

La educación CTS en la formación de docentes y otras profesiones

The STS education in teacher training and other professions

Silvia Porro

Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN), Universidad Nacional de Quilmes (UNQ),
Argentina
sporro@unq.edu.ar

Diana Inés Roncaglia

Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN), Universidad Nacional de Quilmes (UNQ),
Argentina
diana.roncaglia@unq.edu.ar

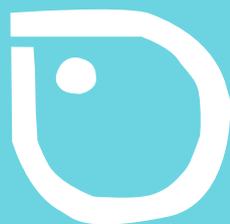
Resumo:

Neste artigo relatamos uma experiência desenvolvida na Universidad Nacional de Quilmes, no Departamento de Ciência e Tecnologia (DCyT) e no Departamento de Ciências Sociais (DCS), no âmbito do projecto EANCYT (Ensino e Aprendizagem sobre a Natureza da Ciência e Tecnologia). Num curso de Química II (DCyT) foi incluída a História da Química em vários dos temas desenvolvidos, e, num curso de Didática das Ciências Naturais, foram ensinadas explicitamente algumas questões de Natureza da Ciência e Tecnologia. Para investigar o efeito dessas estratégias de ensino, foram analisadas as opiniões de estudantes de ambos departamentos sobre vários temas CTS através de um questionário com 15 questões do COCTS (Questionário de Opiniões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade), que foi aplicado no início e no final de ambos os cursos. Foram encontradas várias diferenças significativas entre os cursos de CyT e CS, tanto em pré-teste assim como em pós-teste e, também, diferenças em cada um dos grupos. Em conclusão, consideramos ser importante prosseguir no trabalho em atividades de classe que permitam aos alunos refletir sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, uma vez que tais relações ainda não se afiguram claras para ou futuros professores e para futuros profissionais de carreiras científicas e tecnológicas.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; Formação de Professores; Educação CTS; Carreiras científico-tecnológicas.

Resumen:

En este trabajo relatamos una experiencia desarrollada en la Universidad Nacional de Quilmes en el Departamento de Ciencia y Tecnología (DCyT) y en el Departamento de Ciencias Sociales (DCS), en el marco del proyecto EANCYT (Enseñanza y Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología). En un curso de Química II (DCyT) se incluyó la Historia de la Química en varios de los temas desarrollados, y en un curso de Didáctica de las Ciencias Naturales (DCS) se enseñaron explícitamente algunos temas de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT). Para investigar el efecto de estas estrategias didácticas se indagaron las opiniones de los estudiantes de ambos cursos sobre diversos temas CTS, mediante una encuesta que incluyó 15 cuestiones del COCTS (Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad), al inicio y a la finalización de ambos cursos. Se encontraron varias diferencias significativas entre los cursos de CyT y CS, tanto el pretest como en el postest, y también diferencias dentro de cada uno de los grupos. Como



conclusión se destaca la importancia de seguir trabajando en clase con actividades que permitan a los estudiantes reflexionar acerca de las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, porque esto no está aún claro ni para los futuros docentes, ni para los futuros profesionales de carreras científico-tecnológicas.

Palabras clave: Naturaleza de la Ciencia; Formación docente; Educación CTS; Carreras científico-tecnológicas.

Abstract:

In this paper, we report an experience developed at the National University of Quilmes in the Department of Science and Technology (DST) and in the Department of Social Sciences (DSS), within the scope of the project TLNoS&T (Teaching and Learning about the Nature of Science and Technology). In a Chemistry II (DST) course, *Chemistry History* was recurrently included in various themes, and in a Natural Sciences Teaching (DSS) course, issues on the Nature of Science and Technology were explicitly taught. To investigate the effect of these teaching strategies, the opinions of students from both departments on various STS themes were analyzed through a survey containing 15 questions from QOSTS (Questionnaire of Opinions on Science, Technology and Society), applied before and after both courses. Several significant differences between ST and SS courses were found, in the pre as well as the post surveys, besides intra-group differences.

In conclusion, we highlight the importance of continuing the implementation of these in-class activities that lead students to reflect on the relationship between Science, Technology and Society, since this is not something clearly perceived by future teachers, neither by future professionals in the scientific and technological fields, at the moment.

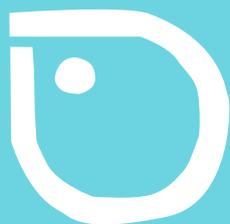
Keywords: Nature of Science; Teacher Education; CTS Education; Scientific-technological careers.

Introducción

En los últimos años se ha tomado conciencia de la necesidad de cambiar la enseñanza tradicional de las Ciencias Naturales, ya que la misma ha tenido como consecuencia, entre otros problemas, el desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia (Solbes, Montserrat, & Furió, 2007) y un rechazo de los trabajos relacionados con la ciencia y la tecnología (Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2009).

Además, la gravedad de las controversias socio-científicas que afectan a nuestra sociedad requiere una ciudadanía bien informada y capacitada para tomar las acciones apropiadas sobre esas cuestiones (Gray, Colucci-Gray, & Camino, 2010) y, como afirma Reis (2014), "las prácticas de ciencia escolar deben ser transformadas y el concepto de alfabetización científica debe ser ampliado".

Es imprescindible entonces, entre otras cosas, incentivar la educación CTS en la formación de los docentes de diferentes niveles educativos e incluir la misma en el cursado de las carreras científico-tecnológicas. Debemos cambiar el origen de los problemas a estudiar que, como afirman Cordero, Dumrauf, Mengascini y Sanmartino (2012), tradicionalmente se buscan dentro de la misma



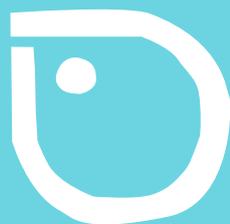
academia y sus debates y no en la realidad social. Hay que mostrar quiénes son los involucrados en la producción del conocimiento y su validación, incluyendo no solo la historia de las ciencias, sino también la historia de la tecnología para mejorar la comprensión pública de la naturaleza de la tecnología (Acevedo Díaz, 2010).

Marco teórico

La Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) es un conjunto de meta-conocimientos acerca de qué es y cómo funciona la ciencia en el mundo actual, que se han desarrollado desde múltiples áreas de reflexión, especialmente desde la historia, la filosofía y la sociología de la ciencia. El asunto central del lema NdCyT es la construcción del conocimiento científico, que incluye cuestiones epistemológicas (principios filosóficos que fundamentan su validación) y cuestiones acerca de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (CTS). El lema NdCyT se reconoce también como heredero del movimiento CTS y convergente con las propuestas del mismo para la educación en ciencia y tecnología (CyT) para la enseñanza de las ciencias desarrolladas desde hace varios lustros: mejorar la comprensión pública de CyT en el mundo actual, que engloba entender los impactos y las soluciones de CyT (sociales, medio-ambientales, económicos, culturales, etc.), algo de los temas más especializados de epistemología, y las relaciones entre CyT (Spector, Strong, & Laporta, 1998). La presencia de NdCyT en el currículo educativo se justifica por múltiples razones (cognitivas, de comprensión, utilitarias, democráticas, culturales, axiológicas), pero, sin duda, la razón más global es la finalidad de lograr una educación en CyT de calidad, que promueve la alfabetización en CyT para todos y todas, y que desarrolla valores y actitudes importantes para la comprensión pública en un mundo cada vez más impregnado de CyT (Acevedo et al., 2005).

La investigación empírica en didáctica de las ciencias muestra de modo reiterado y consistente que los y las estudiantes no tienen una comprensión adecuada sobre NdCyT. Se han obtenido resultados negativos con estudiantes de diversos países y edades a pesar, incluso, de los defectos de los instrumentos y las metodologías (Manassero, Vázquez, & Acevedo, 2001) y de los matices y las diferencias hallados entre los y las estudiantes. Varios autores detectan dificultades epistemológicas acerca del papel de la metodología, las teorías e hipótesis, los modelos, la creatividad y la provisionalidad en la validación del conocimiento científico (Erlam & Morales, 2015; Jeanneret & Porro, 2014; Kang, Scharmann, & Noh, 2005; Vázquez Alonso, Manassero Mas, & Talavera, 2010).

En la Argentina, la formación científica y académica de los profesores y las profesoras de la escuela media no se encuentra, en muchos de los casos, en el nivel esperado. Una característica distintiva de este nivel es la heterogeneidad del plantel docente. Algunos de ellos, inicialmente formados como maestros de grado, fueron "reconvertidos" para la enseñanza del área de Ciencias Naturales. Por otro lado, los profesores y las profesoras de enseñanza media difieren en su formación inicial, hay profesores y profesoras de institutos terciarios de una o varias de las disciplinas que componen el área (Física, Química, Matemática, Ciencias Naturales, etc.) y profesionales universitarios con poca o ninguna formación pedagógica. En general, muchos comparten una formación con una visión disociada entre los contenidos disciplinares y los pedagógicos. Esto conlleva a severas dificultades en cuanto a la actualización de los contenidos disciplinares y la formulación de secuencias didácticas que atiendan a temas transversales integradores, desde una adecuada propuesta pedagógica.



En este trabajo relatamos una experiencia desarrollada en la Universidad Nacional de Quilmes para mejorar la comprensión sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) de estudiantes de diferentes Departamentos.

En el Departamento de Ciencias Sociales se dicta desde el año 1998 la Licenciatura en Educación. Esta carrera tiene como objetivo central contribuir a la formación de profesionales calificados para analizar e intervenir crítica y creativamente, en colaboración y diálogo con otros, tanto en el campo profesional como investigativo en problemáticas propias del sistema educativo con sus múltiples y complejas relaciones con la sociedad civil y el Estado, así como también intervenir en diversos espacios educacionales más allá de la escuela. Los estudiantes pueden acceder al ciclo superior de la Licenciatura cursando previamente la Diplomatura en Ciencias Sociales o mediante el denominado Ciclo de Complementación que reconoce y articula la formación académica previa de los estudiantes, contribuyendo a la aspiración de proporcionar educación superior de Licenciatura a profesores del sistema educativo y educadores. Por primera vez, en el segundo semestre del año 2015, se ha ofrecido dentro del Núcleo Electivo la materia Didáctica de las Ciencias Naturales, y la profesora a cargo focalizó la enseñanza de la misma en la educación CTS.

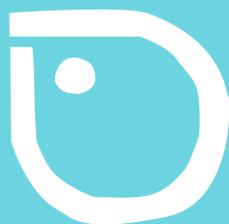
En el Departamento de Ciencia y Tecnología, todas las carreras tienen un tronco común denominado Diplomatura en Ciencia y Tecnología (CyT). Dentro de la misma, los estudiantes que seguirán el Ciclo Superior de la Licenciatura en Biotecnología y la Ingeniería en Alimentos, tienen que cursar la materia Química II. A partir del segundo semestre del año 2015, una de las profesoras ha decidido incluir en su curso, contenidos de Historia de la Química, consciente de la importancia de la educación CTS para la formación de futuros profesionales.

Nos pareció importante mejorar la comprensión sobre NdCyT tanto en los estudiantes de carreras científico tecnológicas, para ayudar a forjar un perfil de científicos críticos, reflexivos sobre su propia actividad y comunidad de pertenencia (Garelli, Cordero, & Dumrauf, 2016); como en los estudiantes que van a ser (o ya son) docentes en los diferentes niveles educativos, para que valoren la importancia del conocimiento de los temas científicos y tecnológicos en nuestra toma de decisiones como ciudadanos, y así lo transmitan, a su vez, a sus alumnos.

Metodología

La actividad analizada en este trabajo fue desarrollada e implementada en el contexto del proyecto EANCYT (Enseñanza y Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología), un proyecto de investigación en el que participan grupos de diferentes países de Iberoamérica. El objetivo central de esta investigación es mejorar la comprensión sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) de estudiantes, profesores y profesoras de todos los niveles educativos por medio de los instrumentos de intervención didáctica y evaluación, diseñados y aplicados desde diversos contextos.

Este proyecto utiliza como instrumento de evaluación, el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad, COCTS (Manassero, Vázquez, & Acevedo, 2001), éste es un banco de 100 cuestiones de opción múltiple cuyos contenidos cubren todas las dimensiones habituales en la investigación sobre NdCyT. Las cuestiones del COCTS pueden desarrollarse para construir unidades didácticas, añadiendo los complementos adecuados de recursos y actividades. Los participantes



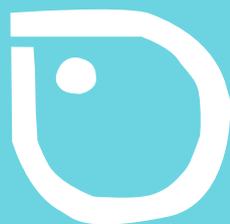
responden expresando su grado de acuerdo/desacuerdo con cada frase de las cuestiones mediante una escala de nueve puntos (1 a 9, donde 1 es el máximo desacuerdo y 9 el máximo acuerdo). Si el consultado no deseaba contestar podía elegir una de las dos razones para no evaluar la frase (No entiendo la cuestión o No tengo suficiente conocimiento sobre este tema). Estas puntuaciones directas se transforman en índices actitudinales (que van desde -1 a +1), cuyo significado representa el grado de coincidencia con el conocimiento actual de Historia, Filosofía y Sociología de la Ciencia y la Tecnología (Vázquez & Manassero 1999, Manassero & Acevedo, 2006).

La transformación de cada puntuación directa (1-9) al índice normalizado se hace a través de un procedimiento que tiene en cuenta la categoría de cada frase (Adecuada, Plausible, Ingenua), que ha sido asignada previamente por un panel de jueces expertos (se pueden encontrar mayores detalles en Vázquez, Manassero, & Acevedo, 2006). Por ejemplo, una frase adecuada expresa una visión apropiada de ese tema, entonces se asigna el mayor índice (+1) a un acuerdo total (9) a las frases de esta categoría, y el menor índice (-1) a un completo desacuerdo (1) con la misma. Una frase ingenua expresa una visión que no es ni adecuada ni plausible, entonces se le asigna un índice en forma inversa a la de las frases adecuadas. A una frase plausible se le asigna un índice +1 a la puntuación media (5) y -1 a ambos extremos (1 y 9), y la correspondiente proporcionalidad para las puntuaciones intermedias. Estos procedimientos son comunes a las escalas actitudinales Likert que utilizan frases multidireccionales, para evitar elecciones forzadas, o revelar la "posición correcta" o sugerir patrones de respuestas (Eagly & Chaiken, 1993).

El índice representa el grado de correspondencia entre la opinión del encuestado, la cual se expresa originalmente a través de la puntuación directa, y las concepciones de los expertos sobre la Filosofía de la Ciencia, que se expresa mediante la categoría asignada a cada frase. Cuanto mayor (menor) es el índice, mayor (menor) es la correspondencia entre la visión del encuestado y las concepciones contemporáneas de los expertos, independientemente de la categoría de la frase (invariable). Entonces, cuanto más cercano es un índice al valor máximo positivo (+1), más informada (cercana a las concepciones de los expertos sobre NdCyT) es la visión del encuestado; mientras que cuanto más cercano sea el índice al valor negativo (-1), la visión del encuestado es más desinformada (alejada de las concepciones actuales sobre NdCyT) (Manassero, Vázquez, & Acevedo, 2003). Ya que las concepciones desinformadas están asociadas a los valores negativos de los índices, y las informadas a los valores positivos, por brevedad, se denominan simplemente "negativas" o "positivas" respectivamente, dejando de lado cualquier significado peyorativo o sesgado de estas palabras.

La muestra de estudiantes estuvo compuesta por dos grupos-aula, uno de Didáctica de la Ciencias (DCS) y otro de Química II (DCyT). El grupo de Didáctica de las Ciencias estuvo integrado inicialmente por 10 estudiantes (la totalidad de los cursantes), de los cuales solo 7 terminaron la cursada. El grupo de Química II, a su vez, contó con 24 estudiantes inscriptos: 13 respondieron el test al inicio (11 desertaron o no asistieron a ninguna clase, 1 se encontraba ausente al tomar el test) y 6 llegaron a finalizar y aprobar el curso. Cabe aclarar que en el segundo cuatrimestre del año, los alumnos de Química II inscriptos suelen ser recurrentes o crónicos, el Departamento de Ciencia y Tecnología de la UNQ trabaja actualmente en esos casos.

En ambos cursos se incluyeron explícitamente contenidos de NdCyT en la enseñanza de los temas correspondientes al programa de la asignatura respectiva. En Didáctica de las Ciencias se trabajó con la lectura y discusión de trabajos de revistas científicas y capítulos de libros. Cada estudiante



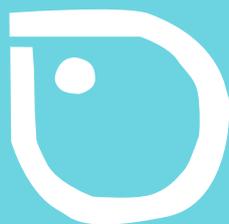
expuso en clase la lectura asignada y luego se discutió el estado del conocimiento de diversos temas con la participación de los demás estudiantes. El objetivo de la actividad fue reflexionar sobre los diversos contenidos relacionándolos con la NdCyT; se incluyeron lecturas sobre historia de la ciencia (Witkowski, 2007), sociología de la ciencia (Cerejido, 2000), modelos científicos (Caamaño, 2012; Chamizo, 2013), género (Porro, 2011; Porro & Arango, 2011), entre otros. En Química II se incluyó la Historia de la Química en los temas relacionados usualmente a la Química Inorgánica (estructura atómico molecular, estudio sistemático de grupos representativos y química nuclear).

Para evaluar la influencia de la inclusión de la enseñanza explícita de la NdCyT sobre las opiniones de los estudiantes en temas CTS se utilizaron 15 cuestiones del COCTS. A ambos grupos se les administró el instrumento de evaluación al inicio del curso (pre-test) y al finalizar el mismo (post-test). Todos los estudiantes han sido ciegos a la experiencia, es decir, no recibieron ninguna pista, ni información, que les advirtiera que el mismo instrumento volvería a serles aplicado al final del curso. Además, las condiciones temporales de ambos momentos (pre y post) también fueron los mismos, para controlar las potenciales variables ambientales intervinientes; el tiempo transcurrido entre ambos momentos de evaluación es suficientemente amplio (cuatro

meses) para evitar la influencia del recuerdo del pre-test sobre el post-test. Se realizó el análisis estadístico, por comparación de medias, previamente determinando en qué preguntas las diferencias fueron significativas entre pre-test y post-test y entre grupos, empleando el test estadístico U de Mann-Whitney (UMW), una de las pruebas no paramétricas más robustas, elegido en nuestro caso, debido al bajo valor de N y a la distribución no normal de los datos.

Además de la investigación cuantitativa, se entrevistaron cinco estudiantes de Ciencias Sociales con respecto a lo que pensaban del curso de Didáctica de las Ciencias. La entrevista incluyó las siguientes preguntas:

- ¿El curso de Didáctica de las Ciencias Naturales ha sido interesante para ti? Mucho, Bastante, Poco, Algo (marca uno). Escribe la razón(es) que justifican porqué ha sido (más o menos) interesante para ti...
- ¿Qué aspectos consideras MÁS relevantes, y por qué razón es MUY relevante cada uno de ellos?
- ¿Qué aspectos consideras MENOS relevantes, y por qué razón cada uno ha sido POCO relevante?
- ¿Qué cosa(s) has aprendido durante este curso?
- ¿Qué dificultad(es) has encontrado en el aprendizaje?
- ¿Qué idea(s) u opinión(es) sobre la ciencia y tecnología te ha cambiado este curso?
- Describe brevemente con palabras, figuras o mapas tu modelo actual sobre la ciencia y la tecnología.



Resultados y discusión

Pre-test GCyT vs.GCS

En el pretest se han encontrado diferencias significativas en los índices medios de algunas frases entre el grupo de Ciencia y Tecnología (GCyT) y el de Ciencias Sociales (GCS). El mayor índice (opiniones más cercanas a la de los expertos) en algunas frases lo obtuvo el GCyT, y en otras el GCS.

La única frase plausible donde se encontró diferencia significativa es la 10111D, que afirma que "La ciencia PRINCIPALMENTE es realizar experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea". El índice medio fue mayor para el GCyT, lo cual parece mostrar que los estudiantes de CS consideran, más que sus compañeros de CyT, que la ciencia está principalmente basada en lo experimental.

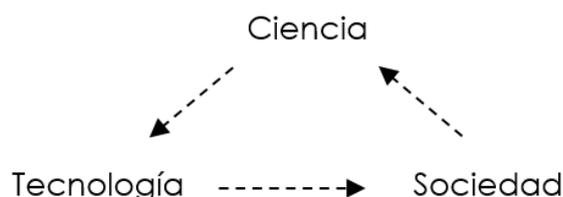
La mayor cantidad de diferencias significativas se encontraron en las frases ingenuas. En las siguientes se obtuvo mayor índice para el GCyT:

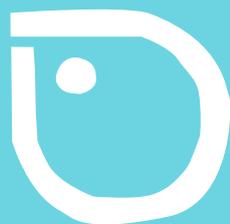
- 60611A: *Hoy día, en nuestro país, hay muchos más científicos que científicas. La PRINCIPAL razón de esto es que los hombres son más fuertes, rápidos, brillantes y mejores en concentrarse en sus estudios.*
- 70231E: *Los científicos que proponen una teoría NO tienen que convencer a otros científicos porque cada científico decidirá individualmente si usa la teoría o no.*

Teniendo en cuenta que un mayor índice en las frases ingenuas significa menor adhesión a esa idea, los estudiantes del GCyT parecen tener una visión más adecuada del funcionamiento de la ciencia, al menos en algunas cuestiones de género y de la necesidad de lograr consenso dentro de la comunidad científica.

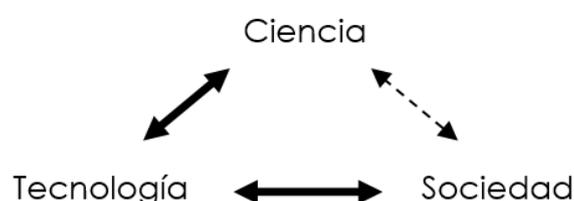
En la cuestión 30111, que enuncia "¿Cual de los siguientes diagramas representaría mejor las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad? (Las flechas simples indican una sola dirección para la relación, y las dobles indican interacciones mutuas. Las flechas más gruesas indican una relación más intensa que las finas, y éstas más que las punteadas; la ausencia de flecha, indica falta de relación)", hay diferencias significativas en dos frases:

- En la 30111C, ingenua, es el GCyT que obtiene un mayor índice, el diagrama es:





- En la 30111F, adecuada, es el GCS el que obtiene el mayor índice, el diagrama es:



Estas dos frases analizadas en conjunto, muestran resultados contradictorios, ya que según la primera parecería que el GCS opina (más que el GCyT) que las relaciones son unidireccionales; mientras que según la segunda es el GCS el que tiene una visión más adecuada de las relaciones CTS.

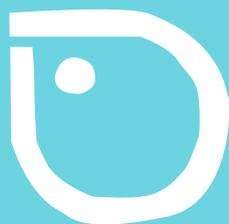
En la siguiente frase, ingenua, es el GCS el que obtiene mayor índice promedio, 20411F: *Las creencias éticas y religiosas NO influyen sobre la investigación científica porque la investigación continúa a pesar de los enfrentamientos entre los científicos y ciertos grupos religiosos o culturales (por ejemplo, entre partidarios de la evolución y defensores de la creación)*. Esto parecería indicar que en los estudiantes de CyT sigue arraigada la idea de una ciencia "neutra".

La última diferencia significativa entre los dos grupos se encuentra en la frase 80131E, adecuada, que afirma que *"Cuando se desarrolla una nueva tecnología (por ejemplo, un ordenador nuevo, un reactor nuclear, un misil o una medicina nueva para curar el cáncer), puede ser puesta en práctica o no. La decisión de usar una nueva tecnología depende de que las ventajas para la sociedad compensen las desventajas. Depende del tipo de nueva tecnología que se trate. En unos casos, la decisión dependerá de las ventajas o desventajas, y en otros, dependerá de otras cosas."* Aquí el mayor índice lo obtiene el GCyT, lo cual parecería indicar que este grupo tiene una opinión más crítica con respecto al uso de la Tecnología y su influencia sobre la Sociedad que los estudiantes de CS.

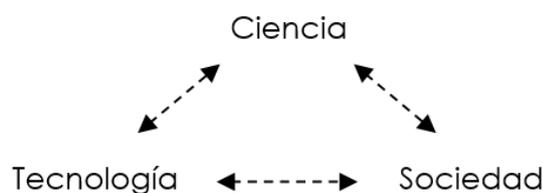
Pre-test vs. Post-test en GCyT

En el GCyT se encontraron diferencias significativas entre pre-test y post-test en algunas de las frases adecuadas, en todas con un índice mayor en el post-test, a saber:

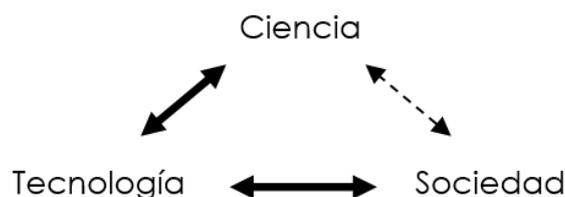
- 10111H: *La ciencia PRINCIPALMENTE es un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.*
- 30111: *¿Cual de los siguientes diagramas representaría mejor las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad?*



- 30111F:



- 30111F:



También se encontraron diferencias significativas en las siguientes frases ingenuas:

- 20141H: *La política de un país afecta a sus científicos ya que estos son una parte de la sociedad. (No están aislados, están afectados por la política de su país) Depende del país y de la estabilidad y del gobierno que tiene.*
- 40531C: *Más tecnología mejorará el nivel de vida de nuestro país. Porque la tecnología crea trabajo y prosperidad. La tecnología ayuda a hacer la vida más agradable, más eficiente y más divertida.)*

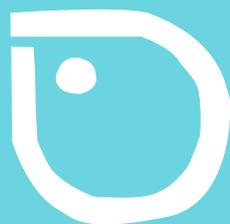
En estas frases ingenuas se hay obtenido mayor índice en el pos-test significa que los estudiantes adhirieron menos a estas ideas. Los resultados obtenidos parecen indicar que la inclusión de la Historia de la Química en este curso ha permitido a los estudiantes de CyT entender a la ciencia como un proceso, y no solo como los resultados que se obtienen del mismo. También ha mejorado la opinión respecto de las relaciones CTS aunque no específicamente en los aspectos relacionados a la política científica.

Pre-test vs. Post-test en GCS

En el GCS se encontraron diferencias significativas entre pre-test y post-test en tres frases, en todas con un índice mayor en el post-test.

Una de ellas es adecuada, la 90211F: *Los modelos científicos NO son copias de la realidad porque cambian con el tiempo y con el estado del conocimiento, como lo hacen las teorías.*

Otra es plausible (por consiguiente el resultado significa que los estudiantes han tomado más conciencia de que esta frase es discutible), la 90621D: *Los mejores científicos son aquellos que usan*



cualquier método para obtener resultados favorables (incluyendo la imaginación y la creatividad). Por último, hubo mejora significativa en el índice de una frase ingenua, lo que indicaría que los estudiantes adhieren menos a esta idea, es la 40531A: *"Más tecnología mejorará el nivel de vida de nuestro país. Sí, porque la tecnología siempre ha mejorado el nivel de vida y no hay razón para que no lo haga ahora"*.

Los resultados obtenidos parecen indicar que la enseñanza explícita de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en este curso ha permitido a los futuros profesores reflexionar acerca del significado de los modelos científicos y del papel de la tecnología en la sociedad.

Post-test GCyT vs. GCyT vs. GCS GCS

En el post-test se han encontrado diferencias significativas en los índices medios de algunas frases entre el grupo de Ciencia y Tecnología (GCyT) y el de Ciencias Sociales (GCS). En todos los casos el mayor índice corresponde al GCS.

Una de las frases es justamente una adecuada, la 10111H: *La ciencia PRINCIPALMENTE es un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.*

También se encontraron dos diferencias significativas en dos frases plausibles, a saber:

- 90211D: *Muchos modelos científicos usados en los laboratorios de investigación (tales como el modelo del calor, el de las neuronas, del DNA o del átomo) son copias de la realidad. Los modelos científicos son muy aproximadamente copias de la realidad, porque están basados en observaciones científicas e investigación.*

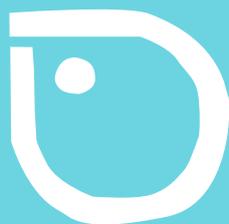
- 90621D: *Los mejores científicos son aquellos que usan cualquier método para obtener resultados favorables (incluyendo la imaginación y la creatividad).*

Los resultados obtenidos parecerían indicar que después de haber cursado materias en las cuales se incluyeron explícitamente contenidos de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología, son los estudiantes del GCS quienes tienen una visión más cercana a la de los expertos al menos en cuanto a la construcción del conocimiento científico.

Entrevistas

Con respecto a las entrevistas realizadas a cinco de los estudiantes de Ciencias Sociales, dos de ellos consideraron que el curso de Didáctica de las Ciencias les resultó muy interesante, y los otros tres bastante interesante. Una de las razones: "muy interesante la dinámica de las clases y el intercambio entre compañeros". Todos los entrevistados manifestaron que esta dinámica es muy relevante: cada estudiante debe leer un texto para cada unidad (capítulo de libro o artículo científico), exponerlo oralmente en clase, debatiendo con los compañeros, y luego elaborar un resumen escrito que es enviado a todos. En las entrevistas aparecieron frases como "hilo conductor", "abanico de preguntas", "reflexión individual y conjunta", "se aprende a argumentar y encontrar las disidencias fundamentándolas", "interesante analizar un mismo contenido con una diversidad de autores".

En cuanto a las respuestas obtenidas, cuando se les pidió describir brevemente su modelo actual



sobre la ciencia y tecnología, se transcribe una de ellas:

“Entiendo que aún sigue siendo otra herramienta más de quienes nos dominan y por ello será el trabajo de nosotros como profesionales problematizadores de dicha situación, quienes podamos intentar revertir este accionar, tratando de no caer en lo que criticamos. Entendiendo dentro de este postulado que la ciencia no es solo y acabadamente para una “elite” de científicos (con las pujas que este sector acarrea día a día), y entendiendo que las ciencias y las tecnologías son más cotidianas en nuestras vidas de lo que imaginamos; pero dentro de mi sentido común creo están principalmente por un gradiente económico por un lado y simbólico por el otro, donde se genera algo así como el curriculum oculto tan debatido dentro del ámbito educativo”.

Conclusiones

Los resultados del pretest nos dan un panorama de las opiniones de los estudiantes dependiendo de su formación previa y del tipo de carrera elegida. Estos parecen mostrar que, antes de esta experiencia, los estudiantes de CS consideran, más que sus compañeros de CyT, que la ciencia está principalmente basada en lo experimental. Sin embargo, son los estudiantes de CyT quienes parecen tener una visión más adecuada del funcionamiento de la ciencia, al menos en algunas cuestiones de género, y de la necesidad de lograr consenso dentro de la comunidad científica.

Los resultados del pos test nos muestran los efectos que ha tenido sobre las opiniones de los estudiantes el curso respectivo.

Parece ser que la inclusión de la Historia de la Química en Química II ha permitido a los estudiantes de CyT entender a la ciencia como un proceso, y no solo como los resultados que se obtienen del mismo. Además de haber mejorado la opinión de los mismos respecto de las relaciones CTS.

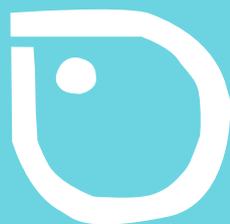
Por otro lado, la enseñanza explícita de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en el curso de Didáctica de las Ciencias Naturales ha permitido a los futuros profesores reflexionar acerca del significado de los modelos científicos y del papel de la tecnología en la sociedad.

Comparando ambos grupos a la finalización de los respectivos cursos, parecería ser que los estudiantes del GCS son quienes tienen una visión más cercana a la de los expertos al menos en cuanto a la construcción del conocimiento científico.

En vista de los resultados obtenidos, pensamos que es muy importante seguir trabajando en clase con actividades que permitan a los estudiantes reflexionar acerca de las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, porque esto no está aún claro ni en los futuros docentes, ni en los futuros profesionales de carreras científico-tecnológicas. Es auspicioso que se demuestre gran acuerdo con la dinámica de las clases de Didáctica de las Ciencias donde se privilegia la educación CTS como incentivo al pensamiento crítico.

Agradecimientos

El desarrollo de este trabajo ha sido posible gracias al subsidio a Programas de Investigación de la UNQ y la Agencia Nacional de Promoción Científico y Tecnológica, a través del Proyecto PICT2011-576 (Argentina) y al Proyecto de Investigación EDU2010-16533 financiado por una ayuda del Plan



Nacional de I+D del Ministerio de Ciencia e Innovación (España).

Referencias

- Acevedo Díaz, J. A. (2010). ¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS? *Praxis Pedagógica*, 11, 32-39.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F., & Manassero, M. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140.
- Caamaño, A. (2012). La elaboración y evaluación de modelos científicos escolares es una forma excelente de aprender sobre la naturaleza de la ciencia. In E. Pedrinaci (Coord.), *El desarrollo de la competencia científica* (pp. 105-126). Barcelona: Graó.
- Cerejido, M. (2000). *Ciencia sin seso*. México, D. F.: Siglo XXI Editores.
- Chamizo, J. A. (2013). Los modelos en la enseñanza de la química. In *De la paradoja a la metáfora* (pp. 90-120). México, D. F.: Siglo XXI.
- Cordero, S., Dumrauf, A. G., Mengascini, A., & Sanmartino, M. (2012). Entre la Didáctica de las Ciencias Naturales y la Educación Popular en Ciencias Naturales, Ambiente y Salud: relatos y reflexiones de un camino en construcción. *Praxis Educativa*, 15(15), 71-79.
- Eagly, A. H., & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Forth Worth: Harcourt Brace College Publishers.
- Erlam, N. C., & Morales, E. E. (2015). ¿Cuál es el grado de actualización de los profesores de ciencias en formación y en ejercicio respecto a temas epistemológicos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT)? *Interacções*, 11(34), 175-200.
- Garelli, F., Cordero, S., & Dumrauf, A. (2016). Relato autobiográfico para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia: aproximación a la ciencia auténtica a partir de una investigación sobre el dengue. *Ciênc. Educ.*, 22(1), 183-199.
- Gray, D., Colucci-Gray, L., & Camino, E. (Editores) (2010). *Science, society and sustainability: Education and empowerment for an uncertain world*. London: Routledge Research.
- Jeanneret, M. L., & Porro, S. (2014). M. El uso del razonamiento lógico en la ciencia: un aporte a la educación para la cultura científica. In OEI (Ed.), *Memorias del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación* (pp. 2-17). Buenos Aires (Argentina): OEI. Disponible en <http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/560.pdf>
- Kang, S., Scharmann, L. C., & T. Noh (2005). Examining students' views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education*, 89(2), 314-334.
- Manassero, M. A., Vázquez, A., & Acevedo, J. A. (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Manassero, M. A., Vázquez, A., & Acevedo, J. A. (2003). *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia*,



Tecnología y Sociedad (COCTS). Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Porro, S. (2011). Las mujeres y la química: una complicidad de género. In L. Galagovsky (Dir.), *Química y Civilización* (pp. 243-253). Buenos Aires: Asociación Química Argentina.

Porro, S., & Arango, C. (2011). Importancia de la perspectiva de género en la didáctica de las ciencias en América Latina. In W. L. Pereira Dos Santos, & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendencias e resultados de pesquisas* (pp. 267-292). Brasília: Universidade de Brasília.

Reis, P. (2014). Acción socio-política sobre cuestiones socio-científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 16-26.

Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117.

Spector, B., Strong, P., & T. Laporta (1998). Teaching the nature of science as an element of science, technology and society. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: rationales and strategies* (pp. 267 - 276). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Vázquez, A., & Manassero, M. A. (1999). Response and scoring models for the 'Views on Science-Technology-Society' Instrument. *International Journal of Science Education*, 21(3), 231-247.

Vázquez, A., & Manassero Mas, M. A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 27(1), 33-48.

Vázquez, A., Manassero, M. A., & Acevedo, J. A. (2006). An Analysis of Complex Multiple-Choice Science-Technology-Society Items: Methodological Development and Preliminary Results. *Science Education*, 90(4), 681-706.

Vázquez, A., Manassero Mas, M. A., & Talavera, M. (2010). Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 9(2), 333-352.

Witkowski, N. (2007). *Una historia sentimental de las ciencias*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.