



Las características subjetivas de los científicos y los efectos de género

Characteristics of scientists and gender effects

Mayra García-Ruiz

Universidad Pedagógica Nacional-México
mayragarr@gmail.com

Senddey Maciel Magaña

Benemerita Escuela Nacional de Maestros
senddey@yahoo.com.mx

Resumo:

O objetivo deste artigo foi melhorar as atitudes e a compreensão da NdC, no que se refere às características subjetivas dos cientistas, tendo em conta os efeitos de género nos futuros professores dos primeiros anos de escolaridade. Desenvolveram-se sequências didáticas, num desenho quasi-experimental de pré-teste/pós-teste. Os resultados do pré-teste mostraram, na sua maioria, atitudes muito desfavoráveis e pouco informadas a respeito das características subjetivas atribuídas aos cientistas e às científicas. Depois da intervenção, verificaram-se nos estudantes atitudes mais adequadas, pelo que estamos certos de que para ter atitudes e conceções mais apropriadas é necessário considerar outros fatores, como o género. Consideramos que esta investigação pode ter implicações importantes para a docência.

Palavras-chave: Natureza da ciência; características dos cientistas; crenças e atitudes; sequências didáticas; género.

Resumen:

El objetivo de este artículo fue mejorar las actitudes y la comprensión de la NdC, en lo referente a las características subjetivas de los científicos, tomando en cuenta los efectos de género, en los futuros profesores de primaria. Se aplicaron secuencias de enseñanza-aprendizaje en un diseño cuasi-experimental pre-test/post-test. Los resultados del pre-test mostraron en su mayoría actitudes muy desfavorables y poco informadas respecto a las características subjetivas de los científicos y las científicas. Después de la intervención se orientaron actitudes más adecuadas en los estudiantes, por lo que estamos ciertos en destacar que para tener actitudes y concepciones más apropiadas es necesario considerar otros factores, como el género. Consideramos que esta investigación puede tener implicaciones importantes en la docencia.

Palabras Clave: Naturaleza de la ciencia; características de los científicos; creencias y actitudes; secuencias de enseñanza-aprendizaje; género.

Abstract:

The main goal of this article was to improve attitudes towards and understanding on the NoS, regarding scientists' subjective characteristics and accounting for the effects of gender in future primary school teachers. Teaching-learning sequences were applied in a quasi-experimental pre-



test/post-test design. The results of the pre-test mostly evidenced very unfavourable and uninformed attitudes regarding the subjective characteristics of scientists, male and female. After the intervention, students demonstrated more appropriate attitudes, which led us to conclude that, in order to foster more appropriate attitudes and conceptions towards scientists' characteristics, there is a need to include diverse factors, such as gender.

Keywords: Nature of Science; scientist's characteristics; attitudes and beliefs; teaching-learning sequences; gender.

Introducción

Hoy en día la educación en ciencias incluye temáticas sobre de la naturaleza de la ciencia (NdC) como parte del curriculum. La meta es educar a la ciudadanía para tomar decisiones más informadas acerca de estas temáticas. Esto es de suma relevancia, dado que si se saben las características del conocimiento científico y la manera en que se genera, los ciudadanos estarán más capacitados para aplicar el conocimiento científico a su vida cotidiana (Bell & Lederman, 2003).

Empero, se ha reportado que estudiantes y profesores independientemente del nivel escolar, tienen ideas ingenuas acerca de la NdC (Akerson, Hanson, & Cullen, 2007; Walls, Buck, & Akerson, 2013). Y esto se constituye como un gran problema cuando el profesorado presenta esas ideas, ya que para que los estudiantes puedan mejorar su comprensión acerca de la NdC, primero se requiere preparar a los profesores (Lederman, 2007).

Por otra parte, en muchos jóvenes persiste un desconocimiento del papel social de la ciencia, como también estereotipos de género, referidos a la actividad científica. Esto requiere entre otras acciones, una revisión en la formación del futuro profesorado de educación básica y de nuevos modelos de formación con estrategias didácticas que promuevan en los futuros docentes actitudes favorables hacia una educación en ciencia con una perspectiva de género.

En este contexto el objetivo de esta investigación fue mejorar las actitudes y la comprensión de la NdC, en lo referente a las características subjetivas de los científicos, tomando en cuenta los efectos de género, en los futuros profesores de primaria, por lo que este trabajo se enfocó a las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué actitudes y creencias tiene el profesorado de primaria en formación acerca de la NdC, específicamente sobre las características subjetivas de los científicos y científicas?
2. ¿Podrá una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje promover una mejora en las actitudes y la comprensión de estos aspectos de la NdC en los futuros profesores?

Fundamentación Teórica

A través de los años la imagen de la ciencia, la tecnología y los científicos, en la mayoría de las personas, se ha caracterizado por la desvinculación de estos con la realidad social, por el poco conocimiento sobre las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y estas tres



con el medio ambiente (García-Ruiz, Calixto, & Cid, 2010).

En la actualidad la ciencia y la tecnología (CyT en adelante) son realidades tan estrechamente vinculadas que es difícil separarlas; están presentes en casi todos los aspectos de nuestra vida, así la actividad científica y tecnológica, y la sociedad en la que se desarrollan mantienen una interacción mutua, ya que la CyT han influido en la evolución de las sociedades y al mismo tiempo son manifestaciones sociales determinadas por el contexto socio-histórico, los valores y las actitudes existentes. Lo que pone en relieve la importancia de que toda la ciudadanía cuente con conocimientos sobre CyT y sus interacciones mutuas con el ambiente, para que la sociedad en general junto con los gobiernos y los especialistas participen en la toma de decisiones adecuadas, ya que somos los miembros de la sociedad los que sufrimos los impactos ambientales que se generan de estas, cuando se sobreponen los intereses empresariales y económicos sobre el bienestar social.

Asimismo, ahora se reconoce que no sólo es importante saber ciencias, sino también saber sobre ciencias, esto se refiere a saber cómo funciona la ciencia, cómo se produce el conocimiento científico, cómo cambian estos conocimientos con el tiempo, cómo las ciencias son influenciadas e influyen a la sociedad y la cultura (Lederman, 1992), como son las personas que hacen ciencia – los científicos-, etc., todo esto ha conformado una nueva componente curricular de reflexión crítica de las ciencias a la que se le ha denominado *Naturaleza de la Ciencia* (McComas, Clough, & Almazroa, 1998), la cual se interpreta como el conjunto de métodos aplicados por los científicos para mejorar su conocimiento (epistemología de la ciencia; Vázquez, Manassero, & Talavera, 2010).

Dentro del campo de la enseñanza, la NdC juega un papel importante para coadyuvar la comprensión de la CyT desde diferentes perspectivas, cultural, social, económica, política y medioambiental.

No obstante, para tener una comprensión completa acerca de las concepciones sobre la NdC es necesario explorar otros factores como la raza, la cultura y el género (Walls et al., 2013).

En cuanto al género en los últimos años del siglo XX y en los primeros años del presente siglo, la participación de las mujeres en las actividades científicas y tecnológicas, es cada vez mayor. Sin embargo persisten problemas de inequidad, que aparentemente se encontraban superados. Si nos vamos al terreno de la educación vemos que existen importantes brechas educativas de género, en el acceso y la permanencia de niñas y mujeres en las instituciones escolares, principalmente en la educación media superior y superior.

En los últimos años la realidad de las mujeres en el campo de la CyT se ha ido transformando, aunque todavía no se ha logrado una equidad en los campos disciplinarios de la CyT, hay una baja representación femenina en las carreras científicas y tecnológicas (ciencias naturales, exactas e ingenierías) también en los puestos de prestigio académico y/o con poder de decisión.

Aun en aquellos países en los que existe una relativa paridad entre hombres y mujeres en cuanto al ingreso a carreras de CyT, los puestos de mayor rango siguen estando mayormente ocupados por hombres (Oldham, 2000), todavía no se logra traspasar el llamado techo de cristal (*glass ceiling*); predomina el estereotipo de la tecnología como actividad "masculina", pero también se encuentran cargas de masculinidad y feminidad en disciplinas como la medicina, el medioambiente y la ecología (Pérez, Sánchez, Miranda, & García, 2008). Las historias sobre la vida profesional de las



mujeres que no se cuentan, como la competencia, las tensiones, la lucha extenuante tanto en la esfera profesional como la familiar todavía prevalecen (Gornick, 2013).

En México más del 50% de sus habitantes son mujeres; no obstante las mujeres tienen menos oportunidades de acceso a la formación científica y tecnológica, debido a que prevalece una formación cultural en ellas que les limita las posibilidades para acceder a las actividades científicas y tecnológicas. En los distintos espacios sociales de educación, se reproducen los estereotipos de género diferenciando las cuestiones propias de los hombres y de las mujeres. La inequidad de género en la sociedad mexicana se ve además reforzada y legitimada por la educación, inicialmente en la familia y más adelante por la escuela evitando el desarrollo integral de las mujeres (Suárez & López Guazo, 2010).

Aunque paradójicamente el personal docente en la educación primaria en su mayoría es del género femenino, acorde a González (2007) esto se debe principalmente dos situaciones en la historia de nuestro país, la primera fue que se abrieron espacios educativos para que las niñas estudiaran la primaria, en igual cantidad que los niños, lo que hizo que emergieran mayores oportunidades laborales para las maestras y la segunda fue, que los hombres no se interesaron por estudiar la carrera normalista y había una importante cantidad de profesoras certificadas.

Por otro lado, continúa como lugar común entre el magisterio decir que las niñas son mejores en español y los niños lo son en ciencias y matemáticas (González, 2004) y más aún, se ha evidenciado que las niñas reciben menos atención del profesorado que los niños independientemente del sujeto y de la edad de los alumnos (Sadker, Sadker, & Zittleman, 2009).

También se ha reportado (Whitelegg, 2001, en Blinckenstaff, 2005) que los niños y las niñas de primaria tienden a jugar en grupos segregados y que los niños tienen un mayor acceso a los recursos del salón de clase, debido a que toman de manera agresiva el control de los materiales (Blickenstaff, 2005), esto representa un obstáculo que inhibe a las niñas y que indiscutiblemente influye en sus actitudes en la escuela.

En el Sistema Educativo Mexicano, como en el de muchos otros países sobre todo latinoamericanos, aun cuando la presencia femenina en la educación superior se ha ido incrementando y continúa en ascenso, se observa una mayor presencia de las mujeres en las carreras y postgrados relacionados con la educación básica, no así en las licenciaturas y postgrados de áreas científicas, tecnológicas e ingenieriles en donde hay una clara infrarrepresentación de las mujeres.

Antecedentes

La presente investigación constituyó el paso a seguir después de algunos resultados emanados de nuestras investigaciones previas. En un estudio anterior en donde exploramos las actitudes e intereses de los estudiantes de secundaria hacia temas de ciencia y medio ambiente (Vázquez, Manassero, & García-Ruiz, 2011), reportamos que no sólo las actitudes, sino también los intereses hacia estas temáticas son un poco más bajos en las chicas que en los chicos.

En otra investigación encontramos actitudes poco informadas con respecto a la desigualdad de género en la CyT en los docentes de educación básica en formación, esta investigación evidenció



la necesidad de una formación en ciencia tecnología y género (García-Ruiz & Calixto, 2011).

En un estudio posterior (García-Ruiz, Maciel, & Vázquez, 2014) reportamos actitudes poco adecuadas respecto a la CyT y poca responsabilidad hacia el ambiente en profesores de primaria en formación, después de una intervención didáctica hubo cambios significativos favorables; empero fue evidente el efecto del género en las actitudes hacia la ciencia, la tecnología y el ambiente.

En un estudio más reciente se logró orientar un cambio de actitud favorable en el futuro profesorado de primaria respecto algunas temáticas de la NdC y desde la perspectiva de género –como la interdependencia de la CyT y las relaciones CTSA- a través de secuencias de enseñanza-aprendizaje (García-Ruiz, Maciel, & Calixto, 2015).

Metodología

La muestra con la que se trabajó estuvo conformada por 30 estudiantes de 2º semestre enrolados en la materia *Acercamiento a las Ciencias en la Primaria*; procedentes 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 19 a 26 años, siendo el 86% mujeres y el 14% hombres.

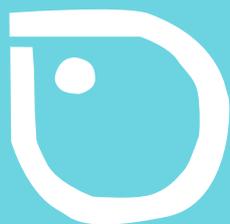
Se utilizó el Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (disponible en línea¹) para el diagnóstico de las actitudes y conocimientos relacionados con algunos aspectos de la NdC, específicamente las características personales de los científicos y las científicas. El COCTS es un formato de elección múltiple, que permite a los encuestados expresar sus propios puntos de vista sobre temas científicos, tecnológicos y socio-ambientales, 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 (A), plausibles (P) o ingenuas (I) y que los encuestados responden a través de su grado de acuerdo o desacuerdo en una escala de grado, cuyas valoraciones directas se transforman en un índice actitudinal que va de -1 a +1 (Vázquez, Manassero, & Acevedo, 2006). Las cuestiones evaluadas en el COCTS para este estudio fueron las referentes a la conceptualización de la ciencia, las características de los científicos (as) y los efectos del género (ver anexo 1)

En investigaciones previas generamos secuencias de enseñanza-aprendizaje (SEA) que fueron validadas y aplicadas en diversas muestras de estudiantes y profesores en formación (García-Ruiz & Maciel, 2014; García-Ruiz et al., 2014), estas secuencias fueron retomadas en este trabajo para mejorar la comprensión de las características subjetivas de los científicos (as), un ejemplo de ellas es mostrado en el anexo 2.

Los tópicos propuestos en las SEA se vinculan con los contenidos del plan de estudios de educación básica de la SEP referentes al campo de formación exploración y comprensión del mundo natural y social (García-Ruiz et al., 2014).

Las SEA estuvieron basadas en el enfoque CTSA, reconociendo las características de los científicos y se fundamentó en la reflexión sobre las prácticas docentes que se llevan a cabo, para tratar de mejorarlas, como un proceso constructivo donde el futuro profesorado sea capaz de construir

¹ www.oei/COCTS/



conocimientos y reorientar sus actitudes respecto a la CyT de manera experiencial, reflexiva y situada (García-Ruiz et al., 2014; García-Ruiz & Maciel Magaña, 2014). Por tanto, se tomaron en cuenta sus concepciones, experiencias y actitudes previas. Consideramos que los/as estudiantes deben formarse adecuadamente para saber y manejar, los contenidos científicos y tecnológicos 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/as alumnos (García-Ruiz et al., 2015).

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 cuasi-experimental pre-test/SEA/post-test, con un intervalo entre cada uno de los tests y la SEA de 1.5 meses.

Los datos fueron analizados a través de una *t* de *Student* pareada con el paquete estadístico SPSS.

Resultados

La propuesta orientó cambios favorables en las creencias y actitudes sobre la NdC y los efectos de género en el futuro profesorado de primaria. Primeramente se exploraron sus actitudes y creencias acerca de la ciencia y posteriormente indagamos acerca de las características de los científicos (as). Con respecto a la ciencia (tabla 1), los participantes manifestaron actitudes positivas aunque sus puntajes fueron bajos a excepción del ítem *101111_I no se puede definir la ciencia*, en el cual mostraron su desacuerdo. Después de la aplicación de la SEA todos los ítems tuvieron incrementos muy significativos en los índices actitudinales indicando que la propuesta contribuyó a fortalecer sus conceptualizaciones respecto a la ciencia.



Tabla 1. Comparaciones estadísticas entre el pre-test y el post-test de los índices actitudinales de los futuros profesores de primaria de la cuestión*.

10111. Definir que es ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia principalmente es:					
	Pre-Test (Media)	Desviación estándar	Post-Test (Media)	Desviación estándar	Nivel de significación (p<0.05)
10111A_I el estudio de campos tales como biología, química, geología y física.	.0000	.70711	.7000	.31623	.002
10111B_I un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida).	.4333	.50415	.7333	.19970	.041
10111C_P explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y el universo y cómo funcionan.	.1000	.68661	.6000	.38730	.020
10111E_I inventar o diseñar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores, vehículos espaciales).	.3333	.48795	.7167	.24761	.011
10111F_I 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).	.1667	.64550	.7667	.25820	.002
10111G_I una organización de personas (llamados científicos) que tienen ideas y técnicas para descubrir nuevos conocimientos.	.2333	.49522	.6667	.36187	.011
10111H_A un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.	.0000	.51755	.8000	.19365	.000
10111I_I no se puede definir la ciencia.	.5833	.60257	.9500	.10351	.028

*En la tabla sólo se muestran los ítems que tuvieron diferencias significativas



Los resultados sobre las diferencias entre científicos y científicas en sus descubrimientos (tabla 2), mostraron algunas actitudes muy desfavorables que se modificaron significativamente después de la intervención, por ejemplo, la creencia de que *los hombres realizarían descubrimientos algo diferentes, porque los hombres son mejores que las mujeres en ciencia*, (ítem 60511I_I $m = -.7833$ en el pre-test, $m = .9000$ en el post-test $p < .0001$), o bien otra creencia (ítem 60511J_I) referente a que *las mujeres realizarían los descubrimientos algo mejores que los hombres porque ellas son mejores en algunas cosas como el instinto y la memoria* ($m = -.3667$ en el pre-test, $m = .6500$ en el post-test $p < .0002$).

También obtuvimos actitudes moderadamente favorables que en el post-test se modificaron a muy favorables como es el caso de la aseveración del ítem 60511G_A, que menciona que cualquier diferencia en los descubrimientos se debe a diferencias individuales y no al género.

Empero, hubo algunas actitudes bastante negativas y que con la intervención didáctica sólo se logró modificarlas a menos negativas (ítems 60511A_P y 60511B_P) o un poco favorables (ítem 60511C_P) como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Comparaciones estadísticas entre el pre-test y el post-test de los índices actitudinales de los futuros profesores de primaria de la cuestión*.



60511. Hoy día hay muchas más mujeres científicas de las que solía haber. Esto originará diferencias en los descubrimientos científicos que se hagan; los realizados por las mujeres tenderán a ser diferentes que los hechos por los hombres. No hay diferencias entre científicos y científicas en sus descubrimientos:

	Pre-Test (Media)	Desviación estándar	Post-Test (Media)	Desviación estándar	Nivel de significación ($p < 0.05$)
60511A_P (Porque cualquier buen científico hará el mismo descubrimiento que otro buen científico).	-.6333	.3519	-.1667	.7480	.04
60511B_P (Porque los científicos y las científicas tienen el mismo entrenamiento).	-.5333	.2968	-.0333	.5499	.004
60511C_P (Porque por encima de todo los hombres y las mujeres son igual de inteligentes).	-.7667	.2582	.1000	.6325	.0001
60511G_A (Porque cualquier diferencia en sus descubrimientos se debe a las diferencias individuales. Tales diferencias no tienen nada que ver con ser hombre o mujer).	.3833	.5249	.8000	.1936	.007
60511I_I (Los hombres realizarían descubrimientos algo diferentes, porque los hombres son mejores que las mujeres en ciencia)	-.7833	.5737	.9000	.2803	.0001
60511J_I (Las mujeres probablemente realizarían descubrimientos algo mejores que los hombres, porque las mujeres son generalmente mejores que los hombres en algunas cosas como el instinto y la memoria).	-.3667	.7372	.6500	.5244	.0002

*En la tabla sólo se muestran los ítems que tuvieron diferencias significativas.



En cuanto a cómo hacen ciencia las mujeres y los hombres, hubo diferencias estadísticas sólo en la frase *Porque los hombres y las mujeres son iguales en términos de lo que se necesita para ser un buen científico* (ítem 60521D_A), que si bien el índice era positivo desde el pre-test ($m = .4000$) mostraba una actitud moderada, que pasó a ser bastante favorable después de la aplicación de la secuencia de enseñanza ($m = .7667$ $p < .03$).

Referente a las diferencias personales de los científicos, el instrumento le planteaba al futuro profesorado, que estos se concentran sólo en el razonamiento objetivo (los hechos que apoyan una idea), mientras que las científicas además prestan atención a los valores humanos y los sentimientos subjetivos, a lo cual los participantes manifestaron actitudes muy desfavorables en el pre-test (cuestión 60531, gráfico 1). Posterior a la propuesta encontramos diferencias significativas, revelando un cambio de actitud altamente favorable en tres aspectos importantes: a) acerca de que no hay lugar para los valores humanos y la subjetividad en el trabajo en el laboratorio y la ciencia (60511A_I pre-test $m = -.4000$, post-test $m = .7833$, $p < .0001$), b) respecto a la capacidad de los hombres y las mujeres para tener un razonamiento objetivo en la ciencia (60531F_A pre-test $m = -.8000$, post-test $m = .8167$ $p < .0002$) y c) en cuanto que las científicas podrían tener mayor consideración de los valores humanos y los sentimientos subjetivos en la investigación (60531H_I pre-test $m = .2000$, post-test $m = .6167$ $p < .03$).

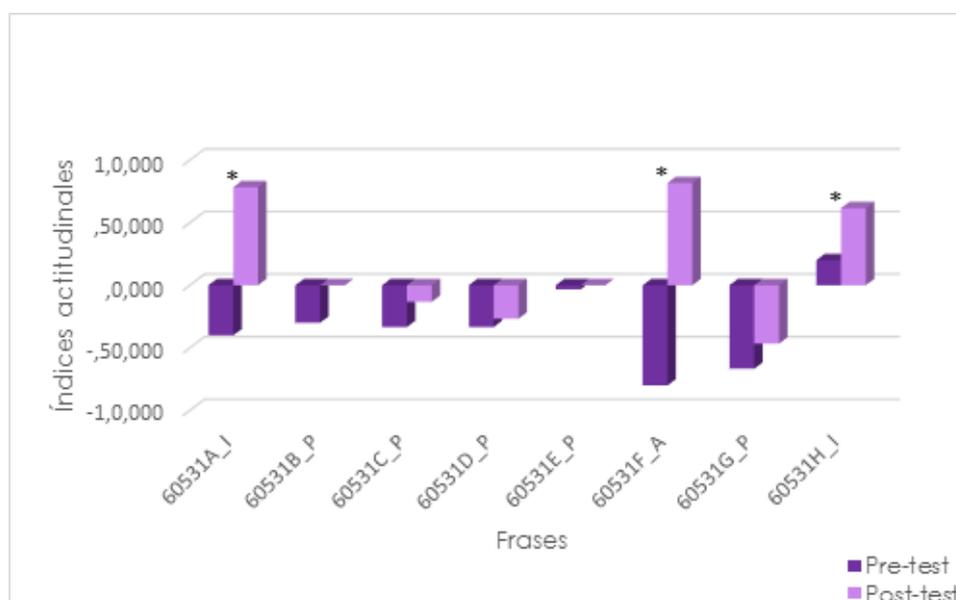


Gráfico 1. Diferencias sobre las características subjetivas de los científicos antes y después de la aplicación de la SEA en el profesorado de educación primaria en formación.

*Diferencias estadísticamente significativas.



Discusión

Esta investigación expone las creencias de los estudiantes respecto a cómo es realizado el trabajo científico por las mujeres y por los hombres. También demuestra la influencia del género en las actitudes referentes a las características personales de los científicos y las científicas y confirma investigaciones previas.

En este trabajo inicialmente exploramos las conceptualizaciones de ciencia a este respecto el futuro profesorado de primaria manifestó en general creencias poco adecuadas, fue evidente que, aunque sí tenían alguna idea, no tenían muy claro el concepto, pero lo interesante es que sí tenían imágenes positivas de la ciencia. Previa investigación han mostrado que los estudiantes y profesores de diferentes niveles escolares no tienen imágenes muy claras de la ciencia y los científicos, inclusive se ha mostrado que alumnos adolescentes tienen dificultad para diferenciar entre la ciencia y la No ciencia (Vázquez & Manassero, 1995; 2001).

Después de la intervención los puntajes cambiaron significativamente, indicando una mejor comprensión del concepto y una actitud hacia la ciencia mucho más positiva que la inicial. Estos resultados confirman investigaciones anteriores (García-Ruiz et al., 2014).

Las actitudes y creencias sobre las diferencias entre científicos y científicas en cuanto a sus descubrimientos resultaron en su mayoría muy desfavorables y en algunos casos contradictorias, por un lado manifestaron que los hombres son mejores en ciencia y por otro que las mujeres realizarían descubrimientos algo mejor que los hombres por sus características personales. Además, es de notar que los índices actitudinales resultaron en su mayoría negativos, en todas las categorías, esto es en las frases ingenuas, adecuadas y plausibles, a excepción de una adecuada que desde inicio fue positiva pero con un puntaje bajo. Estos hallazgos hacen notar dos cosas, la primera, la poca o inapropiada información al respecto, ya que una buena parte de la información recibida es a través de los medios de comunicación, esto va acorde a lo que se ha reportado previamente, que la principal fuente de información, tanto de profesores como de estudiantes sobre la CyT son los medios masivos de comunicación como la televisión (Carvalho, 2005) por lo que en realidad no reciben una formación adecuada respecto a estas temáticas. La segunda se refiere a los efectos de género, en esta muestra el 86% son mujeres y evidenciaron creencias provenientes de su cultura y tradiciones. Empero esto no es de sorprender, si consideramos que los hombres y las mujeres en México a lo largo de la historia han tenido diferentes oportunidades para acceder a la educación científica y tecnológica, las niñas han recibido menor educación que los niños y además todavía ahora –aunque en menor medida- se sigue considerando que las niñas son buenas en español y los niños en matemáticas y ciencias (González, 2004, 2007).

Después de la aplicación de las SEA mejoraron notablemente las actitudes de los participantes, una buena parte de los índices se tornaron positivos y mostraron actitudes favorables, aunque hubo dos frases –plausibles- que si bien mostraron un incremento no alcanzaron puntajes positivos (60511A_P y 60511B_P, tabla 2). Las frases plausibles les causan mayor dificultad a los respondientes debido a que pueden contener tanto elementos correctos como incorrectos en la misma frase o bien elementos correctos pero incompletos, por lo que si no tienen conocimientos sólidos al respecto les puede causar confusión.

Sobre las características subjetivas de los científicos y las científicas también observamos actitudes



muy desfavorables en el 90% de las frases, quizá porque en esta cuestión (60531, gráfico 1) se plasmas características muy subjetivas como los sentimientos, que por tradición se atribuyen más a las mujeres y el razonamiento objetivo que se adjudica más a los hombres. En un estudio muy interesante, Thomas & Hairston (2003) investigaron las imágenes que tenían estudiantes de secundaria y de bachillerato de los científicos ambientales, a través de dibujos realizados por ellos, mostraron que sólo el 11% de los estudiantes visualizaban a las mujeres como científicas ambientales, el resto sólo ubicaba a los hombres. Esto se relaciona con nuestros resultados en el sentido de que generalmente no se conciben a las científicas por esas características subjetivas que se les atribuyen a las mujeres y no a los hombres.

Después de la intervención, el post-test reveló cambios muy positivos y significativos en tres de los 8 aspectos evaluados, justamente en los que se enfatizaba sobre los sentimientos personales y los valores humanos, lo que nos permite confirmar el efecto del tratamiento didáctico. Sin embargo, el hecho de que en los demás aspectos no hubo cambios actitudinales nos señala las limitantes de la propuesta, pero al mismo tiempo nos muestra los puntos que se deben de seguir investigando en futuros estudios.

Conclusiones

Después de la aplicación de la SEA el análisis estadístico mostró cambios significativos muy favorables, se orientaron actitudes más adecuadas en los estudiantes, por lo que estamos ciertos en destacar que para tener actitudes y concepciones más completas es necesario considerar otros factores, como el género, ya que las actitudes son un fenómeno complejo que requiere ser analizado desde diferentes ópticas y desde diferentes disciplinas –psicológica, social, ambiental, etc.-.

A través de la propuesta se logró guiar la construcción de conocimientos y actitudes más favorables y se consiguió que los estudiantes construyesen una visión un poco más integral de la NdC a través de las experiencias cotidianas, su escuela, su comunidad, etc.

Las diferencias encontradas en esta investigación tienen gran importancia, porque para la construcción social del conocimiento se requiere la integración de las visiones, preocupaciones, necesidades y aspiraciones tanto de los hombres como de las mujeres, que mejoren las condiciones institucionales, sociales, económicas y culturales. Para ello, es necesaria la puesta en marcha de nuevas formas de participación democrática en la evaluación y la toma de decisiones en CyT.

En esta investigación, consideramos que es importante llevar a cabo este tipo de propuestas en el futuro profesorado de primaria. Los cambios encontrados en este estudio en los futuros docentes son verdaderamente relevantes, porque ellos y ellas serán los formadores de muchas generaciones futuras.

Esta investigación tiene implicaciones importantes, puede contribuir al mejoramiento de la docencia, ya que evidencia claramente la necesidad de considerar en el proceso de enseñanza-aprendizaje los factores que influyen fuertemente en él, como es el caso del género y que debe de tomarse en cuenta en el momento de diseñar los programas de formación y actualización del profesorado. Así mismo, debemos tener presente en todo momento que la escuela es un espacio privilegiado para producir un cambio en las relaciones entre hombres y mujeres, por su gran potencial transformador,



capaz de modificar las concepciones tradicionales sobre los diferentes roles adjudicados a las mujeres y a los hombres a lo largo de la historia.

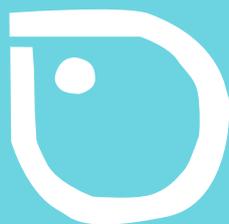
Finalmente, queremos enfatizar que la categoría de género es una categoría útil para la interpretación de la realidad, que da lugar al enriquecimiento intersubjetivo de las relaciones entre los géneros. Asimismo, no debemos olvidar que la forma de relación entre hombres y mujeres depende de la cultura y que las relaciones de género están presentes en todas nuestras actividades.

Agradecimientos

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

Referencias

- Acevedo*, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Rev. Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 134-169.
- Akerson, V. L., Hanson, D. L., & Cullen, T. A. (2007). The influence of guided inquiry and explicit instruction on K-6 teachers' views of nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 751-772.
- Bell, R., & Lederman, N. (2003). Understandings of nature of science and decision making on science and technology bases issues. *Science Education*, 87, 352-377. doi: 10.1002/sce.10063.
- Blinkenstaff, J.C. (2005). Women and science careers: leaky pipeline or gender filter. *Gender and Education*, 17(4), 369-386.
- 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), 1-5.
- García-Ruiz, M., Maciel, S., & Calixto, R. (2015). La naturaleza de la ciencia y la tecnología en la formación de profesores. En torno a una mejor comprensión desde la perspectiva de género. *Interacciones*, 34, 91-117.
- García-Ruiz, M., Maciel, S., & Vázquez, A. (2014). La ciencia, la tecnología y la problemática socioambiental: secuencias de enseñanza-aprendizaje para promover actitudes adecuadas en los futuros profesores de primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 267-291.
- García-Ruiz, M., & Maciel, S. (2014). Evocando otros tiempos: ciencia, tecnología y ambiente. In A. Vázquez, M. A. Manassero, & A. Bennassar, A. (Eds.), *Secuencias de enseñanza-aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología* [CD]. Mallorca, España: Universidad de las Islas



Baleares.

García-Ruiz, M., & Calixto, R. (2011). La ciencia y la tecnología en la formación de profesores de educación básica. Un análisis desde la perspectiva de género. *Revista Entre Maestros*, 11(37), 66-75.

García-Ruiz, M., Calixto R., & Cid A. (2010). Creencias sobre la NdCyT: una comparación entre estudiantes universitarios de ciencias y de humanidades. In A. Bennassar, A. Vázquez, M. A. Manassero, & A. García (Coords.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamerica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la ciencia* (pp. 179-199) Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

González, R. M. (2004). *Género y matemáticas: balanceando la ecuación*. Porrúa, México: Universidad Pedagógica Nacional.

González, R. M. (2007). *Las maestras en México. Recuento de una historia*. Ciudad de México, México: UPN/Fundación para la Cultura del Maestro.

Gornick, V. (2013). Review of 'Women in Science –then and now'. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 5(1), 65-68.

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past present and future. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. *Science & Education*, 7(6), 511-532.

Oldham, G (2000). Gender Equity in Science and Technology: Does it Matter Gender Advisory Board, United Nations Commission on Science and Technology for Development. Keynote Presentation, *Conference on Gender, Science and Technology*, Montevideo, Uruguay. Consultado en <http://gab.wigsat.org/uncstd.htm>

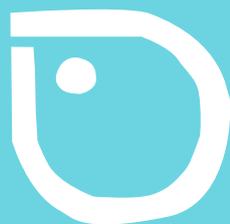
Osuna*, J. M., Marroquín, J. A., & García, E. J. (2011). *Ecología y medio ambiente* (3.ª Ed.). Hermosillo, Sonora: Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora.

Pérez, E., Sánchez, I., Miranda, M.J., & García, S. (2008). Percepción de la ciencia y la tecnología en la adolescencia madrileña. *Arbot. Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXXIV (733), 949-966.

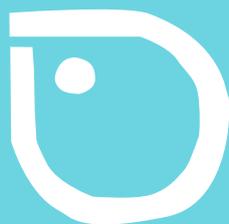
Sadker, D., Sadker, M., & Zittleman, K. (2009). *Still failing at fairness: how gender bias cheats girls and boys in schools and what we can do about it*. New York: Scribner.

SEP* (2001). *Geografía* (Quinto grado). Ciudad de México, México: CONALITEG.

Suárez y López Guazo, L. (2010). Mujeres: educación, investigación científica y espacios laborales en México. *Perspectivas de Género*, 1-5. Consultado en <http://www.refundacion.com.mx/revista/index.php?view=article&catid=27%3Aperspectiva>



- Thomas, J., & Hairston, R. (2003). Adolescent Students' Images of an Environmental Scientist: An Opportunity for Constructivist Teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 7(4), 1-25. Consultado en [Http://ejse.southwestern.edu](http://ejse.southwestern.edu)
- Vázquez, A., Manassero, M.A., & García Ruiz, M. (2011). El interés de los estudiantes de secundaria básica hacia los temas de educación sobre el medio ambiente. In R. Calixto, M. García Ruiz, & D. Gutiérrez (Coord.), *Educación e Investigación Ambientales y Sustentabilidad. Entornos cercanos para desarrollos por venir*. Colección Horizontes Educativos (pp. 453-476). Ciudad de México, México: Coeditado por la UPN y El Colegio Mexiquense.
- Vázquez, A. Manassero, M.A., & Talavera, M. (2010). Actitudes y creencias sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 333-352.
- 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. y Manassero, M.A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 337-346.
- Walls, L., Buck, G., & Akerson, V. (2013). Race, culture, gender, and nature of science in elementary settings. In J. Bianchini, V. Akerson, A. Calabrese, O. Lee, & A. Rodriguez (Eds.), *Moving the equity Agenda Forward. Equity research, practice and Policy in Science Education* (Vol. 5, pp. 131-151). New York: Springer. Consultado en <http://link.springer.com/book/10.1007/978-94-0>
- Warren*, P. & Galle, J.R. (2005). *Exploring Ecology 49 Ready-to-Use Activities for Grades 4-8*. Arlington, Virginia: NSTA Press.



Anexo 1

Textos completos de las cuestiones del COCTS utilizadas en esta investigación. Las letras de la columna de la izquierda corresponden a las categorías: 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.

60511. Hoy día hay muchas más mujeres científicas de las que solía haber. Esto originará diferencias en los descubrimientos científicos que se hagan; los realizados por las mujeres tenderán a ser diferentes que los hechos por los hombres.

NO hay diferencias entre científicos y científicas en los descubrimientos que hacen:

(P) A. Porque cualquier buen científico hará el mismo descubrimiento que otro buen científico.

(P) B. Porque los científicos y las científicas tienen el mismo entrenamiento.

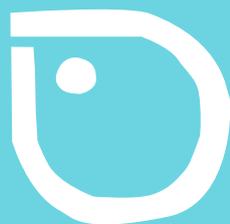
(P) C. Porque por encima de todo los hombres y las mujeres son igual de inteligentes.

(P) D. Porque los hombres y las mujeres son iguales en función de lo que quieren descubrir en ciencia.

(P) E. Porque los fines de la investigación científica se establecen, además, a partir de las demandas de otros científicos.

(P) F. Porque todos somos iguales, independientemente del trabajo que hagamos.

(A) G. Porque cualquier diferencia en sus descubrimientos se debe a las diferencias individuales. Tales diferencias no tienen nada que ver con ser hombre o mujer.



(P) H. Las mujeres realizarían descubrimientos algo diferentes, porque por naturaleza o educación las mujeres tienen diferentes valores, opiniones, perspectivas o características (tales como sensibilidad hacia las consecuencias).

(I) I. Los hombres realizarían descubrimientos algo diferentes, porque los hombres son mejores que las mujeres en ciencia.

(I) J. Las mujeres probablemente realizarían descubrimientos algo mejores que los hombres, porque las mujeres son generalmente mejores que los hombres en algunas cosas como el instinto y la memoria.

60521 *Trabajando en ciencia o tecnología, una buena científica mujer realizaría el trabajo básicamente de la misma manera que un buen científico hombre.*

NO hay diferencias entre científicos y científicas en la manera que hacen ciencia:

(P) A. porque todos los buenos científicos realizan el trabajo de la misma manera.

(P) B. porque los científicos y las científicas tienen la misma formación

(P) C. porque por encima de todos los hombres y las mujeres son igual de inteligentes.

(A) D. porque los hombres y las mujeres son iguales en términos de lo que se necesita para ser un buen científico.

(P) E. porque todos somos iguales, independientemente del trabajo que hagamos.

(A) F. porque cualquier diferencia en la manera que los científicos trabajan en ciencia son debidas a las diferencias individuales. Tales diferencias no tienen nada que ver con ser hombre o mujer.

(I) G. Las mujeres trabajarían en ciencia de manera algo diferente, porque por naturaleza o educación las mujeres tienen diferentes valores, opiniones, perspectivas o características (tales como la paciencia).

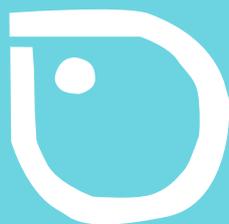
(I) H. Los hombres trabajarían en ciencia de manera algo diferente, porque los hombres trabajan en ciencia mejor que las mujeres.

(P) I. Las mujeres probablemente trabajarían en ciencia algo mejor que los hombres, porque las mujeres deben trabajar más duro en orden a competir en un campo como la ciencia dominado por los hombres.

60531. *Los hombres científicos se concentran sólo en el razonamiento objetivo (los hechos que apoyan una idea). Las mujeres científicas TAMBIÉN prestan atención a los valores humanos y sentimientos subjetivos (personales).*

NO hay diferencias entre los científicos y las científicas:

(I) A. Porque no hay lugar para los valores humanos y sentimientos subjetivos en el laboratorio y en la ciencia.



(P) B. Porque se necesita inteligencia para prestar atención a los valores humanos y sentimientos subjetivos. La inteligencia no tiene nada que ver con ser hombre o mujer.

(P) C. Porque es la preparación del científico lo que afecta a si se presta atención a los hechos más que a los valores y sentimientos subjetivos.

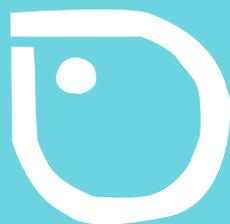
(P) D. Porque es la personalidad individual la que afecta a si se presta atención al razonamiento objetivo más que a los valores humanos y sentimientos subjetivos.

(P) E. Porque los buenos científicos prestan atención a ambos, el razonamiento objetivo y los valores humanos y sentimientos subjetivos cuando están en el laboratorio.

(A) F. Porque los científicos y las científicas son iguales. Los hombres son tan sensibles a los valores humanos y sentimientos subjetivos como las mujeres, y éstas tan capaces de razonar objetivamente como los hombres.

(P) G. Porque todos somos iguales, independientemente del trabajo que hagamos.

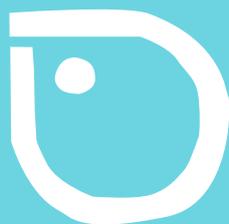
(I) H. Las científicas tienen probablemente tienen más en consideración los valores humanos y sentimientos subjetivos en la investigación.



Anexo 2

SECUENCIA DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

TÍTULO: Evocando otros tiempos: Ciencia, Tecnología y Ambiente		Nº SESIONES 2	Sesión 1ª
JUSTIFICACIÓN / DESCRIPCIÓN GENERAL (resumen) Se posibilita la externalización de vivencias personales acerca de la Ciencia, Tecnología y del Ambiente, para después adentrarse a la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT). Reconoce a la Ecología como ciencia, identifica las características de las/los científicos, en este caso los ecólogos (as) y del trabajo científico.		NIVEL Licenciatura	
RELACIÓN CON EL CURRÍCULO			
Trabajo complementario al programa de <i>Acercamiento a las Ciencias en la Primaria</i> de la Lic. en Educación Primaria.			
COMPETENCIA(S) BÁSICA(S)			
<ul style="list-style-type: none"> Reconoce a la ciencia como un proceso dinámico e interdisciplinario y como una construcción social del conocimiento Establece la relación entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente en contextos históricos y cotidianos. Discute el papel de las mujeres y los hombres en el trabajo científico. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas. Describe los niveles de organización biológica y ecológica de los seres vivos, y su relación con los fenómenos químicos, conocimientos básicos para comprender los ecosistemas y su nexa con la Ciencia y la Tecnología. 			
OBJETIVOS			
Reconocer diferentes acepciones sobre ambiente y ecosistemas. Comprender la lógica existente en los biomas. Identificar el papel de los ecólogos la comprensión del ambiente y las características básicas de su quehacer científico. Caracteriza el impacto de la ciencia, la tecnología y la sociedad en los ecosistemas.			
REQUISITOS			
Distingan medio ambiente, ecosistemas, naturaleza de la ciencia y el quehacer de los científicos			
Tiempo (min)	ACTIVIDADES (Alumnado / Profesorado)	Metodología/ organización	Materiales/ Recursos
	ENGANCHAR Introducción-motivación		
10	Escucha el encuadre del curso, presenta comentarios y sugerencias /hace encuadre del curso	Grupo clase	Laptop y cañón
40	ELICITAR Conocimientos previos		
	Comparte su experiencia de vida con ambientes naturales, CyT. Expone su acepción de medio ambiente y el papel de los ecólogos (as) en su comprensión así como las características básicas del quehacer de estos (as) científicos (as) / Coordina e integra las aportaciones de los estudiantes en una tabla de dos columnas visible para toda la clase. Solicita acepciones de medio ambiente, NdCyT y del quehacer científico. Confronta acepciones de los grupos y precisa acuerdos y desacuerdos.	Exposición individual Equipos de 5 alumnos. Toda la clase	Historia de vida individual Pliegos de rotafolio y marcadores.
Actividades de Desarrollo			
	EXPLICAR Contenidos		



35	Analiza materiales sobre medio ambiente y características básicas de los ecólogos (científicos) y de su quehacer. Elabora organizadores gráficos sobre el concepto de los estudiantes, NdCyT y quehacer científicos. / Acompaña los procesos de indagación de los estudiantes. Colabora con sugerencias para mejorar los organizadores gráficos.	Equipos de 5 alumnos.	Análisis de Bibliografía*	
	EXPLICAR Procedimientos			
	Elabora organizadores gráficos sobre el concepto de ambiente, NdCyT y del quehacer de los científicos / Acompaña los procesos de indagación de los estudiantes. Colabora con sugerencias para mejorar los organizadores gráficos.	Equipos de 5 alumnos.		
	EXPLICAR Actitudes			
30	Comparte la información obtenida, Actitud colaborativa / Acciones que le facilitan el logro de los objetivos			
	EXPLORAR Consolidación	Toda la clase		
	Reconoce las diferencias existentes entre las acepciones sobre medio ambiente y acuerda sobre la NdCyT y el papel de las mujeres y hombres en el trabajo científico. / Posibilita la integración de elementos.			
	Evaluar	Pretest-Posttest	Cuestiones del COCTS	
15	Confrontación entre sus saberes iniciales sobre medio ambiente y los finales / Guía el reconocimiento de los aprendizajes logrados en los contenidos trabajados Reflexión: Valora como los nuevos saberes mejoran su comprensión sobre medioambiente, la NdCyT y el quehacer de los científicos/cas.		10111, 60511, 60521 y 60531.	
	Criterios/indicadores:			
	EXTENDER Actividades de refuerzo, recuperación y ampliación:			
	Debate sobre las actividades realizadas / Recapitulación y, guía y regula el debate			