemología de la ciencia y se dirige sobre todo a los valores y supuestos inherentes al conocimiento científico.

Lederman y Lederman (2014) señalan que si bien no existe un consenso en el término de NdC, este desacuerdo es irrelevante para los objetivos de la enseñanza de alumnos en K-12, cuyo equivalente en México corresponde a primaria, ya que existe un nivel aceptable de generalidad con respecto a la NdC accesible para los estudiantes de este nivel y relevante en su contexto (Lederman & Lederman, 2014).

A partir de este señalamiento, el autor establece un listado de diversas características del conocimiento científico y de la ciencia, que suponen un consenso en torno a lo que se considera adecuado que aprendan los estudiantes sobre NdC (tabla 1). Estas características constituyen la base del cuestionario *Views on the Nature of Science* (VNOS), desarrollado por el mismo autor, y utilizado como referencia para el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), que se utiliza en este estudio.

Tabla 1. Características básicas de la naturaleza de la ciencia

Características básicas de la naturaleza de la ciencia
El conocimiento científico nunca es absolutamente cierto, sino que está sujeto a cambios con nuevas observaciones y reinterpretaciones de las observaciones existentes.
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. Distintas perspectivas contribuyen a múltiples interpretaciones válidas de las observaciones.
El conocimiento científico proviene de la imaginación y la creatividad humanas, al menos parcialmente, así como del 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 y a su vez, la ciencia influye en la sociedad. Los valores de la cultura determinan hacia dónde se dirige la ciencia, cómo lo hace, se interpreta, se acepta y se utiliza.
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. 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.

Extraído de: Lederman, Abd-el-Khalick, Bell y Schwartz (2002) en (Bennàssar, García, Vázquez, & Manassero, 2007).

El listado de estos aspectos no es completo, pues otros investigadores añaden o quitan algunos. Además se resalta que, a pesar de haber un consenso sobre dichas características, no existe una lista definitiva de los aspectos de la NdC, pues más que nada se busca brindar un marco de referencia que ayude a delinear la naturaleza de la ciencia. (Lederman & Lederman, 2014).

### Diseño metodológico

Esta investigación se realizó desde un enfoque metodológico de tipo cuantitativo. El estudio fue de tipo transversal dado que se realizó la toma de datos en un solo momento (Creswell, 2012), con un alcance exploratorio ya que pretendió describir de manera general la situación de los estudiantes en relación con sus concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia y establecer comparaciones entre los futuros profesores de diversos semestres. Los participantes fueron 84 estudiantes de una escuela para profesores en la ciudad de Aguascalientes, organizados en tres grupos de distintos semestres, que en el momento de la toma de datos cursaban el tercero (28 estudiantes), quinto (24 estudiantes) y séptimo semestre (32 estudiantes) del programa de la licenciatura en educación primaria.

El instrumento que se empleó fue el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) que mide las actitudes relacionadas con la epistemología y sociología de la ciencia, tecnología y sociedad (Manassero-Mas, Vázquez-Alonso, & Acevedo-Díaz, 2003). Para este proyecto se seleccionó una adaptación del cuestionario hecha en el marco del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS) (Bennàssar, García, Vázquez, & Manassero, 2007). En esta adaptación se articularon 5 dimensiones con 15 cuestiones (tabla 2).

Tabla 2. Estructura del instrumento COCTS

Dimensiones	Cuestiones
Definición de la CyT	Ciencia
	Interdependencia
Interacciones ciencia-tecnología-sociedad	Interacción CTS
	Política del gobierno del país
	Ética
	Responsabilidad social / Contaminación
Influencia de la sociedad en la CyT	Decisiones morales
	Bienestar social
	Motivaciones
Sociología interna de la CyT	Infra-representación de mujeres
	Decisiones por consenso
	Ventajas para la sociedad
	Modelos científicos
Epistemología	Provisionalidad
	Método científico

La estructura de cada una de las 15 cuestiones es la misma: una cuestión central que representa una subdimensión del contenido. En cada cuestión se plantea una pregunta de la cual se derivan varias frases que presentan diversas alternativas de respuesta. A su vez, las frases están clasificadas en tres categorías: adecuada, plausible e ingenua (Manassero, Vázquez & Acevedo, 2003). Éstas representan los tres tipos de opinión que pueden tener los estudiantes desde la perspectiva de los conocimientos de historia, filosofía y sociología de la ciencia, de acuerdo con la categoría en que se encuentre la frase que seleccione el participante (Manassero, Vázquez & Acevedo, 2003):

- Adecuada: La frase expresa una opinión adecuada desde la perspectiva de los conocimientos de historia, filosofía y sociología de la ciencia.
- Plausible: Aunque no completamente adecuada, la frase expresa algunos aspectos apropiados, desde la perspectiva de los conocimientos de historia, filosofía y sociología de la ciencia.
- Ingenua: La frase expresa una opinión inapropiada o no plausible.

Para el análisis de los resultados se utilizó el modelo de respuesta múltiple (MRM). En éste se valoran cada una de las frases de la cuestión a partir de una escala tipo Likert de nueve puntos expresando su grado de acuerdo o desacuerdo. La valoración de cada frase se transforma en un índice actitudinal que puede ir de -1 a +1, y el cual se asigna dependiendo de la categoría (adecuada, plausible o ingenua) en que se encuentra la frase (Manassero, Vázquez, & Acevedo, 2003; Bennàssar, García, Vázquez, & Manassero, 2007).

El índice actitudinal es el indicador cuantitativo de las creencias y actitudes de los estudiantes utilizado dentro del MRM. Éste representa el grado de sintonía que el alumno tiene con la clasificación de categorías asignada por los jueces a cada una de las frases del COCTS. Cuanto más positivo y cercano al valor máximo (+1) es un índice, más adecuada e informada se considera la actitud, pues está más acorde a la opinión que los jueces asignaron a esa frase. Por el contrario, cuanto más negativo y cercano al valor mínimo (-1) está el índice, la actitud es más ingenua y desinformada, pues se aleja de la opinión de los jueces con respecto a la frase. (Acevedo et al., 2001, en Bennàssar, García, Vázquez, & Manassero, 2007).

A partir de la metodología y organización del instrumento, es posible obtener distintos tipos de índices, que nos dan información con respecto al estudiante:

- Índice por cuestión (Índice global de actitud): Se obtiene a partir del promedio de todas las frases que conforman una cuestión. Representa la actitud global que se tiene con respecto al tema (sub-dimensión) que represente ésta.
- Índice por categoría: Se obtiene al promediar todas las frases que se encuentran dentro de una categoría (adecuada, plausible o ingenua), independientemente de la cuestión en la que estén. Nos permite identificar el grado de acuerdo con el consenso de científicos que tienen los estudiantes en cada una de las categorías de manera global.
- Índice global ponderado: Se obtiene al promediar los índices de las tres categorías. Nos permite tener un resultado global de los estudiantes con respecto al consenso de los científicos.

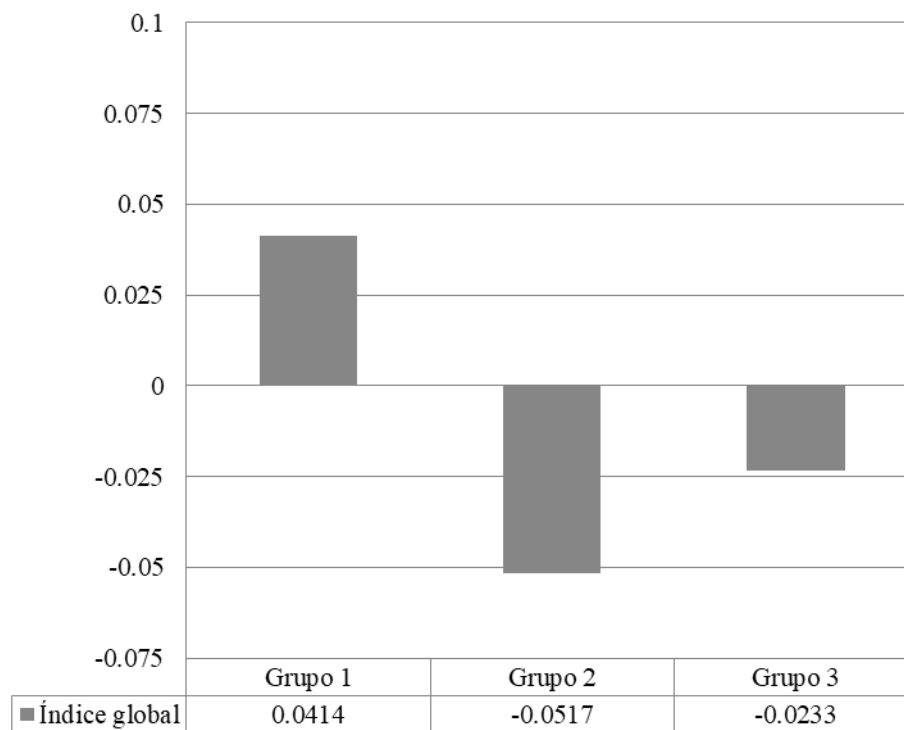
## Análisis de resultados

Como primera parte del análisis se calculó el índice Global Ponderado (figura 1). Los tres grupos tuvieron índices muy cercanos al 0, sin embargo, el grupo 1 fue el único que presentó un índice positivo, es decir, más cercano al consenso de científicos. Por otro lado, el grupo 2 fue el más alejado a dicho consenso.

A partir de una prueba paramétrica ANOVA de un factor se identificaron diferencias significativas entre los índices de los tres grupos ( $p=.002<.05$ ). Con pruebas T para dos muestras independientes se encontraron evidencias de diferencias significativas en el índice del grupo 1 con respecto al de los grupos 2 y 3 ( $p=.002<.05$ ;  $p=.007<.05$ ), mientras que entre los dos últimos no hubo evidencia de diferencias significativas ( $p=.217>.05$ ).

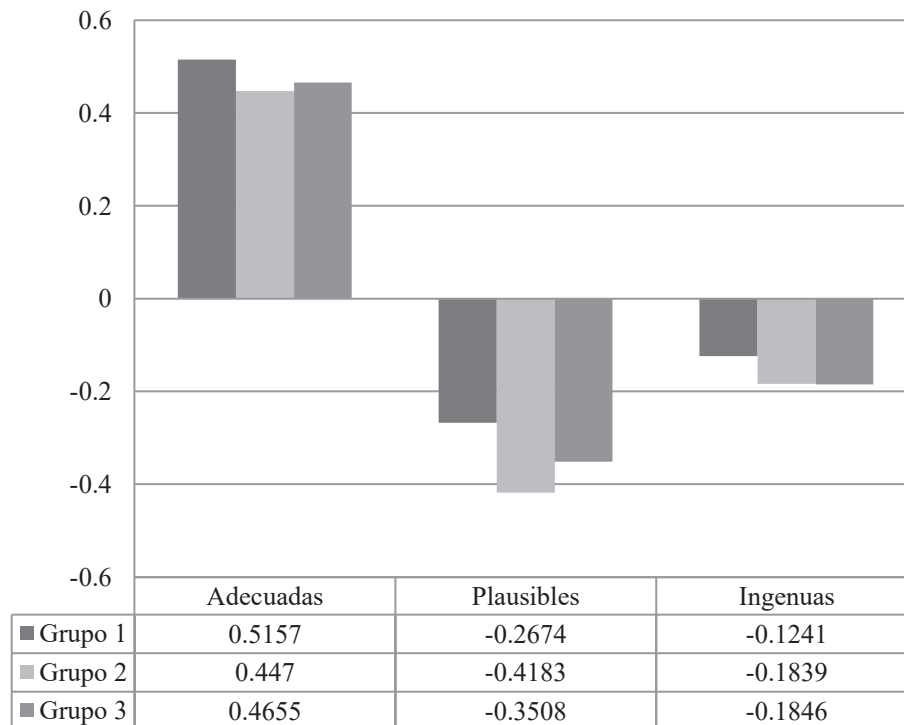
Los resultados obtenidos a partir del análisis anterior nos permiten identificar que, si bien los tres grupos presentan concepciones sobre la naturaleza de la ciencia alejadas del consenso de científicos, en los grupos 2 y 3 éstas son incluso contrarias, mientras que el grupo 1 presenta concepciones más cercanas y con diferencias significativas de las de los otros dos grupos.

Figura 1. Índice global Ponderado por semestre de instrumentos COCTS



Con respecto a los índices de categoría obtenidos por grupo (figura 2) se presentan las mismas tendencias en las tres categorías. La categoría de Adecuadas es la única en la que los índices fueron positivos, lo cual indica un mayor acercamiento al consenso de científicos por parte de los estudiantes en cuanto a aseveraciones adecuadas sobre la ciencia. Le sigue la categoría de Ingenuas con índices negativos más cercanos al 0, mientras que la categoría de Plausibles presenta los índices más bajos. En estas dos categorías puede señalarse que los estudiantes no concuerdan con el consenso de científicos cuando las aseveraciones que se hacen sobre la naturaleza de la ciencia son ingenuas o plausibles.

Figura 2. Índices de categorías por semestre de instrumento COCTS



El índice global por cuestión (índice global de actitud) se obtuvo de cada una de las 15 cuestiones que conforman el cuestionario COCTS (figura 3). Las tendencias positivas o negativas de los grupos en cada cuestión son similares, siendo el grupo 1 el que presenta mejores resultados en la mayoría. No obstante hay cuestiones en las que alguno de los otros dos grupos lo supera.

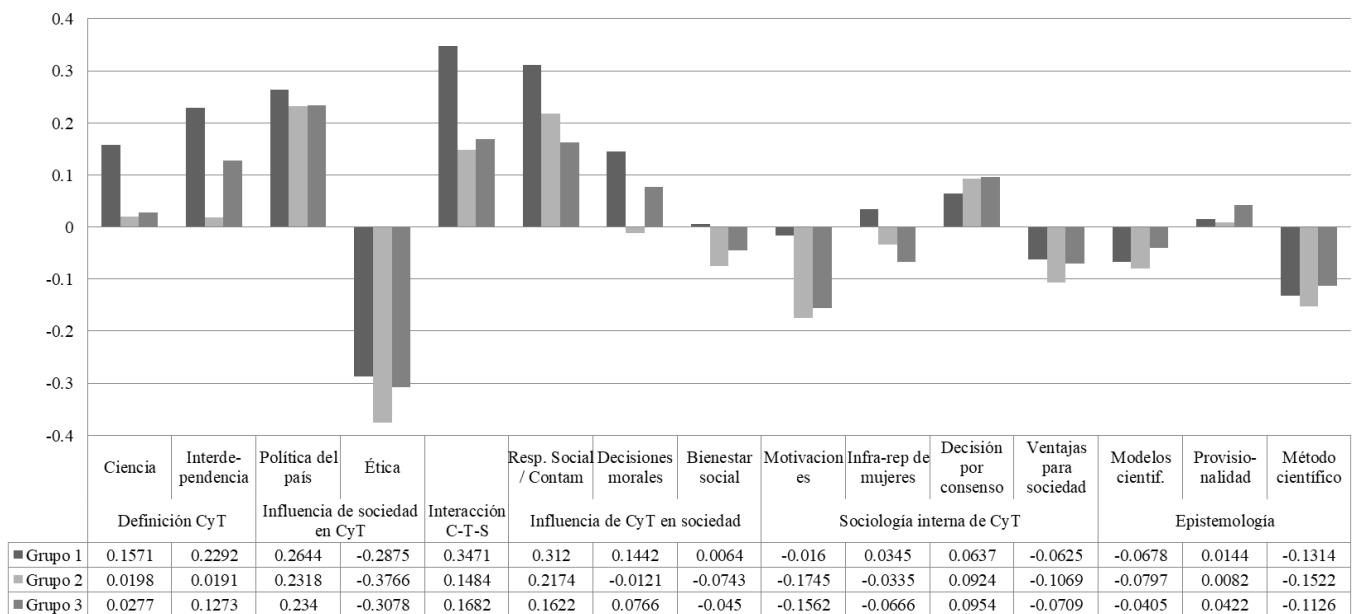
Analizando los resultados generales por dimensión, en las de *Definición CyT*, *Interacción C-T-S*, e *Influencia de la CyT en la sociedad*, se presentan los mejores resultados, pues en las dos primeras todas sus cuestiones presentan resultados positivos, mientras que en la última mencionada hay pocos resultados negativos y éstos son cercanos al 0. Se puede señalar que en estas tres dimensiones los tres grupos presentan concepciones más cercanas al consenso científico, principalmente en las cuestiones de: *Ciencia*, *Interdependencia entre CyT*, *Interacción C-T-S*, y *Responsabilidad social*.

Contrario a las dimensiones anteriores, en las de *Sociología interna de la CyT* y *Epistemología* se presentan resultados menos deseables, pues en la mayoría de las cuestiones los resultados son negativos, o positivos muy cercanos al 0. Destacan por estos resultados las cuestiones de *Motivaciones*, *Ventajas de la CyT para la sociedad*, *Modelos científicos* y *Método científico*. La cuestión de *Decisión por consenso* debe puntualizarse pues es la única cuestión de las dimensiones señaladas en la que los tres grupos presentan resultados positivos.



Por último, la dimensión de *Influencia de la sociedad en la CyT* se diferencia de las otras por los resultados contradictorios entre sus dos cuestiones. Mientras que en la cuestión de *Política del país* los tres grupos presentaron resultados positivos (y los más altos en los grupos 2 y 3), en la cuestión de *Ética* se presentaron los resultados más alejados del consenso de científicos, siendo todos negativos y muy lejanos al 0.

Figura 3. Índices de cuestiones por semestre en instrumento COCTS



## Conclusiones

Respecto a la primera pregunta de investigación, donde se pretendió analizar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los estudiantes, se encontró que, en general, los estudiantes de los tres grupos tienen concepciones muy alejadas del consenso de científicos. Incluso en algunos grupos, las concepciones son contrarias a las consensuadas. Este hallazgo reafirma lo señalado por Acevedo (2008) quien a partir de la revisión de investigación menciona que los estudiantes universitarios, en general, no tienen creencias adecuadas sobre la NdC. Llama la atención que estos resultados son coincidentes de forma indistinta entre estudiantes de educación básica, universitarios y futuros profesores.

En lo particular, hay dimensiones que destacan por apreciarse concepciones más acertadas, sin dejar de estar aún alejadas del consenso de científicos:

- Definición de CyT
- Interacción ciencia-tecnología-sociedad
- Influencia de CyT en la sociedad.

Por el contrario, se presentan dos dimensiones en las que los estudiantes mostraron concepciones opuestas a las del consenso:

- Sociología interna de la CyT
- Epistemología

Finalmente, en la dimensión de *Influencia de la sociedad en la CyT* se presentaron diferencias notorias dentro de sus cuestiones, pues mientras que en la de *Política del país* presentaron concepciones acertadas, en la de *Ética* los resultados fueron los más alejados al consenso.

El análisis de las concepciones de los estudiantes por dimensión nos permite reconocer que, si bien se presentan lejanas al consenso de científicos, de manera particular hay aspectos de la naturaleza de la ciencia donde sus concepciones no son tan equivocadas. Lo cual permitiría centrarse en las dimensiones que requieren reforzarse, pues otras ya presentan tendencias deseables con respecto a lo que se espera de los futuros docentes de primaria.

Respecto a las diferencias entre los grupos con respecto a sus concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, resaltan los resultados obtenidos pues el grupo 1, que cuenta con los estudiantes con menor tiempo en formación inicial, fue el que presentó resultados más acertados (y el único con concepciones cercanas) al consenso científico. Este hallazgo fue distinto al encontrado en el estudio realizado por Callejas y Mendoza (2007), donde los estudiantes veteranos, con más tiempo en formación inicial, presentaron concepciones menos adecuadas que los jóvenes con menos tiempo en formación, aunque no se encontraron diferencias significativas. En este caso fue el grupo con menor tiempo el que presentó concepciones más acertadas, y sus diferencias fueron significativas a las de los grupos con mayor tiempo en la institución.

El hallazgo mencionado anteriormente resalta pues lleva a cuestionarse los motivos de estas diferencias y si la institución encargada de la formación inicial docente ha influido en dichos resultados. Un estudio de tipo longitudinal sería de utilidad para determinar el grado de influencia de los distintos factores que influyen en las concepciones sobre la NdC, y en qué medida las instituciones formadoras conducen al desarrollo de concepciones adecuadas, y no que lleven a la adquisición de concepciones erróneas.

Los resultados obtenidos sirven de insumo para la reflexión y toma de decisiones sobre la formación inicial docente que se imparte en el país. Principalmente para que la NdC sea retomada como un elemento esencial dentro del currículo, tanto en los planes y programas de estudios, como en las actividades que complementan la formación inicial docente.

## Referencias

- Acevedo-Díaz, J. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 133-169.
- Bennassar, A., Vázquez, Á., Manassero, M. & García, A. (2007). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Callejas, M., & Mendoza, E. (2007). 6. Diferencias en la comprensión de la NdCyT entre profesores en formación que inician la universidad y los que finalizan su grado. En A. Bennassar, A. Vázquez, M. Manassero, & A. García-Carmona, *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia* (págs. 89-100). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on Teaching and Learning of Nature of Science. En N. Lederman, & S. Abell (Edits.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. II, págs. 600-620). Nueva York: Routledge.
- López & Mota, Á. (2003). *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje* (Tomo I) (Vol. VII). México, D.F.: COMIE-SEP-CESU.
- Manassero, M., Vázquez, Á., & Acevedo, J. (2003). *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Manual: Modelos de respuesta y puntuación. España: Dataset.
- OCDE. (2006). *PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura*. España: Santillana Educación S. L.
- Rodríguez, L. & García, N. (2011). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. México, D. F.: Secretaría de Educación Pública.