



29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5^a Escuelas de Doctorado

10, 11 y 12 de Febrero 2021



ISBN: 978-84-09-28033-9

Edita: Universidad de Córdoba (Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Departamento de Didácticas Específicas) y APICE (Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales).

P.03 Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno: Implicaciones educativas del Proyecto CHON en la Formación de Maestros de Primaria

Hortensia Morón-Monge, Granada Muñoz-Franco, Paula Daza Navarro y M^a Esther Martín Rubio

Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales. Universidad de Sevilla.
hmonon@us.es

RESUMEN

La ciencia impregna casi todas nuestras acciones, hábitos y tareas en nuestro día a día. Sin embargo, predominan en nuestra sociedad visiones tradicionales de la ciencia donde el hombre ocupa el lugar central. Como educadores consideramos que es importante para los futuros maestros/as de Educación Primaria, alcanzar una alfabetización científico ciudadana que les permita interpretar la realidad con racionalidad y ayude a la resolución de problemas cotidianos. Desde esta perspectiva y aprovechando el 150 aniversario de la tabla periódica se diseña el proyecto de innovación educativa CHON que pretende visibilizar la labor investigadora las científicas que trabajan con los cuatro bioelementos primarios (Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno y Oxígeno). Este trabajo describe este proyecto, centrándose en sus implicaciones educativas para la formación de maestros/as de educación primaria

Palabras clave: formación de maestros; enseñanza de las ciencias; alfabetización científica; tabla periódica; mujeres científicas

INTRODUCCIÓN

En nuestras aulas venimos detectando curso tras curso, la escasa formación científica y habilidades científicas que tiene el alumnado de magisterio, así como su escaso interés e implicación en el aprendizaje de esta materia (Morón y Daza Navarro, 2019). Esta deficiencia se constata más aún en relación a la contribución de las mujeres en el desarrollo del conocimiento científico (Daza, Pastor, Rivero y Rodríguez, 2017; Martín Gámez, Morón, Espallargas y Martín; 2017; Cruz-Guzmán, Muñoz-Franco, Illescas-Navarro, 2017). Por otro lado, la falta de referentes femeninos en los contenidos científicos hace que persista la masculinización de la ciencia perpetuándose las desigualdades en los modelos y en las proyecciones profesionales, así como retroalimentando la socialización de género en el que las chicas se ven menos identificadas con las carreras científicas-tecnológicas (Barale y María, 2006; Novo, 2007; Vega, Herrero, Torres, Ramdán y Puleo, 2010; Morris, 2012; González, 2014).

Como formadores de docentes, consideramos que los maestros/as necesitan poseer unos sólidos conocimientos científicos para poder enseñar ciencias desde una perspectiva crítica de la construcción del conocimiento científico e interdisciplinar de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Este panorama pone de relieve la necesidad de promover desde la formación de maestros y maestras, una formación científica crítica más humana y social que fomente las relaciones CTS (ciencia-tecnología-sociedad) a partir de una visión de las ciencias más femenina que complemente la visión masculina hasta ahora predominante.

Desde esta perspectiva, se diseña el siguiente proyecto de innovación educativa entre un grupo de docentes de los Departamentos de Biología Celular, Teoría de la Historia de la Educación y la Pedagogía Social y Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Sevilla. El objetivo fundamental del presente proyecto es fomentar las vocaciones científicas de las niñas en edad escolar a través del aprendizaje de las ciencias por parte de los futuros maestros y maestras. Este alumnado pondrá en práctica en un futuro lo aprendido en el proyecto en colegios públicos de Sevilla. Como objetivos específicos, se pretende visibilizar la labor investigadora de las científicas españolas que trabajan en materias relacionadas con los cuatro bioelementos primarios de la Tabla Periódica de los elementos, Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno y Oxígeno, aprovechando que es su 150 aniversario como temática principal de este proyecto. Surge así el proyecto CHON: *“Cambiano Horizontes para Orientar a Niñas Científicas”*.

Además, esta propuesta, tiene como antecedentes los resultados obtenidos durante tres años consecutivos (2014, 2015 y 2016) en tres proyectos de innovación docente concedidos por la Universidad de Sevilla. En dichos proyectos, llamados *“Alfabetización científica de la facultad de Ciencias de la Educación”* (I, II y III correspondientemente) y bajo temáticas diversas (la alimentación, el agua, y las mujeres en la ciencia), alentamos a nuestros estudiantes del Grado de Educación Primaria a acercarse a la ciencia y a fomentarla entre su alumnado durante sus prácticas de enseñanza, así como en sus futuras carreras profesionales.

Por todo ello, consideramos que el presente proyecto de innovación docente tiene una gran importancia en la formación del maestro de primaria. En primer lugar, porque atendemos a su alfabetización científica, en segundo lugar, porque fomentamos actitudes ante la ciencia más cercanas al alumnado y socialmente más justas rompiendo los estereotipos sociales de las ciencias, como actividad relegada a una minoría y principalmente masculina. Por último, porque tratamos temas de actualidad científica y social como es el 150 aniversario de la tabla periódica, dando especial relevancia a las investigaciones científicas actuales realizadas por mujeres, y en particular a la investigación española.

MARCO TEÓRICO

La importancia de la alfabetización científico ciudadana

La complejidad del mundo en el que vivimos donde cada vez se agudizan más problemas energéticos, de salud, alimentación, crecimiento de la población, pérdida de la biodiversidad, etc., ponen de manifiesto la necesidad de que cada vez estén más alfabetizados científicamente los ciudadanos, para poder hacer frente a estos problemas y construir un mundo más justo y sostenible. A pesar del fácil acceso del ciudadano hacia la gran diversidad de fuentes de información, no todas tienen veracidad científica teniendo en muchas ocasiones fines comerciales. En este sentido, la escuela no es el único medio o fuente de reproducción de las ciencias, sino que los medios de comunicación de masas (radio, internet y televisión) y el lenguaje cotidiano son también importantes fuentes de transmisión de lo que se denomina conciencia tecnológica (Porlán y Rivero, 1998). La sociedad actual debe reconocer que el desconocimiento científico sería en el presente siglo tan perjudicial como lo fue en el siglo pasado no saber idiomas o navegar por internet. Es por ello, que hablamos de *alfabetización científica*, de convertir la educación científica en parte esencial de la educación de las personas (Marco, 2004; Acevedo, 2004).

Por otro lado, los niños y niñas, como ciudadanos y agentes activos socio-políticos tienen curiosidad por los fenómenos naturales y tienden a preguntar todo con un ¿por qué? En los primeros años de vida de los infantes, se van desarrollando las actitudes y pueden ser cruciales en el aprendizaje de las ciencias. En este sentido, Eshach y Fried (2005) consideran que acercar a los niños y niñas hacia la ciencia desarrolla además actitudes positivas hacia ella. Para desarrollar estas actitudes, debemos acercarlos a ella estimulando su curiosidad y entusiasmo. La enseñanza de las ciencias en Educación Primaria desde este enfoque, no solo se defiende desde planteamientos teóricos, sino que también se recoge en la legislación educativa española como podemos comprobar en el Real Decreto 126/2014 por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Esto implica, saber enseñar a manejar información, entender la naturaleza de las ciencias, qué es y cómo se construye, a discernir la ciencia de lo que no lo es, a tomar decisiones de vida justificadas científicamente, y saber comunicar y argumentar científicamente. La importancia de la enseñanza de la ciencia en los primeros niveles educativos, Educación Infantil y Primaria, es muy defendida por numerosos autores internacionales (Eshach y Fried, 2005; Tonucci, 2012).

Para educar en ciencias, los futuros maestros y maestras de Primaria no sólo necesitan construir un conocimiento general de la ciencia relacionados con los contenidos más estructurantes de las disciplinas implicadas, sino también sobre la historia de la ciencia, es decir, las estrategias con la que se construyen, las relaciones entre ciencia-tecnología y sociedad (CTS), etc. Es por ello que la formación científica de los maestros y maestras es imprescindible, una formación más humana y social, ligada al contexto real en el que se desenvuelve el alumnado, que conecte con sus intereses e ideas previas. Se trata de que puedan vivir en primera persona una enseñanza de las ciencias análoga a la que ellos deben propiciar después con sus alumnos y alumnas.

La enseñanza de las ciencias y el sesgo de género

Teniendo presente el panorama anteriormente descrito, es incuestionable la importancia de la ciencia en el día a día de la sociedad y el interés que suscita para los niños/as. Por consiguiente, nos podemos preguntar ¿por qué sigue prevaleciendo actualmente una visión de las ciencias de corte tradicional?, ¿en qué medida dicha visión tiene una implicación educativa? Y ¿Cómo afecta esta perspectiva de la ciencia a las elecciones de carreras científicas entre hombres y mujeres?

Durante los últimos años se ha constatado el sesgo de género, a favor de los hombres, en la elección de las llamadas carreras STEM (Science, Technology, Engineering and Maths). La mayoría de los estudios cientí-

ficos/tecnológicos son escogidos por hombres más que por mujeres, y lo más sorprendente es que, cuanto mayor es el índice de igualdad de género de un país, menor es el número de alumnas matriculadas en carreras STEM. Esto se conoce como *paradoja educacional de la igualdad de género*: a más igualdad más distancia en STEM entre hombres y mujeres (Angulo, 2019). Una de las razones puede ser que en estos países las mujeres desarrollan su carrera en el sector donde realmente quieren y por eso hay más mujeres que no cursan estudios STEM; mientras que en los países con mayor porcentaje de graduadas es posible que lo elijan porque existen más oportunidades laborales en ese sector” (Stoet y Gery, 2018).

Por otro lado, según científicos de diversas universidades americanas, la percepción de las ciencias en las niñas va cambiando con la edad. A los 4 años no tienen diferencias con los niños. A los 5 años ya piensan que son más difíciles, y a los 6 años ya deciden que la ciencia es más una materia de chicos (Bian, Leslie y Cimpian, 2017). Desde que nacemos se empiezan a crear los estereotipos en nuestra opinión, la escuela y la educación juegan un papel fundamental en la eliminación de estos estereotipos para niños y niñas en muchos aspectos.

A esto se le suma la prevalencia de una visión de las ciencias deshumanizada de enfoque positivista donde se enfatiza la imagen algorítmica de la metodología científica sin errores, sin tener presente el contexto social ni histórico y en el que especialmente persiste la invisibilidad de las aportaciones de saberes y contribuciones de las mujeres en la ciencia (Barale y María, 2006; González, 2014). Esta invisibilidad revela la exclusión de las aportaciones de saberes y visión del mundo en los contenidos de enseñanza, así como la falta de rigor y la politización de los contenidos académicos (Sánchez-Bello, 2002). La invisibilidad de las mujeres en la historia de la ciencia no sólo implica una considerable falta de rigor en los contenidos académicos, sino que supone una carencia colectiva porque, al desconocer la memoria y el saber de las mujeres, la sociedad pierde parte de su legado cultural y dispone de menos recursos para comprender el presente y concebir el futuro.

PROYECTO CHON

Objetivos y Contexto

Como ya se ha comentado, este proyecto se diseñó con un grupo de estudiantes del Grado de Educación Primaria del primer y del segundo curso de las asignaturas de Fundamentos de Ciencias de la vida y Didáctica de las Ciencias Experimentales, respectivamente, de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. La temática del mismo surge a raíz de la conmemoración de los 150 años de la Tabla Periódica de los Elementos, aprovechando esta oportunidad para trabajar los cuatro bioelementos primarios (CHON) para vincularlos a los problemas medioambientales y al propio trabajo de las mujeres investigadoras en este campo:

- CARBONO: Fijación del CO_2 /Efecto invernadero
- HIDRÓGENO: Obtención de Hidrógeno a partir de residuos plásticos/Reciclaje
- OXÍGENO: Bajada de O_2 en los océanos/Cambio climático/Biodiversidad
- NITRÓGENO: Plantas fijadoras de N_2 /Menos abonos para los suelos

Por lo que definimos, como objetivos específicos:

- Favorecer una alfabetización científica con el alumnado de Educación Primaria.
- Acercar la ciencia a todos y todas para dar respuestas a problemas socio-ambientales.
- Fomentar una cultura científica entre el alumnado que permita entender mejor el mundo en el que se desenvuelve.

- Implicar al alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias mediante estrategias innovadoras desde una perspectiva interdisciplinar, crítica, sistémica y compleja de la construcción del conocimiento científico.
- Desarrollar estrategias de innovación en la enseñanza de las ciencias: actividades experimentales en el aula y en el laboratorio y preparación y desarrollo de jornadas informativas a las que acuden científicas españolas de prestigio.
- Fomentar el trabajo colaborativo en el alumnado.
- Valorar la comunicación y difusión de los trabajos por el propio alumnado, como una fase necesaria del proceso científico.

Fases del Proyecto

Se detallan las fases del proyecto, relativas al trabajo del alumnado (figura 1).

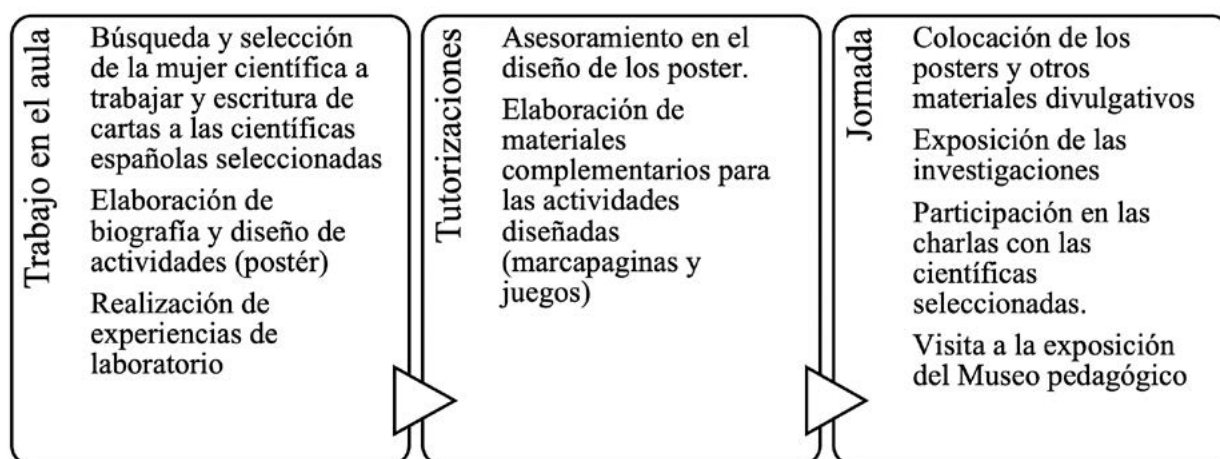


Figura 1. Esquema de las fases del proyecto. Modificado de Cruz-Guzmán, Muñoz-Franco, Illescas-Navarro (2017)

Las actividades se desarrollan a lo largo de todo el curso académico quedando repartidas entre los dos cuatrimestres. En el primero se investigó sobre las mujeres científicas y se diseñaron y presentaron los pósteres (Figura 2). Y en el segundo, se celebran las charlas con las científicas seleccionadas. Las principales actividades diseñadas son:

1. Realizaron una búsqueda de mujeres científicas y seleccionaron, según sus intereses, a una de ellas, de manera que entre los equipos participantes hubiera mujeres de las diferentes etapas de la historia tanto del pasado como del presente e internacionales y españolas.
2. Escritura de cartas a las científicas por parte de los estudiantes, centradas en su biografía y sus contribuciones a la ciencia, dificultades y obstáculos en su vida personal y profesional, logros, etc.
3. Contacto con las científicas españolas.
4. Preparación de pósteres (selección del contenidos, diseño e impresión) y material publicitario (separadores de libro, chapas, cartelera, etc.) para su exposición en el patio de la facultad.

- Preparación del material de prácticas y fungible para las experiencias de laboratorio y realización. Concretamente se diseñó una práctica para el carbono en el primer cuatrimestre y otra para el nitrógeno en el segundo cuatrimestre.
- Visita a la exposición de Mujeres y Ciencia del Museo pedagógico de la Facultad de Ciencias de la Educación.



Figura 2. Ejemplo de investigaciones sobre científicas (Margarita Salas y Anna Laromaine)

IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE PRIMARIA

Teniendo presente las principales deficiencias educativas detectadas en el alumnado de primaria -sobre ciencias (conocimiento científico y habilidades científicas) y sobre habilidades didácticas y comunicativas- con este proyecto de innovación educativa hemos atendido a las siguientes cuestiones recogidas en la tabla 1.

Tabla 1. Relación de actividades del proyecto y su implicación educativa

ACTIVIDADES	IMPLICACIONES CIENTÍFICAS		IMPLICACIONES DIDÁCTICAS
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	
Investigación bibliográfica sobre mujeres científicas		X	
Síntesis de la revisión bibliográfica	X		
Redacción de cartas a las científicas			X

Estudio sobre el ciclo del Carbono y Nitrógeno: realización de experiencias de laboratorio	X	X	
Diseño de materiales para la divulgación de las investigaciones: juegos, separa libros y posters			X
Exposición de los trabajos en las jornadas			X
Participación a las charlas con las científicas invitadas	X		

Aunque hemos dividido las distintas implicaciones en la formación del profesorado en dos grandes bloques, consideramos que existen habilidades y procedimientos comunes para ambas. Así toda labor científica, tras la obtención de unos resultados previos, necesita discusión de dichos resultados y de una divulgación, siendo estas habilidades comunicativas a desarrollar también en su formación pedagógica como maestros.

Otra implicación más específica del proyecto ha sido la toma de conciencia de una visión de las ciencias y su construcción menos empirista y dogmatizada. Los estudiantes después del proyecto valoran el papel de la mujer a lo largo de la historia en la construcción del conocimiento científico. Esto se ve reflejado en la Figura 3, en la que se observa que el alumnado es capaz de reconocer a muchas más mujeres científicas que antes de realizarse la experiencia innovadora.

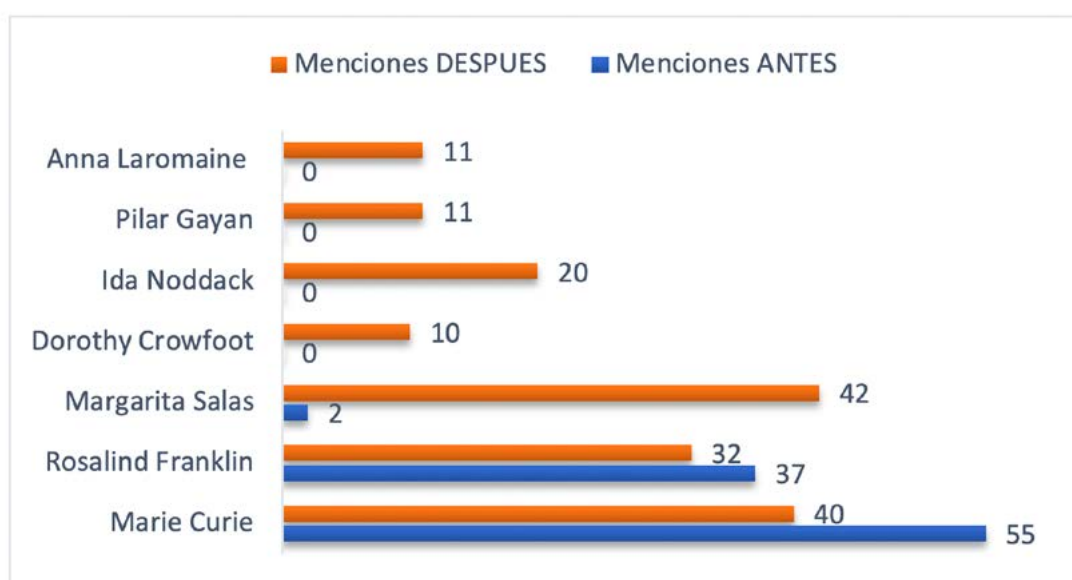


Figura 3. Reconocimiento de mujeres científicas antes y después del proyecto

Para concluir, subrayar la importancia de este tipo de actividades para la formación de maestros/as, la cual permite mejorar la alfabetización científica del estudiante desde una perspectiva interdisciplinar de las ciencias. Por otro lado, favorece la coordinación de los distintos departamentos implicados en la formación de los Grados de Maestro, además de mejorar las relaciones profesionales y personales entre ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1(1), 3-16. DOI: http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i1.01
- Angulo, E. (2019). Igualdad de género y elección de carreras STEM. www.mujeresconciencia.com
- Barale, P. y María, A. (2006). Las mujeres y la ciencia en una sociedad patriarcal. In *Memorias del I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+ I*. <http://www.oei.es/historico/congresoctsi>
- Bian, L., Leslie, S-J. & Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science* Vol. 355, Issue 6323: 389-391. DOI: 10.1126/science.aah6524
- Daza, P., Pastor, N., Rivero, A. y Rodríguez, F. (2017). Educación científica en la universidad: Semejanzas y Diferencias entre futuros maestros y biólogos acerca de la naturaleza de la ciencia. *X Congreso internacional sobre investigación en Didáctica de las ciencias*. Sevilla 2017, 1747-1752. Recuperado de: <file:///C:/Users/USUARIA/Downloads/335699-Texto%20del%20art%C3%ADculo-482941-1-10-20180314.pdf>
- Cruz-Guzmán M., Muñoz-Franco, G., Illescas-Navarro, M. (2017). Educación Científica desde la Perspectiva de Género: Impacto del Proyecto "Mujeres a con-Ciencia en la Formación de Maestros". *Enseñanza de las Ciencias*. Núm. Extra, 5571-5577. Recuperado de: https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/86976/8_-_Educacion_cientifica_desde_la_perspectiva_de_genero_Impacto_del_proyecto.pdf;jsessionid=B3ACFC4CE9EED481BFE41440546CF1BC
- Eshach, H. y Fried, M. N. (2005). Should Science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.
- González, M. (2014). Las mujeres con invisibilidades en sus aportes a la ciencia. Vídeo Recuperado de: <http://redesoei.ning.com/video/c-entrevistas-marta-gonz-lez-lasmujeres-son-invisibilizadas-en>"xg_source=msg_mes_network
- Marco, B. (2004). Alfabetización científica: un puente entre la ciencia escolar y las fronteras científicas. *Cultura y Educación*, 16(3), 273-288. DOI: <https://doi.org/10.1174/1135640042360906>
- Martín-Gámez, C., Morón, H., Solis-Espallargas, C., Martín, M^a, E. (2017). ¿Qué conoce nuestro futuro profesorado de Educación Primaria en relación a la contribución de las mujeres a la ciencia? X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Sevilla, 5613-5618. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/7_-_Que_conocen_nuestros_futuros_maestros_de_Educacion Primaria_en_relacion_a_la.pdf
- Morón Monge H. y Daza Navarro P. (2019) Con el agua: ¡mójate! Un proyecto de innovación docente y alfabetización científica. *Revista andina de educación* 2 (1), 2-7
- Morris, H. (2012). Girls' responses to the teaching of socioscientific issues (Unpublished PhD thesis). University of Leeds, Leeds.
- Novo, M. (2007). Mujer y medio ambiente: los caminos de la visibilidad: utopías, educación y nuevo paradigma

ma (Vol. 5). Madrid: Los Libros de la Catarata.

Porlán, R., y Rivero, A. (1998). El conocimiento de los profesores. Serie Fundamentos nº9, colección Investigación y Enseñanza. Sevilla: Díada.

Sánchez-Bello, A. (2002). El androcentrismo científico. *Educación*, (29), 091-162.

Stoet, G., y Geary, D. (2018). The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics education. *Psychological Science* 29: 581-593. Recuperado de: <http://eprints.leedsbeckett.ac.uk/4753/6/symplectic-version.pdf>

Tonucci, F. (2012). La ciencia a los tres años. *Aula de Infantil*, 68, 11-15.

Vega, P., Herrero, Y., Torres, M., Ramdán, Z., y Puleo, A. H. (2010). Mujeres y medio ambiente: admiraciones e interrogantes. ACSUR-Madrid.