

## **La ciencia, la tecnología y la problemática socioambiental: secuencias de enseñanza-aprendizaje para promover actitudes adecuadas en los futuros profesores de Primaria**

**Mayra Garcia-Ruiz<sup>1</sup>, Senddey Maciel Magaña<sup>2</sup> y Ángel Vázquez Alonso<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Pedagógica Nacional, México. <sup>2</sup>Benemérita Escuela Nacional de Maestros. México. <sup>3</sup>Universidad de las Islas Baleares, España. Emails: [mayragarr@gmail.com](mailto:mayragarr@gmail.com), [senddey@yahoo.com](mailto:senddey@yahoo.com), [avzqza@gmail.com](mailto:avzqza@gmail.com).

**Resumen:** En este artículo se reportan los resultados de una investigación experimental para promover en los futuros profesores de primaria actitudes adecuadas hacia la ciencia, la tecnología y su relación con la problemática socioambiental. Para ello, se diseñaron y aplicaron secuencias de enseñanza-aprendizaje, y para valorar su efecto se evaluaron las actitudes de los estudiantes antes y después de su aplicación. Los resultados mostraron cambios positivos de actitud y la construcción de una visión holística de la interacción ciencia-tecnología-sociedad-ambiente (CTSA). También confirmaron que el género influye significativamente en las actitudes hacia la ciencia, la tecnología y el ambiente. En conclusión esta propuesta logró fomentar una reflexión crítica sobre los aspectos positivos y negativos de la ciencia y la tecnología y una responsabilidad ambiental. Este trabajo contribuye al mejoramiento de la docencia, dado que proporciona algunos elementos relevantes para el diseño de programas de formación y actualización de profesores referentes a la educación científica, tecnológica y ambiental.

**Palabras clave:** actitudes, ciencia, CTSA, problemática socio-ambiental, secuencias de enseñanza, tecnología.

**Title:** Science, technology and socio-environmental problems: Teaching sequences to promote appropriate attitudes in prospective primary teacher education.

**Abstract:** This paper reports the results of an experimental research to promote appropriate attitude towards science, technology, and their relationship with the environmental problems. Some teaching sequences were designed and applied to prospective primary teachers, and in order to assess their impact the students' attitudes before and after their application were evaluated. The results showed positive attitude changes, and a holistic vision of the Science-Technology-Society-Environment interaction. Findings confirmed also that gender is a significant variable in the attitudes towards science, technology and the environment. In conclusion, this proposal achieved fostering critic thinking about science and technology, and an environmental responsibility. This study contributes to improve science teaching, as it provides some relevant elements for the design of scientific, technological, and environmental programs included in teacher education.

**Keywords:** attitudes, science, technology, environment, teaching sequences, STSE.

## **Introducción**

Las tendencias actuales de la Educación en Ciencias (en adelante EC) y la Educación Ambiental (EA) promueven la generación de actitudes favorables hacia la ciencia y la tecnología (CyT) y fomentan una responsabilidad social hacia el ambiente para un futuro sustentable. En este contexto, la educación debe encontrar alternativas para conocer y transformar creencias, conocimientos, actitudes, valores y en general las costumbres que tengan como resultado cambios sociales y culturales benéficos para la sociedad y el ambiente.

Acorde a ello, el objetivo de esta investigación fue promover actitudes adecuadas hacia la ciencia, la tecnología y su relación con la problemática socioambiental en profesores de primaria en formación inicial, a través de una propuesta didáctica fundamentada en actividades creativas y lúdicas dentro del aula, relacionadas con su entorno cotidiano.

El estudio de las actitudes tiene en la psicología social una larga tradición. Desde hace varios años se reconoce que las variables afectivas son tan importantes como las variables cognitivas en su influencia sobre el aprendizaje (Koballa, 1988; Jarvis, 2004; Sarabia 1992; Vázquez, 2013).

La relevancia de los elementos afectivos ha sido enfatizada en los últimos años a través de estudios de investigación en el campo de la educación en ciencias (Vázquez & Manassero, 2007), que dirigen su interés al lado emocional y reportan la influencia sobre la educación. Además, las actitudes de los educandos, reconocen la importancia de los valores a través de la evaluación afectiva del objeto, por lo que se convierten en un elemento central de una enseñanza (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001).

Los estudios acerca de las actitudes hacia la CyT han tratado de determinar el papel que juega la escuela en la formación de actitudes hacia la ciencia y su relación con la transmisión de estereotipos como la baja representatividad femenina en las áreas de ciencia) y su relación con la formación de actitudes negativas hacia la ciencia y la tecnología (Warren, 1990, en Gutiérrez Marfileño, 1998:39); o bien hacia una temática ambiental específica como el cuidado de la energía (Raviolo, Siracusa y Herbel, 2000).

Otros estudios son de carácter correlacional, pues en ellos se ha tratado de determinar la asociación entre las actitudes hacia la ciencia y diferentes variables, tales como el proceso instruccional escolar, el estilo de enseñanza del profesor, la experiencia del estudiante en la ciencia, el nivel de escolaridad de los padres, el género, las estrategias de enseñanza etc. (Kelly, 1986; Zoller et al., 1990, entre otros).

En otras investigaciones con docentes de educación preescolar y de primaria, se han encontrado actitudes poco favorables hacia la ciencia con repercusiones negativas hacia su enseñanza debido principalmente a: i) la falta de formación eficiente en el área de ciencias, no solamente respecto a los elementos disciplinares y pedagógicos, sino respecto a los elementos actitudinales y prácticos, ii) la falta de recursos para realizar actividades

experimentales, iii) al agobio del trabajo administrativo que se les asigna, por lo que no cuentan con el tiempo necesario para preparar las actividades relacionadas con la ciencia y iv) a las experiencias vividas relacionadas con la ciencia durante su formación y durante su práctica docente (García-Ruiz y Pérez, 2005; García-Ruiz y Sánchez, 2006 y García-Ruiz y Orozco, 2008).

Diversas investigaciones han estudiado las actitudes ambientales. Yilmaz, Boone y Andersen (2004) en un estudio con estudiantes turcos de educación básica mostraron, que los alumnos que más sabían sobre ciencias tenían actitudes ambientales más favorables, por lo que los autores enfatizan la relevancia de contar con los conocimientos científicos adecuados. También Özay (2010) demostró en su investigación con estudiantes de secundaria, que las actitudes ambientales mejoraban cuando los estudiantes tenían más conocimientos ambientales. Makki, Abd-El-Khalick y Boujaoude (2003) reportaron que estudiantes libaneses de secundaria tenían actitudes ambientales positivas; empero presentaban deficiencias en cuanto al manejo de los contenidos ambientales, científicos y tecnológicos, por lo que resaltan la importancia de estos contenidos para que las actitudes se concreten en acciones amigables hacia el medio ambiente. Borges, Duarte y Paulo da Silva (2007), en una investigación con profesores portugueses encontraron que aunque los docentes manifestaron actitudes proambientalistas, manejaban una visión simplista/naturalista del ambiente, ya que sólo se preocupaban por la degradación de la naturaleza.

Por su parte, Erol y Gezer (2006) encontraron que profesores de primaria en formación manifestaban actitudes moderadamente favorables hacia el ambiente y hacia los problemas ambientales. Cavas, Cavas, Tekkaya, Cakiroglu y Kesercioglu (2009) estudiaron las actitudes ambientales, considerando la variable de género, en estudiantes turcos de secundaria y concluyeron que las chicas tenían actitudes hacia el ambiente más favorables y los chicos expresaban mayor interés en la protección ambiental, por lo que sugieren que la EA debe considerar las actitudes hacia el ambiente basadas en las diferencias de género y desarrollar actitudes más positivas en los chicos; empero es importante matizar que, aunque es una aportación muy interesante la de estos autores, el estudio se llevó a cabo en Turquía y no se pueden generalizar estos resultados, por lo que cuando se realizan investigaciones en EA relacionadas con el género se deben de tomar en cuenta los diversos contextos socioculturales de los participantes.

### **Fundamentación teórica**

La ciencia es un constructo social que tiene estrechas relaciones con la tecnología y el medio ambiente, una alternativa para su estudio es el enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS), este surge en los años 1960 inicialmente en los campus universitarios y veinte años después se extendió a la educación secundaria; se origina en Norteamérica emanado de la relación crítica que existía entre la sociedad la CyT (Membiela, 2005). El enfoque CTS es una propuesta innovadora para la EC basada en el tratamiento curricular simultáneo y conjunto de los tres elementos así como sus interacciones mutuas (Vázquez, 2001). Los temas ambientales han sido preferentes en la educación CTS y para hacer más evidente la relevancia de estos temas se propuso la denominación CTSA (ambiente) -aunque cabe

mencionar que todavía existe una corriente significativa de investigadores que prefieren el término CTS y consideran que en este mismo está implícita la perspectiva ambiental-. La educación CTSA fundamentalmente representa una visión post-positivista de la ciencia y CTSA representa una enseñanza de la ciencia que hace hincapié en la transformación (a través de acción sociopolítica), la toma de decisiones, la interdisciplinariedad, la incertidumbre, múltiples soluciones, la vinculación de la ciencia y la ética (Pedretti, Bencze, Hewitt, Romkey y Jivraj, 2008). Los impactos ambientales, sociales y éticos son también resaltados en la variante denominada temas socio-científicos (socio-scientific issues, SSI) desarrollada más recientemente (Vesterinen, Manassero-Mas y Vázquez-Alonso, 2014).

De esta manera, el enfoque CTSA ha incursionado en la educación a través de propuestas educativas novedosas cuya finalidad es construir no sólo conocimientos, sino incidir en la dimensión afectiva a través de valores y actitudes que favorezcan la participación ciudadana en la evaluación y el control de las implicaciones socioambientales.

Por ello, es de suma importancia poner énfasis en el bagaje de actitudes, valores y conocimientos que los estudiantes y particularmente los futuros profesores poseen y el poder transformarlos, debido a que son ellos los que podrán desempeñar un papel significativo en la vida escolar de los alumnos.

## **Contexto y metodología**

### *Participantes*

La delimitación de la muestra siguió dos criterios: a) el interés mostrado por los estudiantes de la institución educativa para participar en una convocatoria abierta de investigación experimental, una vez que se les explicaron los objetivos y la relevancia de las temáticas y b) que ya hubiesen cursado el 5° semestre de la carrera, pues después de este semestre los profesores en formación, ya han cursado las asignaturas que abordan contenidos relacionados con EA y EC. Bajo estos criterios la muestra objeto de estudio quedó conformada por 96 estudiantes (el 30% de la matrícula total de la generación 2008-2012) del 6° y 7° semestres de la licenciatura en educación primaria de una de las instituciones de educación superior más importantes del país, con 124 años de antigüedad y cuya misión es formar licenciados en educación primaria. Los participantes estaban en un rango de edad de 18 a 27 años siendo el 80% mujeres y el 20% hombres.

Los estudiantes fueron divididos en dos grupos: i) un grupo control (GC) con dos subgrupos, pre-test y post-test control y ii) un grupo experimental (GE) con dos subgrupos, pre-test y post-test experimental.

### *Fundamentación y desarrollo de la propuesta didáctica*

Uno de los principales problemas en la enseñanza de las ciencias y la educación ambiental en México es la dificultad que tienen los docentes en servicio de encontrar y diseñar estrategias de enseñanza adecuadas para que sus alumnos desarrollen actitudes responsables hacia el ambiente, la CyT y como resultado de ello puedan tomar decisiones y acciones

adecuadas y proactivas en la sociedad. Para lograr esto, los futuros profesores de educación primaria deben conocer con mayor profundidad los contenidos que van a enseñar, así como estar bien informados sobre la problemática ambiental local y global; reconocer sus concepciones y desarrollar las competencias necesarias para fomentar actitudes positivas en sus futuros alumnos.

La propuesta se fundamenta en la reflexión sobre la práctica docente cotidiana, para tratar de mejorarla, como un proceso constructivo donde los futuros profesores puedan construir conocimientos y reorientar sus actitudes respecto al ambiente y su relación con la ciencia y la tecnología de manera experiencial, reflexiva y situada. Por tanto, se consideran sus concepciones, experiencias y actitudes previas. Los profesores en formación deben saber y manejar adecuadamente los contenidos científicos, tecnológicos y socioambientales que van a enseñar, el conocimiento pedagógico de los contenidos, reconocer sus concepciones y desarrollar las competencias necesarias para fomentar actitudes positivas en sus futuros alumnos. Esto les plantea a los docentes el desafío de diseñar estrategias didácticas, tarea en extremo difícil debido, entre otros factores, a deficiencias en la formación pedagógica y en el dominio de los contenidos ambientales (García-Ruiz y López, 2011).

Para la propuesta se tomaron en cuenta: las orientaciones globales para la elaboración de estrategias y programas, en los que se reconoce el valor de la CyT y la naturaleza; facilitación de la interacción entre los elementos del plan de estudios de la licenciatura en educación primaria y la comunidad escolar; inclusión de actividades prácticas que faciliten el concebir a la ciencia como un proceso dinámico y en construcción relacionado con la realidad social y ambiental de nuestro país; presentación de los contenidos como inacabados y significativos para los alumnos. Estas orientaciones globales se fundamentan, desde el punto de vista constructivista, en el papel que las actitudes de los profesores y de los alumnos juegan en el proceso de aprendizaje, entendido como construcción social de conocimientos que incluye factores tales como, actividades, comportamientos y actitudes, clima del aula e interacción con el medio extraescolar, que pueden influir positivamente en las actitudes y su aprendizaje. Asimismo, las actividades estuvieron sustentadas en el enfoque de educación basada en competencias y en la pedagogía de la transversalidad, para favorecer una alfabetización ambiental, científica y tecnológica en los escolares de educación primaria.

En este estudio se tomaron como alternativas didácticas el enfoque CTSA y las estrategias de enseñanza situada y contextualizada. En lo concerniente a la perspectiva CTSA se consideró que una alfabetización ambiental, científica y tecnológica de los ciudadanos puede lograrse a través de estrategias que partan de problemas de interés social de la ciencia y la tecnología, estrategias que implican el involucramiento personal del alumnado, y en las que se ponga atención a sus intereses (Membiela, 2002).

En la enseñanza situada, experiencial y reflexiva se destaca la importancia de la actividad y el contexto para el aprendizaje y reconoce que el aprendizaje escolar es un proceso de enculturación en el cual los

estudiantes se integran gradualmente a una comunidad o cultura de prácticas sociales. Desde una visión situada, se aboga por una enseñanza centrada en prácticas educativas auténticas, coherentes, significativas y propositivas (Díaz Barriga, 2006).

Se consideró desarrollar estrategias de enseñanza situada, porque se enfocan en la construcción del conocimiento y en el desarrollo de las capacidades reflexivas y pensamiento crítico en contextos reales.

La propuesta, fue aplicada en forma de un taller, que incluyó secuencias de enseñanza-aprendizaje (SEA) con actividades de simulación y experiencias vivenciales (ver el cuadro 1).

Las SEA que se incluyeron en este forman parte del Proyecto de investigación Internacional *Enseñanza y Aprendizaje de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (EANCyT): Una investigación Experimental y Longitudinal* y corresponden a la dimensión de la sociología externa de la CyT, y dentro de ella a los temas de influencia de la CyT sobre la sociedad (en el anexo 1 se muestra una de las SEA trabajadas en este estudio).

Sesión	Título	Objetivos/ Actividades	Tópicos
1a y 1b	Evocando otros tiempos: ciencia, tecnología y ambiente.	Elabora organizadores gráficos para comprender el concepto de ambiente y ecosistema, NdCyT y el quehacer de los científicos	Historia de vida. Ambiente
			Islas-ecosistemas-regiones naturales.
2a y 2b	La contribución de la ciencia, la tecnología y la sociedad en la transformación del ambiente.	Elabora un mural sobre la sobrevivencia de humanos en un ecosistema virgen y sus consecuentes transformaciones.	La transformación de los ecosistemas.
			La participación de la ciencia, la tecnología y la sociedad.
3a y 3b	La participación de la ciencia, la tecnología y la sociedad en la problemática ambiental	Diagnóstico de un problema ambiental en su escuela, debate sobre la relación con CyT, economía y política. Escribe informe.	La CyT y los Problemas ambientales globales.
			La CyT y los Problemas ambientales locales.
4a y 4b	La enseñanza de la ciencia y la tecnología y la educación ambiental en la escuela primaria.	Valore la relevancia de trabajar el enfoque CTSA en la primaria y discuta los procesos culturales, económicos y políticos del país.	Enseñanza de la CyT y la EA: complejidad, interdisciplina y transversalidad.
5a y 5b	Didácticas para la enseñanza de la ciencia y tecnología y la educación ambiental.	Discuta estrategias de enseñanza situada y elementos de planificación y evaluación.	Estrategias de enseñanza situada.
			Diseño de proyecto de clase en la educación primaria.

Cuadro 1.- Contenidos desarrollados en el taller.

### *Instrumentos*

Se utilizó el Cuestionario de Opiniones sobre la ciencia, la tecnología y la sociedad (COCTS; [www.oei/COCTS/](http://www.oei/COCTS/)) para el diagnóstico de las actitudes relacionadas con los temas de CTSA. Los ítems del COCTS tienen un formato de elección múltiple, que permite a los encuestados expresar sus propios puntos de vista sobre temas científicos, tecnológicos y socioambientales, está conformado por un enunciado donde se plantea un problema respecto al cual se desea conocer la actitud de los encuestados, seguida de una serie de frases clasificadas por un panel de jueces como adecuadas, plausibles o ingenuas y que los encuestados responden a través de su grado de acuerdo o desacuerdo con todas ellas en una escala de grado, cuyas valoraciones directas se transforman en un índice actitudinal que va de -1 a +1 (Acevedo *et al.*, 2001; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2003). Las dimensiones evaluadas en el COCTS para este estudio fueron las siguientes (en el anexo 2 se muestran los ítems completos):

- Los conceptos de CyT,
- La interdependencia de la CyT
- Interacciones entre CTSA,
- Relación CTS con la responsabilidad social hacia la contaminación,
- Relaciones de la Tecnología con el nivel de vida de nuestro país (influencia de la Tecnología en la sociedad) y
- Las decisiones sobre los asuntos científicos y tecnológicos de nuestro país que pueden tener impacto ambiental.

### *Procedimiento*

Debido a que el interés era evaluar el efecto de la intervención didáctica fue necesario comparar las actitudes y los conocimientos de los participantes antes y después de la intervención. Por ello se utilizó un enfoque de investigación experimental con un diseño pre-test/post-test con grupo control. Los instrumentos se aplicaron a los participantes con intervalos de 1.5 meses antes y después del taller que tuvo una duración de 20 horas.

En el análisis estadístico (SPSS V18) primeramente, se realizó una prueba *t de Student* para muestras relacionadas, para el grupo control (GC, comparación entre pre-test y post-test Control) y para el grupo experimental (GE, comparación entre pre-test y post-test experimental); en segundo lugar se realizó un ANOVA de una vía y la prueba de Scheffé para las medias de las actitudes de los GC y GE: a) pre-test GC vs. pre-test GE, b) post-test GC vs. post-test GE. Y en tercer lugar se calculó el tamaño del efecto observado en la comparación de los grupos (diferencias entre medias de grupos en unidades de desviación estándar).

### **Resultados**

Las comparaciones entre pre-test y el post-test del GE (*t de Student*) mostraron amplias diferencias estadísticamente significativas, lo que indica el efecto de la intervención didáctica en las actitudes de los profesores en formación.

No se presentaron diferencias en el GC (pre-test-C vs. post-test-C), lo que era esperado, dado que en este grupo no hubo intervención.

Las diferencias (ANOVA y Scheffé) entre los GC (sin intervención) y GE (con intervención) mostraron cambios significativos, específicamente entre el post-test-C y el post-test-E.

No hubo diferencias estadísticas entre el pre-test-C vs. pre-test-E en las cuestiones evaluadas, por lo que los resultados que se describen a continuación se refieren al GE (pre-test vs. post-test) y a las comparaciones entre los grupos post-test-C vs. post-test-E.

Posteriormente se describen los resultados referentes a la influencia del género en las actitudes de los futuros profesores.

#### *GE pre-test/post-test*

La comparación del GE, pre-test vs. post-test (ver figura 1) muestra que el post-test-E obtuvo índices mayores que el pre-test-E. Con respecto a las conceptualizaciones de ciencia los profesores en formación manifestaron en el pre-test, índices actitudinales positivos, pero bajos y en el post-test los índices se incrementaron alcanzando valores aún más positivos, lo que nos deja ver que previamente, tenían una ligera idea al respecto y con el taller lograron ampliarla y consolidarla, un ejemplo claro de esto es la frase adecuada de que la ciencia principalmente es *un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante* (10111H\_A). Respecto a que la CyT están estrechamente relacionadas, en el pre-test-E se observó que a los profesores en formación se les dificultó entender cómo son estas relaciones entre la CyT, ya que manifestaron un alto grado de acuerdo, evidenciado por los índices negativos de la frase ingenua 10411A\_I, *la ciencia es la base de los avances tecnológicos, aunque es difícil ver cómo la tecnología podría ayudar a la ciencia*. No obstante, en la frase adecuada de este mismo ítem, 10411C\_A: *porque aunque la CyT son diferentes, actualmente están unidas tan estrechamente que es difícil separarlas*, los estudiantes presentaron índices actitudinales moderadamente positivos en el pre-test-E, pero en el post-test-E los índices llegaron a puntajes muy positivos, probablemente porque con la SEA reforzaron sus saberes al respecto y dado que las frases ingenuas y plausibles incluyen en algunas partes elementos incompletos o incorrectos, cuando no tienen conocimientos muy sólidos, estas frases los hacen dudar. Cuando analizamos el ítem referente a las interacciones CTSA, la mayoría de las frases del grupo del post-test-E mostró índices significativamente mayores que los del grupo del pre-test-E, inclusive en las frases ingenuas de estas interacciones CTSA, M30111\_A y M30111\_B, los índices del pre-test-E resultaron negativos y en la M30111\_C muy bajos y después de la aplicación de las SEA estos índices se transformaron en valores altamente positivos, como se puede observar en la figura 1; en el caso de la frase plausible parece que se reforzaron sus conocimientos previos ya que de inicio mostraron puntajes positivos y estos se incrementaron en el post-test-E. Sin embargo, hubo un diagrama correspondiente a la frase M-30111G\_A *interacción CTSA* (ver anexo 2) que pertenece a la categoría de adecuado, en el que los índices de ambos grupos resultaron negativos y el más negativo se presentó en el post-test-E. Este resultado llama la atención, no sólo muestra que no lograron identificar el diagrama adecuado de este reactivo, sino que después del taller mostraron más confusión sobre las interacciones mutuas CTSA, quizá porque les fue difícil identificar la



interacción mutua entre la sociedad y el ambiente, y la influencia del ambiente en la tecnología; de cualquier manera se debe tomar con cuidado este resultado ya que se requeriría su confirmación con algún otro instrumento.

La cuestión relacionada con la responsabilidad social hacia la contaminación mostró cambios estadísticamente significativos en dos frases, en la frase ingenua 40161A\_I: *La industria pesada debería ser trasladada a los países no desarrollados para salvar nuestro país y sus generaciones futuras de la contaminación*; los profesores en formación mostraron desde el pre-test-E puntajes positivos ( $m = .5938$ ), lo que indica su desacuerdo con esta aseveración, después de la intervención los índices se hicieron altamente positivos ( $m = .9219$ ;  $p < .04$ ); empero en la frase plausible de este mismo ítem 40161B\_P: *es difícil de decidir. Trasladar la industria ayudaría a los países pobres a prosperar y también a reducir la contaminación de nuestro país. Pero no tenemos derecho a contaminar el medio ambiente de otros lugares*, tuvo puntajes negativos en el pre-test-E ( $m = -.3750$ ), lo que interpretamos como una actitud poco informada; en el post-test-E, el índice se volvió positivo, aunque bajo ( $m = .2188$ ;  $p < .004$ ) y esto nos indica que aunque el taller logró orientar un pequeño cambio, es necesario enfatizar más estos aspectos ambientales. En cuanto a la definición de tecnología, las frases ingenua 10211B\_I: *es la aplicación de la ciencia* y plausible 10211E\_P: *es una técnica para construir cosas o una forma de resolver problemas prácticos*, tuvieron índices negativos en el pre-test-E; en la frase adecuada 10211G\_A: *ideas y técnicas para diseñar y hacer cosas; para organizar a trabajadores, gente, negocios y consumidores; y para el progreso de la sociedad*, el promedio de los índices fue positivo, aunque bajo; empero ya en el post-test-E los índices de las frases ingenua y plausible se transformaron en valores positivos y moderadamente altos, y el de la frase adecuada se tornó altamente positivo (ver figura 1), lo que muestra que la propuesta, les ayudó a los participantes a reconstruir y fortalecer sus conceptualizaciones respecto a la tecnología.

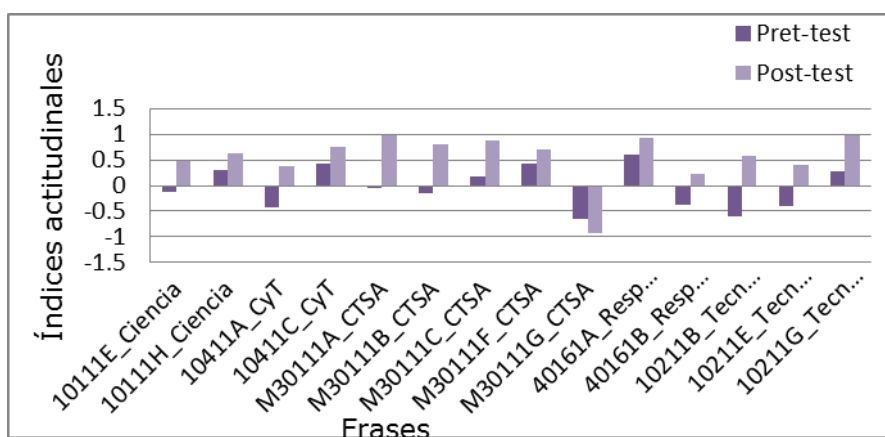


Figura 1. Índices actitudinales en el Grupo Experimental de los profesores de primaria en formación. Diferencias significativas entre pre y post-test.

En las frases referentes a la relación de la tecnología con un mejor nivel de vida y a las decisiones sobre asuntos científicos y tecnológicos que pueden tener un impacto ambiental se obtuvieron puntajes negativos o muy

bajos en ambos grupos y las pequeñas diferencias numéricas no alcanzaron significancia estadística, lo que sugiere que se deben trabajar más estos aspectos en propuestas futuras. En la figura 1 sólo se muestran las frases que tuvieron diferencias estadísticamente significativas.

En la tabla 1 se muestran las cuestiones globales donde encontramos diferencias significativas entre las actitudes de los estudiantes, para cada comparación se indica el grado de significación estadística y el tamaño del efecto observado de las diferencias. Este estadístico nos permitió cuantificar e interpretar la magnitud de las diferencias encontradas, que en este caso son considerablemente altas, lo que indica que la intervención a través de las SEA diseñadas, tuvo un efecto importante en las actitudes y conocimientos de los estudiantes hacia la CyT y su relación con la responsabilidad social hacia el ambiente.

Cuestiones	Tamaño del efecto	Significancia (p<)
10111 Ciencia	1.004	0.02
30111 Interacciones CTSA	1.315	0.007
40161 Resp. Social hacia la Contaminación	1.302	0.003
10211 Tecnología	3.817	0.0001

Tabla 1.- Tamaño del efecto y significancia estadística entre los índices de las cuestiones del grupo experimental, comparaciones entre el pre y post-test.

#### *Post-test GC vs. post-test GE*

En la tabla 2 se muestran las frases, categorías y cuestiones que tuvieron diferencias significativas entre el GC y el GE en el post-test. Los resultados mostraron cambios favorables, no sólo en las frases ingenuas, sino también en las frases y categorías adecuadas, así como en las cuestiones globales después de la aplicación de la propuesta. Es de notar que aunque el GC mostró valores positivos, a excepción de la frase 10211B\_I: *la tecnología es la aplicación de la ciencia*, el GE presentó índices altamente favorables, inclusive la frase de tecnología que resultó negativa en el GC pasó a ser favorable en el GE; es importante mencionar que los valores de las frases ingenua y adecuada y sus categorías correspondientes del ítem de tecnología son iguales, debido a que en el ítem sólo hay una frase que fue clasificada como ingenua y otra como adecuada.

Otro resultado que es importante hacer notar es el referente a la responsabilidad social hacia la contaminación (40161). En el promedio global de la cuestión se evidencia el cambio más favorable para el GE. En la categoría plausible se obtuvo un puntaje negativo ( $m = -.4063$ ) en el GC y en el GE se logró modificarlo a un valor positivo, aunque bajo ( $m = .1875$ ;  $p < .02$ ) En las frases ingenuas y adecuadas no hubo diferencias significativas en este ítem, posiblemente porque los futuros profesores ya están un poco más conscientes de la existencia de una gran problemática ambiental.

El diagnóstico de los conocimientos y actitudes emanado del pre-test de los grupos controles y experimentales, mostró que los participantes no tenían opiniones muy informadas en cuanto a la CyT; carecen de una

conceptualización actualizada e integral sobre lo que es ciencia, su concepción de tecnología es mucho más ingenua que la de ciencia y tienen una comprensión fragmentada, vaga y poco sólida sobre las relaciones existentes entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente. Relacionan a la tecnología con un mejor nivel de vida, pero a la tecnología la asocian con una mayor contaminación y el incremento del desempleo en nuestro país.

Además, no muestran una gran responsabilidad social hacia el ambiente, ni logran identificar a quienes les corresponden las decisiones en cuanto a los asuntos científicos y tecnológicos que pueden tener impacto ambiental en nuestro país, con estos hallazgos se evidenció una falta de formación ambiental, lo que probablemente les impide tener creencias y actitudes favorables.

En suma, el GE mostró índices actitudinales significativamente mayores que el GC en casi todas las dimensiones evaluadas, sólo en las referentes a la interdependencia entre la CyT y la Tecnología, la relación de la Tecnología con un mejor nivel de vida (influencias de la Tecnología en la Sociedad) y en las decisiones sobre asuntos científicos y tecnológicos que pueden tener un impacto ambiental no hubo diferencias estadísticamente significativas (los índices no significativos no son mostrados en la tabla).

Además, el GE reveló no sólo diferencias significativas, sino también fue el grupo que tuvo mayor ganancia o diferencia, cómo se aprecia en la figura 2, que muestra la diferencia de las medias de los grupos, GE y GC, lo que confirma nuevamente que el cambio que se logró en las actitudes fue debido a la intervención didáctica (SEA).

#### *Influencia del género en las actitudes de los profesores en formación*

Otra de las comparaciones que se realizó fue entre hombres y mujeres (tabla 3). A este respecto encontramos varias diferencias significativas, índices actitudinales altos y positivos principalmente en las frases adecuadas y, negativos y/o bajos en las frases plausibles e ingenuas. Aunque encontramos algunas excepciones, en las frases ingenua y adecuada referentes a la responsabilidad social hacia la contaminación, en la que tanto en hombres como en mujeres se presentaron índices positivos y altos predominando las actitudes más favorables a este respecto en los hombres.

Las mujeres manifestaron actitudes más informadas en la conceptualización de la tecnología 10211D\_P: *la tecnología principalmente es: robots, electrónica, ordenadores, sistemas de comunicación, automatismos, máquinas*, en las interacciones CTSA (frase M30111F\_P), en la interdependencia de la CyT 10411A\_I: *la ciencia es la base de los avances tecnológicos, aunque es difícil ver como la tecnología podría ayudar a la ciencia* y bienestar social 40531I: *a mayor tecnología, mejor nivel de vida*. No obstante, en estos dos últimos casos es de notar que tanto las alumnas como los alumnos expresaron actitudes poco informadas, pues se presentaron índices muy bajos –en mujeres- y negativos –en hombres-.

Los ítems en los que los hombres manifestaron mejores actitudes fueron los referentes a la responsabilidad social hacia la contaminación (40161A\_I, 40161C\_A, 40161I y el promedio global de la cuestión 40161) y en la frase

adecuada referente a las decisiones sociales que pueden tener un impacto ambiental 40211D\_A: *La decisión debería ser tomada de manera compartida. Las opiniones de los científicos e ingenieros, otros especialistas y los ciudadanos informados, deberían ser tenidas en cuenta en las decisiones que afectan a nuestra sociedad, empero es importante mencionar con respecto a esta frase, que ambos grupos, mujeres y hombres, tuvieron puntajes positivos y altos.*

Frases	Grupos				
	Post-test-C*		Post-test-E**		
	Media	Desv. Estandar	Media	Desv. Estandar	Sig. (P<)
10111I_I <sup>a</sup> _Ciencia ( <i>no se puede definir la ciencia</i> )	.3125	.6677	.8281	.3256	.05
M-30111A_I_Interacciones CTSA	.4219	.5059	.9688	.0854	.03
M-30111C_I_Interac. CTSA	.3125	.5042	.8750	.1581	.02
10211B_I_Tecnología ( <i>es la aplicación de la ciencia</i> ).	-.3281	.6995	.5781	.3502	.0002
10211G_A <sup>o</sup> _Tecnología ( <i>son ideas, técnicas, organizar gente y progreso</i> )	.2813	.48197	.9688	.1250	.0001
<b>Categorías</b>					
10111_Ciencia, I	.1328	.4968	.6484	.3103	.007
40161_Resp.Social Contaminación, ^P	-.4063	.4171	.1875	.4873	.02
10211_Tecnología, A	.2813	.48197	.9688	.1250	.0001
10211_Tecnología, I	-.3281	.6995	.5781	.3502	.0005
<b>Cuestiones</b>					
10111_Ciencia	.1885	.2231	.4188	.2347	.03
40161_Resp.Social Contaminación.	.2708	.2934	.6649	.1485	.0002
10211_Tecnología	-.0260	.34389	.5694	.1498	.0001

Tabla 2.- Comparaciones estadísticas de los índices actitudinales de las frases, categorías y cuestiones de los estudiantes de los Grupos Control y Experimental.\*C: control, \*\*E: experimental, <sup>a</sup>I: ingenua, <sup>o</sup>A: adecuada y <sup>^</sup>P: plausible.

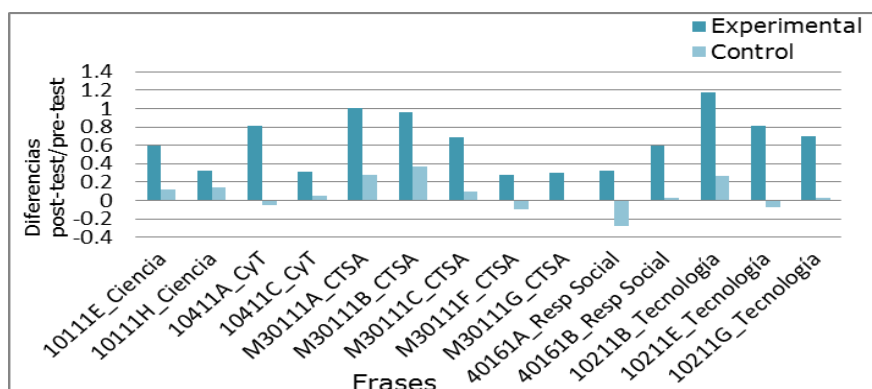


Figura 2.-Diferencia entre las medias Post-test y Pre-test para el grupo experimental y el grupo control.

Frases	Mujeres		Hombres		Sig. (p<)
	Media	Desv. Estandar	Media	Desv. Estandar	
10211D_P_Tecnología	.2273	.5052	-.1429	.6323	.02
10411A_I_Interdependencia CyT	.0430	.5969	-.3750	.6191	.02
30111F_A_Interacción CTSA	.4688	.4704	.1719	.6814	.05
40161A_I_Responsabilidad social Contaminación	.3594	.7041	.7813	.5154	.03
40161C_A_Responsabilidad social contaminación	.7969	.3082	.9375	.1443	.02
40211D_A_Decisiones Sociales	.7424	.3339	.9286	.1528	.003
<b>Categorías</b>					
30111A_Interacciones CTSA	.2773	.4146	-.0313	.5487	.02
40161I_Responsabilidad social contaminación	.3594	.7041	.7813	.5154	.03
40531I_Bienestar (a mayor tecnología mejor nivel de vida)	.0234	.4503	-.2422	.5505	.05
<b>Cuestiones</b>					
40161_Responsabilidad social contaminación	.2595	.3917	.4601	.2684	.03

Tabla 3.- Valores de medias, desviaciones estándar y diferencias significativas entre las actitudes de las alumnas y los alumnos de la licenciatura en educación primaria.

## Discusión

Esta investigación forma parte de un Proyecto de Investigación Internacional cuyo objetivo general es mejorar la comprensión de estudiantes y profesores de todos los niveles educativos acerca de la naturaleza de la CYT (NdCyT) y su relación con aspectos socioambientales, para que cuenten no sólo con una alfabetización científico-tecnológica que les permita tomar decisiones informadas, personales y sociales, proactivas para afrontar la resolución de la problemática ambiental actual, sino además contar con las herramientas necesarias para evitar problemas ambientales en el futuro.

Los resultados del diagnóstico realizado en este estudio evidenciaron que los profesores de primaria en formación no tenían actitudes muy informadas con respecto a la CyT y no mostraban una gran responsabilidad hacia el ambiente. Después de la intervención didáctica el análisis estadístico mostró cambios significativos muy favorables.

Los resultados del GE (pre-test-E y post-test-E) después de la intervención (post-test-E), mostraron actitudes más informadas en los estudiantes, respecto a las conceptualizaciones de ciencia y tecnología, la interdependencia entre estas y algunas de las interacciones CTSA. Estos resultados confirman otras investigaciones como la de Yilmaz et al. (2004) quienes demostraron que los estudiantes turcos de educación básica que tenían mayores conocimientos sobre ciencias, no sólo tenían mejores actitudes hacia estas, sino además tenían actitudes ambientales más favorables y se mostraban más preocupados por el ambiente. Por tanto,

estamos ciertos en destacar que el contar no sólo con conocimientos científicos, sino también con conocimientos sobre la NdCyT la CyT, permite entender mejor las relaciones CTSA y en consecuencia tener más elementos para tomar decisiones más informadas respecto a nuestro entorno.

Respecto a la responsabilidad social hacia la contaminación, desde el pre-test-E los estudiantes manifestaron actitudes positivas en algunos casos, y en otros mostraron actitudes negativas; empero después del taller estas últimas se tornaron positivas y las primeras se manifestaron aún más favorables. Este resultado señala también, los puntos moderadamente débiles y los muy débiles de las actitudes de los estudiantes. De ahí la necesidad de este tipo de propuestas, ya que algunas investigaciones han mostrado que la principal fuente de información, tanto de profesores como de estudiantes sobre la problemática socioambiental y su relación con la CyT, son los medios masivos de comunicación como la televisión (Carvalho, 2005; García-Ruiz y López, 2011) por lo que en realidad no reciben una formación adecuada respecto a estas temáticas.

La comparación entre el GC y el GE evidenció también el efecto favorable de la intervención en el GE, principalmente en las frases referentes a la ciencia, la tecnología y las interacciones CTSA; En el caso de la responsabilidad social hacia la contaminación, los del GC obtuvieron índices actitudinales negativos en las categorías y bajos en las cuestiones globales. Después de la aplicación de la propuesta observamos cambios positivos en las frases, en las categorías y en las cuestiones, lo que permite afirmar que con las estrategias utilizadas en las SEA se lograron contruir conocimientos y actitudes favorables en los docentes en formación.

En un estudio previo sobre el uso racional de la energía en estudiantes de bachillerato (García-Ruiz et al., 2005) se mostró la necesidad de diseñar e implementar estrategias metodológicas adecuadas, para fomentar actitudes favorables hacia el cuidado del ambiente. En la presente investigación se corrobora nuevamente y coincide con otros autores (Hernández et al., 2011) que reportaron, que las estrategias didácticas utilizadas en el aula juegan un papel tan relevante, que si no son apropiadas, pueden llegar a desmotivar a los alumnos y alejarlos del quehacer científico.

Otro de los problemas de la EC se refiere a la descontextualización del conocimiento y aunque los contenidos del currículo estén diseñados para desarrollar habilidades para la vida, las formas de enseñarlas pueden establecer la diferencia en los resultados del aprendizaje (Leymoní, 2009). Por ello, las SEA de esta investigación tratan de enfatizar la contextualización y la situación de los contenidos al ámbito cotidiano de los estudiantes, específicamente a su institución escolar.

Sin embargo, en los ítems relacionados con las decisiones sociales, esto es, los actores relevantes en cuanto a las decisiones sobre asuntos científicos y tecnológicos que pueden tener impacto ambiental, las relaciones y la influencia de la Tecnología en la sociedad, no hubo cambios significativos entre ambos grupos de estudiantes, lo que nos señala algunas limitaciones del taller, que podemos tomar como un área de oportunidad para que en futuras intervenciones se impulse una mayor comprensión de la NdCyT en los estudiantes y con ello entender las responsabilidades compartidas, ya que la sociedad, la CyT y el ambiente establecen fuertes

relaciones mutuas. Un ejemplo de ello sería incluir una actividad o un estudio de caso sobre el gran problema del hiperconsumo frente a la pobreza extrema, en donde se reflexione sobre la participación de la CyT y los diferentes sectores sociales (v.g. empresas, gobierno, ciudadanía) en ello y, su consecuente impacto ambiental.

Otro aspecto interesante de esta investigación, es lo referente a la influencia del género en las actitudes hacia la CyT y su relación con la problemática socioambiental; las mujeres mostraron actitudes más favorables hacia el ambiente que los hombres; empero ambos sexos manifestaron poco conocimiento respecto a esta problemática y las consecuencias en la sociedad. Todo esto fue evidenciado por los índices bajos y negativos obtenidos. En cuanto a la tecnología, las mujeres expresaron conocimientos y actitudes más adecuadas que los hombres, resultado que llama la atención porque en otras investigaciones (e.g. Daza, 2010 y Weber, 2012), los hombres mostraron mayor interés por estos temas. Quizá podría estar influyendo que en nuestra muestra sólo 20% son hombres, por lo que sería necesario ampliar la muestra para corroborar estos hallazgos.

Otros resultados que muestran la preponderancia de las mujeres se encuentran en la interdependencia de la CyT y el bienestar: *a mayor tecnología, mejor nivel de vida*. Sin embargo, es importante hacer notar que en estos casos los índices actitudinales de ambos, mujeres y hombres, resultaron muy bajos, con lo que se evidencia un punto débil que debe de trabajarse más con los y las estudiantes de la licenciatura de educación primaria.

Los ítems en los cuales los hombres manifestaron un mejor desempeño que las mujeres fueron, los referentes a la responsabilidad social y a las decisiones sociales. En el caso de la responsabilidad social hacia la contaminación también se ha reportado que las mujeres son las más interesadas en los temas relativos al ambiente (Vázquez et al., 2011), inclusive en una investigación anterior Cavas et al. (2009) estudiaron las actitudes ambientales de estudiantes turcos de secundaria en función del género y encontraron que las chicas tienen actitudes ambientales más favorables que los chicos. No obstante, en una investigación previa (García-Ruiz et al., 2010), encontramos que los hombres tenían mejores actitudes en las frases plausibles, mientras que en las frases adecuadas las mujeres tenían índices actitudinales mayores. Empero es necesario resaltar que aunque los hombres tuvieron puntajes más altos, ambos grupos mostraron valores positivos y favorables. Este es un resultado importante, debido a que los docentes de primaria en formación mostraron actitudes positivas e informadas en asuntos de relevancia social.

En cuanto a las decisiones sociales que pueden tener un impacto ambiental los hombres tuvieron puntajes significativamente mejores que las mujeres, pero otra vez debemos mencionar que ambos tuvieron puntajes altos y por tanto, favorables.

Estos hallazgos referentes a las diferencias entre mujeres y hombres evidencian la necesidad de diseñar currículos que incluyan contenidos de forma equilibrada acorde al género o bien plantear dentro del diseño

estrategias para trabajar de manera diferenciada conforme a los intereses y necesidades de cada grupo.

### **Conclusiones**

Como muestran los resultados de cambio significativo, a través de esta propuesta se logró, no sólo guiar la construcción de conocimientos y actitudes favorables en la responsabilidad social, sino que se consiguió que construyesen una visión holística de la interacción entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente, a través de experiencias significativas que repercutieran en la vida cotidiana de los estudiantes, su escuela, su familia, su comunidad y hasta en sus futuros alumnos.

Esta propuesta didáctica permitió también a los futuros docentes fomentar una conciencia, responsabilidad y colaboración ambiental, y los alentó para tomar acciones para mejorar el bienestar de los individuos, la sociedad y el ambiente. En otras palabras con la intervención se logró que los estudiantes hicieran una reflexión crítica respecto a los aspectos positivos y negativos de la CyT y las relaciones entre ellas, la sociedad y el ambiente.

Sin embargo, es importante mencionar que esta intervención tuvo algunas limitaciones, no logró incidir sobre algunas de las temáticas, como la relación que puede tener la tecnología con un mejor nivel de vida y los actores relevantes en cuanto a las decisiones sobre asuntos científicos y tecnológicos que pueden tener impacto ambiental. En estos dos casos no hubo cambios significativos (excepto por las diferencias de género mencionadas arriba), lo que señala que se debe impulsar una mayor comprensión de la NdCyT en los estudiantes, para entender mejor las responsabilidades compartidas, ya que la sociedad, la CyT y el ambiente establecen relaciones mutuas. Estos resultados confirman además otras investigaciones que reportan que un mayor conocimiento sobre el ambiente mejora las actitudes de los estudiantes (Özay, 2010).

Si tomamos en cuenta que la actitud predispone las acciones de una persona hacia determinados objetivos, podemos esperar que fomentar actitudes favorables en torno a la CyT y responsabilidad social hacia el ambiente incrementen las probabilidades de que los participantes de esta investigación, con esos cambios favorables de actitud, estén en condiciones de realizar acciones amigables con el ambiente y promover también en sus futuros alumnos de primaria acciones positivas hacia estas materias.

### **Implicaciones**

Esta investigación resulta de particular interés debido a que puede contribuir al mejoramiento de la docencia, dado que proporciona algunos elementos relevantes, cómo el tomar en cuenta en todo momento el contexto socioambiental, el género y, enfatizar la relevancia de la NdCyT en los procesos de enseñanza y aprendizaje, referidos a la educación científica, tecnológica y ambiental, que deben considerarse para el diseño de programas de formación y actualización de profesores.

Asimismo, consideramos que es muy importante llevar a cabo este tipo de propuestas didácticas y sobretodo realizarlas con los futuros profesores, porque al momento de incorporarse al sistema educativo nacional, ellos



serán los protagonistas directos del proceso de enseñanza-aprendizaje y ellos serán los formadores de muchas generaciones futuras en las que podrán fomentar actitudes favorables que tengan como consecuencia comportamientos positivos hacia el medio ambiente.

### **Agradecimientos**

Proyecto financiado por el Plan Nacional de I+D del Ministerio de Ciencia e Innovación (España) Proyecto de Investigación EDU2010-16553 y por el Área Académica 2 de la Universidad Pedagógica Nacional (México).

### **Referencias bibliográficas**

Borges, F.; Duarte, M.C. y J. Paulo da Silva (2007). Atitudes de profesores portugueses sobre o ambiente e a problemática ambiental. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6, 1, 176-190. En <http://www.webs.uvigo.es/reec>.

Cavas, B.; Cavas, P.; Tekkaya, C.; Cakiroglu, J. y T. Kesercioglu (2009). Turkish Students' Views on Environmental Challenges with respect to Gender: An Analysis of ROSE Data. *Science Education International*, 20, 1/2, 69-78.

Carvalho, L.P. (2005). Relations involving science, technology and environment in students' perspectives. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, No. Extra. VII Congreso en Investigación en Didáctica de las Ciencias, Granada, España.

Daza, S. (2011). Imagen de la ciencia y tecnología entre los estudiantes iberoamericanos. En C. Polino (Comp.), *Los estudiantes y la ciencia, encuesta a jóvenes iberoamericanos* (pp. 116-155). Buenos Aires: OEI.

Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill/Interamericana.

Erol, G.H. y K. Gezer (2006). Prospective of elementary school teachers' attitude toward environment and environment problems. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1, 1, 65-77.

García-Ruiz, M.; Calixto, R. y M. Molina (2005). Educación Ambiental a favor de un uso racional de la energía. *Entre Maestros*, 5, 15, 49-57.

García-Ruiz, M. y M.S. Pérez (2005). Las Actitudes hacia la Ciencia y su Enseñanza en las Docentes de Educación Preescolar. En M.A. Méndez, V. Paz y M.L. Martínez (Coord.), *La Enseñanza de la Ciencia en la UPN Natura Red 2001-2004* (pp.12-15). México: UPN.

García Ruiz, M. y B. Sánchez (2006). Las actitudes relacionadas con las Ciencias Naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Revista Perfiles Educativos*, 28, 114, 61-89.

García-Ruiz, M. y L. Orozco (2008), Orientando un cambio de actitud hacia las ciencias naturales y su enseñanza en profesores de educación primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7, 3, 539-568. En <http://www.webs.uvigo.es/reec>.

García Ruiz, M.; Calixto Flores, R. y A. Cid del Prado (2010). Creencias sobre la NdCyT: una comparación entre estudiantes universitarios de

ciencias y de humanidades. En A. Bennássar, A. Vázquez, M.A. Manassero y A. García-Carmona (Coord.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la Ciencia y Tecnología* (pp. 179-191). Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI. En <http://www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf>.

García Ruiz, M. e I. López (2011). Las actitudes y conocimientos ambientales de los profesores de educación básica y media superior. En R. Calixto, M. García Ruiz y D. Gutiérrez (Coord.), *Educación e Investigación Ambientales y Sustentabilidad. Entornos cercanos para desarrollos por venir* (pp. 397-419). Colección Horizontes Educativos. México: UPN y Colegio Mexiquense.

Gutiérrez Marfileño, V.E. (1998). *Actitudes de los estudiantes hacia la Ciencia*. México: PIIES y Universidad Autónoma de Aguas Calientes.

Hernández, V.; Gómez, E.; Maltes, L.; Quintana, M.; Muñoz, F.; Toledo, H.; Riquelme, V.; Henríquez, B.; Zelada, S. y E. Pérez (2011). La actitud hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en alumnos de Enseñanza Básica y Media de la Provincia de Llanquihue, Región de los Lagos-Chile. *Estudios Pedagógicos* [en línea], XXXVII (1), 71-83. En <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=173519395004>.

Jarvis, T. (2004). Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two-year science in-service programme and their effect on pupils. *International Journal Science Education*, 26, 14, 1787-1811.

Kelly, A. (1986). The development of girls' and boys' attitudes to science: A longitudinal study. *European Journal of Science Education*, 8, 4, 399-412.

Koballa, T.R. (1988). Attitude and related concepts in science education. *Science Education*, 72, 115-126.

Leymonié, S.J. (2009). *Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales*. Santiago, Chile: UNESCO. Salesianos Impresores S.A.

Makki, M.H.; Abd-El-Khalick F. y S. Boujaoude (2003). Lebanese secondary schoolstudents' environmental knowledge and attitude. *Environmental Education Research*, 91, 21-33.

Manassero, M.A.; Vázquez, A. y J.A. Acevedo (2001). La evaluación de las actitudes CTS. En <http://www.oei.es/salactsi/acevedo11.htm>.

Manassero, M.A.; Vázquez, A., y J.A. Acevedo (2003). Cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología i societad (COCTS). Princeton, NJ: Educational Testing Service. En <http://www.ets.org/testcoll/>.

Membiela, P. (2002). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. En P. Membiela (Coord.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp. 91-103). Madrid: Narcea

Membiela, P. (2005). Reflexiones desde la experiencia sobre la puesta en práctica de la orientación Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza científica. *Educación Química*, 16, 3, 404-409.

Özay, E. (2010). The factors that affect attitudes toward environment of secondary school students. *Journal of Turkish Science Education*, 7, 3, 198-211.

Pedretti, E.G.; Bencze, L., Hewitt, J.; Romkey, L. y A. Jivraj (2008). Promoting issues-based STSE perspectives in science teacher education: Problems of identity and ideology. *Science & Education*, 17, 8–9, 941–960.

Raviolo, A.; Siracusa P. y M. Herbel (2000). Desarrollo de actitudes hacia el Ciudadano de la energía: experiencia en la formación de maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 1, 79-86.

Sarabia, B. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de las actitudes. En C. Coll, J. Ignacio, B. Sarabia y E. Valls (Eds.), *Los contenidos en la Reforma* (pp. 133-198). Madrid: Santillana.

Vázquez, A. (2013). La educación científica y los factores afectivos relacionados con la ciencia y la tecnología. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp. 243-276). Badajoz: DEPROFE.

Vázquez, A. y M.A. Manassero (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4, 2, 247-271. En [http://www.apaceureka.org/revista/Volumen4/Numero\\_4\\_2/Vazquez\\_Manassero\\_2007.pdf](http://www.apaceureka.org/revista/Volumen4/Numero_4_2/Vazquez_Manassero_2007.pdf).

Vázquez, A.; Manassero, M.A. y M. García-Ruiz (2011). El interés de los estudiantes de secundaria básica hacia los temas de educación sobre el medio ambiente. En R. Calixto, M. García Ruiz y D. Gutiérrez (Coords.), *Educación e Investigación Ambientales y Sustentabilidad. Entornos cercanos para desarrollos por venir* (pp. 453-476). México: UPN-El Colegio Mexiquense.

Vesterinen, V.M.; Manassero-Mas, M.A. y A. Vázquez-Alonso (2014). History, Philosophy, and Sociology of Science and Science- Technology-Society Traditions in Science Education: Continuities and Discontinuities. M. R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 1895-1925). Dordrecht: Springer.

Weber, K. (2012). Gender differences in interest, perceived personal capacity, and participation in STEM-related activities. *Journal of Technology Education*, 24, 1, 18-33.

Yilmaz, O.; Boone, J.W. y O.H. Andersen (2004). Views of elementary and middle school Turkish students toward environmental issues. *International Journal of Science Education*, 26, 1527-1546.

Zoller, U.; Ebenezer, J.; Morely, K.; Paras, S.; Sandberg, V.; West, C.; Wolthers, T. y S.H. Tan (1990). Goal attainment in science-technology-society (S/T/S) education and reality: The case of British Columbia. *Science Education*, 74, 1, 19-36.

**Anexo 1.- Ejemplo de una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje utilizada en esta investigación.**

**Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje**

Sesiones: 2, Nivel: Licenciatura en educación primaria.

Título: **La participación de la C, T y S en la problemática ambiental**

**Justificación/Descripción general (resumen):** se reflexiona sobre las causas y las consecuencias de algunos de los problemas ambientales mundiales y de su contexto próximo; las implicaciones de la CTS en éstos y se vislumbran posibles alternativas para su solución y la prevención de otros problemas ambientales.

**Relación con el currículo:** trabajo complementario a la asignatura Ciencias Naturales y su Enseñanza II.

**Competencias Básicas**

- ❖ Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y en su contexto cotidiano
- ❖ Identifica, ordena e interpreta las ideas, datos y conceptos explícitos e implícitos en un texto, considerando el contexto en el que se generó y en el que se recibe.
- ❖ Sustenta una opinión personal sobre los impactos del desarrollo de la ciencia y la tecnología en su vida diaria asumiendo consideraciones éticas.
- ❖ Sitúa hechos históricos fundamentales que han tenido lugar en distintas épocas en México y el mundo en relación al presente.

**Objetivos:** Identificar problemas ambientales mundiales, las implicaciones positivas y negativas de la relación CTSA en estos problemas y reflexionar la importancia de trabajar este enfoque en las escuelas a fin de promover valores y actitudes a favor del mejoramiento del ambiente.

**Requisitos:** Conocimiento sobre problemas ambientales, NdCyT la ciencia y tecnología.

Tiempo	Actividades (Alumnado/ Profesor)	Metodología/ Organización	Materiales/Recursos
Aproximadamente 2 horas 30 minutos para cada sesión y son dos sesiones.	<p><b>ENGANCHAR:</b> Introducción-motivación. Reflexiona, en equipos de cinco personas, sobre qué les evoca el concepto "problemática ambiental". Escribe su respuesta en una hoja de rotafolio y la presenta en plenaria. Comparte, algunos problemas ambientales que conozca y recuerde.</p>	<p>Lluvia de ideas de todo el grupo de clase. Análisis y Síntesis en grupos pequeños.</p>	<p>Pliegos de papel rotafolio, marcadores</p>
	<p><b>ELICITAR:</b> Conocimientos previos Comenta sobre la diversidad de problemas ambientales encontrados, enfatizando en la gran diversidad de causas, las que provienen fundamentalmente de la presión que la sociedad ejerce sobre la naturaleza, que se expresa en la problemática ambiental, entendida ésta como un proceso de deterioro social y ecológico. Dan respuesta, en plenaria a las siguientes preguntas:</p>	<p>Grupos Pequeños</p>	<p>Laptop y cañón</p>

<p>¿A qué se refiere el desarrollo de un país? ¿Cómo responde el ambiente ante los excesos de la sociedad?/ Solicita que precisen los aspectos específicos en que incide la ciencia y por otra parte la tecnología en los cambios habidos en los ambientes antes trabajados.</p>		
<b>Actividades de Desarrollo</b>		
<p><b>EXPLICAR</b> Contenidos Realiza, en equipo temático, el análisis de un problema ambiental para identificar: a) El contexto de la relación ciencia, tecnología, sociedad -naturaleza, de dónde resulta la problemática ambiental. b) La presión (las causas sociales, económicas y políticas) de ese estado. c) Las alternativas de solución que en el país se están dando al problema ambiental. Presenta, en plenaria, el resultado de su análisis, siguiendo formatos variados y creativos / Conformar grupos pequeños, asigna problemática a indagar (alguna de las siguiente):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio climático</li> <li>Degradación y contaminación de los suelos, agua y aire</li> <li>Deforestación e incendios forestales</li> <li>Pérdida de la biodiversidad</li> <li>Explosión demográfica</li> <li>Agricultura: suficiencia alimentaria, transgénicos, salud.</li> </ul> <p>Estimula el trabajo, ingenio, la creatividad de los jóvenes. Modera la exposición. Orienta el análisis en relación con los factores (ciencia, tecnología, cultura, economía) que están incidiendo en la generación de problemáticas ambientales, así como las propuestas para su solución.</p>	<p>Análisis, reflexión síntesis Trabajo colaborativo/ Grupos pequeños</p>	<p>Lap top. Cañón  Materiales sobre cada temática, Pliegos de papel rotafolio, marcadores collages, prácticas de laboratorio, maquetas, memora-mas, crucigra-mas, sopa de letras, prácticas, etc.</p>
<p>Revisa materiales acordes a la problemática que les correspondió/Acompaña los procesos de indagación de los estudiantes.</p>	<p>Grupo pequeño Análisis del caso</p>	<p>Diferentes fuentes de consulta (incluyendo noticias ambientales recientes).</p>
<p style="text-align: center;"><b>EXPLICAR</b> Actitudes Comparte la información obtenida, Actitud colaborativa/ Acciones que le facilitan el logro de los objetivos.</p>		<p>Diversos materiales.</p>
<p style="text-align: center;"><b>EXPLORAR</b> Consolidación Elabora, por equipos, un esquema conceptual que sintetice lo trabajado en donde muestre la relación sociedad, ciencia y tecnología y naturaleza. Presenta su esquema al resto del grupo, los cuales harán observaciones en el sentido de enfatizar las interrelaciones entre los</p>	<p>Síntesis. Grupos pequeños Organizador gráfico o mural</p>	<p>Mural u organizador gráfico  Friso</p>

problemas ambientales y las causas de éstos. / Modera la exposición. Orienta el análisis en relación con los factores (ciencia, tecnología, cultura, economía) que están incidiendo en la generación de problemáticas ambientales, así como las propuestas para su solución.		
Evaluar		
Instrumentos (seleccionar cuestiones del COCTS para evaluar)	Pre-test/Post-test	
Escriba un texto donde realice una reflexión acerca de la diversidad de causas de carácter económico, político y social que dan origen a los problemas ambientales, así como el entendimiento de que el problema ambiental resulta de una serie de procesos interrelacionados de orden ecológico, económico, social y cultural/ Recibe y analiza el material. Hace sugerencias o comentarios		
EXTENDER Actividades de refuerzo		
Debate sobre la participación de la C, T y S en la problemática ambiental, así como su contribución en las alternativas de solución y prevención/ Guía y regula el debate.		
EVALUACIÓN/REFLEXIÓN SOBRE LA PRÁCTICA DOCENTE Valorar la forma en que incidirán los nuevos saberes sobre CTSA y sus implicaciones en la problemática ambiental local		

## Anexo 2.- Cuestiones del COCTS

Textos completos de las cuestiones del COCTS utilizadas en esta investigación. Las letras de la columna de la izquierda corresponden a las categorías asignadas por los jueces (A, adecuada, I, ingenua y P, plausible).

*10111 Definir qué es la ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es:*

- P  A. el estudio de campos tales como biología, química, geología y física.
- A  B. un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida).
- P  C. explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y el universo y cómo funcionan.
- P  D. realizar experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea.
- I  E. inventar o diseñar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores, vehículos espaciales).
- P  F. buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, curar enfermedades, solucionar la contaminación y mejorar la agricultura).
- P  G. una organización de personas (llamados científicos) que tienen ideas y técnicas para descubrir nuevos conocimientos.
- A  H. un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.
- I  I. no se puede definir la ciencia.

*10211 Definir qué es la tecnología puede resultar difícil porque ésta sirve para muchas cosas. Pero la tecnología PRINCIPALMENTE es:*

- P A. muy parecida a la ciencia.  
 I B. la aplicación de la ciencia.  
 P C. nuevos procesos, instrumentos, maquinaria, herramientas, aplicaciones, artilugios, ordenadores o aparatos prácticos para el uso de cada día.  
 P D. robots, electrónica, ordenadores, sistemas de comunicación, automatismos, máquinas.  
 P E. una técnica para construir cosas o una forma de resolver problemas prácticos.  
 P F. inventar, diseñar y probar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores y vehículos espaciales).  
 A G. ideas y técnicas para diseñar y hacer cosas; para organizar a los trabajadores, la gente de negocios y los consumidores; y para el progreso de la sociedad.  
 P H. saber cómo hacer cosas (por ejemplo, instrumentos, maquinaria, aparatos).

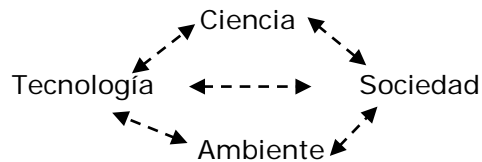
10411 *La ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas entre sí:*

- I A. porque la ciencia es la base de los avances tecnológicos, aunque es difícil ver cómo la tecnología podría ayudar a la ciencia.  
 A B. porque la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica.  
 A C. porque aunque son diferentes, actualmente están unidas tan estrechamente que es difícil separarlas.  
 D. porque la tecnología es la base de todos los avances científicos, aunque es difícil ver cómo la ciencia puede ayudar a la tecnología.  
 P E. Ciencia y tecnología son más o menos la misma cosa.

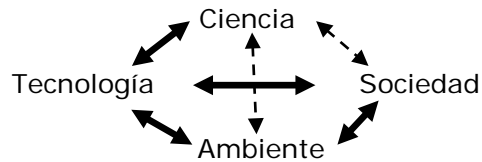
M-30111 *¿Cuál de los siguientes diagramas representaría mejor las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente? (Las flechas simples indican una sola dirección para la relación, y las dobles indican interacciones mutuas. Las flechas más gruesas indican una relación más intensa que las finas, y éstas más que las punteadas; la ausencia de flecha, indica falta de relación).*

- I A. Ciencia → Tecnología → Sociedad → Ambiente
- I B. Ciencia → Tecnología → Ambiente → Sociedad
- I C. Tecnología → Ciencia → Ambiente → Sociedad
- I D.
- 
- I E.
-

P  F.



A  G.



40161 *La industria pesada ha contaminado enormemente los países industriales. Por tanto, es una decisión responsable trasladarla a los países no desarrollados, donde la contaminación no está tan extendida.*

I  A. La industria pesada debería ser trasladada a los países no desarrollados para salvar nuestro país y sus generaciones futuras de la contaminación.

P  B. es difícil de decidir. Trasladar la industria ayudaría a los países pobres a prosperar y también a reducir la contaminación de nuestro país. Pero no tenemos derecho a contaminar el medio ambiente de otros lugares.

A  C. No es cuestión de donde esté localizada la industria pesada. Los efectos de la contaminación son globales sobre la Tierra.

La industria pesada NO debería trasladarse a los países no desarrollados:

D. porque trasladar la industria no es una forma responsable de resolver la contaminación. Se debería reducir o eliminar la contaminación aquí, en lugar de crear más problemas en cualquier otro lugar.

P  E. porque esos países tienen ya suficientes problemas sin añadir el problema de la contaminación.

A  F. porque la contaminación debería ser limitada tanto como sea posible. Extenderla sólo crearía más daños.

40211 *Los científicos e ingenieros deberían ser los únicos en decidir los asuntos científicos de nuestro país porque son las personas que mejor conocen estos asuntos. Como por ejemplo, los tipos de energía cara al futuro (nuclear, hidráulica, solar, quemando carbón, etc.), los índices permitidos de contaminación del aire en nuestro país (emisiones industriales de dióxido de azufre, control de la contaminación de coches y camiones, emisiones de gases ácidos de los pozos de petróleo, etc.), el futuro de la biotecnología en nuestro país (ADN recombinante, ingeniería genética, desarrollo de bacterias eliminadoras de minerales o creadoras de nieve, etc.), técnicas aplicadas al feto (amniocentesis para analizar los cromosomas del feto, alterar el desarrollo del embrión, los bebés probeta, etc.), o sobre el desarme nuclear.*

Los científicos e ingenieros son los que deberían decidir:

I  A. porque tienen la formación y los datos que les dan una mejor comprensión del tema.

I  B. porque tienen el conocimiento y pueden tomar mejores decisiones que los burócratas del gobierno o las empresas privadas, que tienen intereses creados.

P  C. porque tienen la formación y los datos que les dan una mejor comprensión; PERO los ciudadanos deberían estar implicados, o deberían ser informados o consultados.

A  D. La decisión debería ser tomada de manera compartida. Las opiniones de los científicos e ingenieros, otros especialistas y los ciudadanos informados, deberían ser tenidas en cuenta en las decisiones que afectan a nuestra sociedad.



*P*  E. El gobierno debería decidir porque el tema es básicamente político; PERO científicos e ingenieros deberían aconsejar.

*A*  F. Los ciudadanos deberían decidir, porque la decisión afecta a todos; PERO científicos e ingenieros deberían aconsejar.

*P*  G. Los ciudadanos deberían decidir, porque sirven como control de los científicos e ingenieros. Éstos tienen opiniones idealistas y estrechas del tema y, por tanto, prestan poca atención a las consecuencias.

*P*  H. Depende del tipo de decisión a tomar; no es lo mismo decidir sobre el desarme nuclear que sobre un bebé. En unos casos podrían hacerlo los científicos solos, y en otros, los ciudadanos o los interesados solos.

*40531 Más tecnología mejorará el nivel de vida de nuestro país.*

*I*  A. Sí, porque la tecnología siempre ha mejorado el nivel de vida y no hay razón para que no lo haga ahora.

*P*  B. Sí, porque cuanto más sabemos, mejor podemos resolver nuestros problemas y cuidar de nosotros mismos.

*I*  C. Sí, porque la tecnología crea trabajo y prosperidad. La tecnología ayuda a hacer la vida más agradable, más eficiente y más divertida.

*A*  D. Sí, pero sólo para aquellos que pueden usarla. Más tecnología destruirá puestos de trabajo y causará que haya más gente por debajo de la línea de pobreza.

E. Sí y no. Más tecnología haría la vida más agradable y más eficiente, PERO también causaría más contaminación, desempleo y otros problemas. El nivel de vida puede mejorar, pero la calidad de vida puede que no.

*P*  F. No, porque somos irresponsables con la tecnología que tenemos ahora; como ejemplos podemos citar la desmedida producción de armas y el uso abusivo de los recursos naturales.