

Beneficios del enfoque CTIM en la reducción de la brecha de género: fundamentación y análisis de una propuesta didáctica

Benefits of STEM integrated approach for reducing the gender gap: foundation and analysis of a didactic proposal

Erica Ruiz-Bartolomé^{1*} e Ileana M. Greca¹

¹Facultad de Educación, Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos. Calle de Villadiego, 1, CP 09001, Burgos, España.

*E-mail: erbarolome@ubu.es

Resumen

En este artículo se presenta la fundamentación y el análisis acerca del impacto del enfoque CTIM sobre la actitud hacia la ciencia del alumnado femenino de Educación Primaria, estudiando su implementación a partir del análisis de su rendimiento actitudinal a través de la aplicación de una escala de actitudes y un escrito de respuesta abierta. La unidad didáctica incluye una contextualización en la realidad, así como las adaptaciones metodológicas más beneficiosas para el alumnado femenino. Partiendo de una situación problemática, se posibilita el aprendizaje de conceptos físicos (velocidad, rapidez y aceleración) y programación en Scratch, así como su comprobación experimental siguiendo la metodología diseño de ingeniería. Los resultados obtenidos de la muestra de estudio (N=25) constatan diferencias significativas derivadas del enfoque empleado: las actitudes hacia la ciencia de las alumnas son notoriamente más positivas una vez que han trabajado con enfoque CTIM.

Palabras clave: Brecha de género; Cambio actitudinal; CTIM; Diseño de ingeniería; Programación en Scratch.

Abstract

This article presents the foundation and analysis about the impact of the integrated STEM approach (i-STEM) in attitudes towards science of female students in Primary Education, studying its implementation based on the analysis of their attitudinal performance through the application of a scale of attitudes and an open response writing. A didactic proposal has been designed including a reality context, as well as the most beneficial methodological adaptations for female students. Starting from a problematic situation, it enables learning physical concepts (speed, speed and acceleration) and Scratch programming, as well as verifying it experimentally, following the engineering design methodology. The results obtained from the study sample (N=25) confirm significant differences derived from the approach used: the attitudes towards science of the students are notoriously more positive once they have worked in STEM.

Keywords: Gender gap; Attitude change; i-STEM; Engineering design; Scratch programming.

I. INTRODUCCIÓN

En el escenario de la cuarta Revolución Industrial donde la formación en áreas de ingeniería, informática y matemáticas es esencial, diferentes estudios realizados en la Unión Europea (European Commission, 2015) demuestran que el problema del acceso y la permanencia de las mujeres en estas áreas sigue irresuelto. En España, a pesar de que el 54,3 % del total de los estudiantes universitarios son mujeres, solo el 26,4 % cursa titulaciones de la rama de Ingeniería

y Arquitectura (Ministerio de Educación, 2016). Por muy desalentadoras que parezcan estas cifras, se puede apreciar un progreso respecto a los porcentajes obtenidos en la década de los setenta, cuando solo el 5 % del total de personas que cursaban una Ingeniería eran mujeres.

Para remediar la aún escasa presencia de mujeres en carreras técnicas, se ha propuesto fomentar el interés de las alumnas mediante el uso del enfoque denominado ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM)¹ integrado. Este parece propicio para favorecer la alfabetización científica necesaria para vivir en la realidad actual conectando sus disciplinas con la resolución de problemas reales que resulten importantes para la vida, la comunidad, el contexto o la cultura de los estudiantes (Connor, Karmokar y Whittington, 2015). Es precisamente esta relevancia social, percibida en los contenidos de las asignaturas y carreras CTIM, la que predice de forma positiva y significativa las intenciones de las niñas en continuar con la formación. Asimismo, la evidencia sugiere que esta mejoría se puede ver impulsada por estrategias centradas en el estudiante, basadas en la participación y en la investigación-experimentación; así como por estrategias que mejoren la autoconfianza de las niñas, teniendo en cuenta sus intereses y estilos de aprendizaje (Unesco, 2017). En este contexto, el presente artículo estudia la implementación de una propuesta CTIM integradas (CTIM) diseñada para mejorar la actitud del alumnado femenino de Educación Primaria hacia la ciencia, que aborda los conceptos físicos de rapidez, velocidad y aceleración, así como la programación en Scratch.

II. MARCO TEÓRICO

A. Factores influyentes en la participación, el progreso y el logro femenino en áreas CTIM

Numerosas investigaciones apuntan a una multiplicidad de variables que afectan las actitudes hacia la ciencia del alumnado de educación primaria, entre las que destacan el género y la edad (Toma, Ortiz-Revilla y Greca, 2019). Aunque las actitudes se fijan desde edades tempranas (Turner, 2011), numerosos expertos afirman que las actitudes positivas tienden a erosionarse, siendo dicha disminución especialmente significativa a partir del cuarto curso de Educación Primaria (Said y Hone, 2016). Respecto al género, las actitudes masculinas son más positivas que las femeninas, sobre todo en carreras científicas y, más concretamente, en ciencias físicas.

Por otro lado, son numerosas las dimensiones que contribuyen a su desarrollo, tanto a nivel individual, como a nivel familiar, escolar y social (Unesco, 2017). En primer lugar, los factores psicológicos más influyentes son la autoeficacia, la autopercepción, el interés, la motivación, el compromiso y el disfrute. Baker y Leary (1995) han observado que muchas niñas de primaria y secundaria aseguran disfrutar de la ciencia, pero no pueden imaginarse a sí mismas como científicas. Esto se debe a la existencia de dos estereotipos predominantes en referencia al género y CTIM: los niños son mejores que las niñas en matemáticas y ciencias y la ciencia y las carreras de Ingeniería son dominios masculinos (Unesco, 2017). Por otra parte, los valores familiares pueden ejercer una fuerte influencia en el acceso y los logros de las niñas en la educación CTIM: los padres con una visión tradicional de los niños y las niñas pueden perpetuar las percepciones de género y apoyar comportamientos que refuercen los estereotipos negativos sobre las niñas y CTIM (Unesco, 2017). A nivel escolar, el informe GEM de la Unesco de 2016 encuentra evidencias de la mejora de los resultados académicos de las alumnas en las asignaturas de matemáticas y ciencias cuando las docentes son mujeres. De manera similar, los contenidos y materiales educativos utilizados en el aula pueden tener un impacto perjudicial en las decisiones de las niñas de seguir los títulos CTIM. Es el caso de los libros de texto en los que a menudo no se muestran profesionales femeninos o, si lo hacen, emplean roles subordinados, como demostró la reciente revisión de más de 110 marcos curriculares en primaria y secundaria, en 78 países, realizada por Unesco (2016). Por último, en referencia a la dimensión social, las actitudes, los comportamientos y las expectativas estereotipadas relacionadas con el género tienen un gran potencial para limitar las aspiraciones de las niñas en CTIM, así como en las decisiones académicas y profesionales, normalmente de forma inconsciente. A ello se suma la cultura de los medios de comunicación, la cual desempeña un papel clave en la vida de los jóvenes, las formas en que se ven a sí mismos e incluso su conexión y compromiso con la educación CTIM integrada (Archer, Hollingworth y Halsall, 2010).

B. Decisiones metodológicas de la propuesta didáctica

La propuesta analizada se encuentra encuadrada en el enfoque CTIM al aunar las cuatro ramas de conocimiento en una metadisciplina que interrelaciona los aprendizajes sin establecer distinción de áreas entre ellos. Ha sido diseñada en función de los siguientes objetivos didácticos: comprender y diferenciar los conceptos de velocidad, rapidez y aceleración; crear una programación mediante Scratch; comprender el funcionamiento de una placa Microbit; construir una maqueta para comprobar el correcto funcionamiento de la programación de la placa; conocer y trabajar el método científico a través del diseño de ingeniería y adquirir estrategias para la resolución pacífica de conflictos.

¹ En inglés STEM, o STEAM cuando incorpora las artes.

En cuanto a las decisiones metodológicas, se han privilegiado aquellas prácticas que, según la literatura existente, potencian las actitudes y logro femenino. En primer lugar, se ha optado por plantear una situación problema contextualizada en el mundo real y que supusiese una aventura, apostando por introducir al alumnado en una misión espacial. Asimismo, se ha asociado la problemática con una temática biológica, como es la posibilidad de vida extraterrestre, por tratarse de la rama científica predilecta de las alumnas, al tiempo que se ha determinado que la figura de autoridad sea una mujer, la comandante Emily Johnson, con el fin de potenciar su propia visión como científicas al incluir un personaje femenino de referencia. Como metodología principal usamos la metodología del diseño de ingeniería, dado que, por su naturaleza abierta, en la que no existe una única solución, posibilita el éxito de todo el alumnado, lo que incrementa su interés, actitud y motivación. Por otro lado, se elimina el estigma del fallo, pues el fracaso es una parte importante del proceso de resolución y una forma positiva de aprendizaje (Greca, 2018).

En referencia a las actividades, ha primado la manipulación, creando juegos de mesa para la comprensión y aprendizaje de conceptos abstractos, así como puzzles para realizar la programación en Scratch, evitando distracciones con los dispositivos digitales y permitiendo trabajar a todos los miembros del grupo. Otra decisión importante estuvo relacionada con los agrupamientos, los cuales son homogéneos en cuanto al género, para evitar que el alumnado masculino realizase las tareas más afines a sus gustos, como es la programación, sin colaborar con sus compañeras. Además, introduciendo el aprendizaje cooperativo, se han asignado roles a los miembros de cada grupo, rotando en cada sesión y fase del diseño de ingeniería con el propósito de distribuir uniformemente las responsabilidades. Asimismo, se emplearon para dirigir los turnos de palabra, siendo el portavoz el responsable de comunicar la opinión del grupo, dando prioridad al alumnado femenino con el propósito de potenciar su sensación de participación, inclusión y valía en el tema. Las explicaciones teóricas fueron reducidas al máximo, sustituyéndolas por preguntas que susciten el pensamiento del alumnado, quien al contestar reflexiona sobre los conceptos y los relaciona entre sí. Por último, en lo que respecta al componente motivacional, es imprescindible crear un ambiente que estimule al alumnado, especialmente al femenino, para lo cual se han diseñado carnés personalizados y un blog siguiendo la temática de la propuesta didáctica (el cual se puede visitar a través del enlace (<https://toinfinityanbeyond.blogspot.com/>)). Del mismo modo se han priorizado el lenguaje y el refuerzo positivos, realizando una retroalimentación continua que potencie, en especial, el esfuerzo, la participación y el interés de las alumnas.

La unidad (que se puede consultar en el blog) fue programada para ser realizada en 6 sesiones, de 60 minutos cada una. Sin embargo, debido a la situación derivada de la crisis sanitaria por covid-19, que provocó el cierre de centros escolares en Londres, el cronograma se vio alterado, lo que impidió concluir la ejecución de la planificación didáctica. Consecuentemente, se desarrollaron 4 sesiones, de una hora, distribuidas a lo largo de tres semanas.

II. MARCO METODOLÓGICO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación presentada en este trabajo estuvo guiada por la siguiente hipótesis: la creación de una unidad didáctica ideada a partir de las preferencias metodológicas y didácticas del alumnado femenino favorecerá el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia.

En cuanto a la población de estudio, se ha trabajado con una muestra no probabilística compuesta por un único grupo de 25 estudiantes, 8 chicos y 17 chicas, de *Year 4* en un centro de Londres (Reino Unido), cuya equivalencia en el Sistema Educativo Argentino es el tercer grado de Educación Primaria (8-9 años).

Se ha realizado una selección de instrumentos de índole cualitativa y cuantitativa. Concretamente se han empleado un diario de trabajo (en el que de forma individual señalaban al final de cada sesión lo aprendido, lo que les resultaba más fácil y más difícil, y qué y cómo puede mejorar), un cuaderno de campo y un escrito elaborado por el alumnado para conocer sus opiniones. Además, el docente (el primer autor de este trabajo) ha llevado su propio diario de observaciones. Para determinar en qué medida se ha producido un cambio actitudinal en las alumnas se ha utilizado la escala de actitudes de Pell y Jarvis (2001), en el lenguaje original, debido a su adecuación a la edad de la muestra (8-9 años), y con el mismo número de ítems, 43, cuyas respuestas estaban en una escala Likert, de 1 a 5, utilizando caras, siendo 1 "*cara enfadada*" y 5 "*cara contenta*". El test fue aplicado dos semanas antes de la implementación de la unidad didáctica e inmediatamente después de finalizar la cuarta sesión.

Con el fin de determinar la fiabilidad de las escalas y subescalas del test original se ha calculado Alfa de Cronbach, obteniendo resultados aceptables según las recomendaciones de George y Mallery (2003), recogidos en la tabla I.

TABLA I. Fiabilidad de las escalas y subescalas del test (Pell y Jarvis, 2001).

Escala principal	Subescalas	Fiabilidad	Ítems
En la escuela	Gusto por la escuela	0,65	1-2-3-5-6-7-8-9-10-12
Experimentos científicos	Investigador independiente	0,63	1-2-3-4-5-6-8-9-10

Escala principal	Subescalas	Fiabilidad	Ítems
Lo que pienso de la ciencia	Entusiasmo científico	0,74	1-5-6-13-14-16-17-20
	Contexto social	0,68	2-3-8-9-10-11-15-19
	Dificultad científica	0,63	4-7-12-18-20
Todos	Interés científico (1+2+3+4)	0,82	

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el escrito inicial, las opiniones de los estudiantes muestran que el 80 % del alumnado total y el 92 % del alumnado femenino afirman que realizar experimentos es su actividad preferida en clase de ciencias. Así, G1² ha señalado que *“la única cosa que me gusta de ciencias es que puedo hacer experimentos”*, mientras que su compañera G2 ha puntualizado, *“me gusta la ciencia porque puedo hacer experimentos”*. Tal es su interés por la manipulación que varios alumnos, entre ellos B1, han precisado que de realizar más experimentos su entusiasmo por la ciencia acentuaría. Respecto a los aspectos que no son de su agrado, el 60 % de los encuestados han señalado que escribir y completar el libro de texto es la tarea más tediosa. Sobre las preferencias temáticas, el 30,77 % de las alumnas se decantan por las plantas, mientras que el 15,38 % elige los animales y el 37,5 % prefiere la electricidad, lo cual concuerda con los datos de la OCDE, respecto a la tendencia positiva en la predilección femenina por áreas biológicas, de salud y humanidades.

Durante la implementación se ha observado un incremento significativo de la voluntad y predisposición por las ciencias. Respecto a la programación, a pesar de tratarse de una actividad de preferencia masculina (Yansen y Zukerfeld, 2013), se observa cómo las alumnas manifestaban su curiosidad, participando durante las preguntas. Sin embargo, esta actitud positiva no evade los obstáculos enfrentados: en sus diarios de trabajo, un 81,8 % del alumnado femenino, en contraste con el 25 % del alumnado masculino, ha recalcado la disposición ordenada de los bloques como la tarea más ardua pese a comprender el proceso, mientras que un 15,3 % de las alumnas y un 12,5 % de los alumnos considera que la dificultad radica en establecer las variables tiempo inicial y tiempo final. Asimismo, se aprecian diferencias procedimentales: los alumnos son más manipulativos, mediante ensayo prueba-error; mientras que las alumnas son más cautelosas, debatiendo en grupo y asegurándose de la corrección de cada paso. Parecería que su forma de proceder está relacionada con su falta de confianza en el error, derivada de los estereotipos de género.

En lo que respecta al diseño de ingeniería, la falta de familiarización con el método no ha supuesto ningún impedimento en el seguimiento y resolución de las fases. Una vez completado el proceso, el 65,8 % de las alumnas y el 49,2 % de los alumnos coinciden en que la tarea más sencilla ha sido el diseño y delineado del prototipo. La tarea de conexión eléctrica es la que más problemas ha presentado: 84,2 % de las niñas y 73,7 % de los niños. Esto puede deberse a sus escasos conocimientos sobre circuitos eléctricos, especialmente cuando en ellos han de incluirse componentes electrónicos, como una microbit. Asimismo, es digno de mención que el total de participantes concuerda en que la construcción de la pista, así como la comprobación de su funcionamiento, ha sido el quehacer más entretenido del procedimiento, lo que probablemente obedezca a su naturaleza manipulativa.

Abordando los resultados reportados por la escala de actitudes, señalar que se han traducido los nombres de las mismas en el documento para facilitar la comprensión de su lectura, manteniendo los nombres originales en las figuras. En cuanto a los datos de la primera escala principal *“en la escuela”*, se observa que la puntuación más alta se corresponde con el ítem 7 *“uso del ordenador”* en el alumnado masculino, concordando con estudios anteriores (West *et al.*, 1997) que afirmaban la preferencia de los niños por los componentes digitales. En el caso de las preferencias femeninas, estas radican en el trabajo con amigos (ítem 11) alcanzando puntuaciones de 4,3 y 4,4 respectivamente.

Por otro lado, coincidiendo con los datos revelados en el estudio de Pell y Jarvis (2001), las tareas de lectura, escritura y trabajo con formas son bastante populares entre todo el alumnado, no así la escritura en el libro de ciencias (ítem 9), donde se alcanzaron los valores mínimos obtenidos en ambas pruebas, lo que también se corresponde con las opiniones iniciales recogidas en el escrito. Concretamente, la progresión de las valoraciones del alumnado femenino en dichos ítems (1-2-6) es análoga a la divisada por Parkinson *et al.* (1998) quienes afirmaron que las chicas denotaban ciertas preferencias por escribir y leer hasta el *Key Stage 3*. Sin embargo, el incremento más significativo se ha producido en el ítem 4 *“dibujar”*, con un aumento de 0,3 puntos en el promedio total.

En vista de esos resultados, se profundizó en las respuestas del alumnado femenino en la subescala *“gusto por la escuela”*, recogidas en la tabla II. Así, aplicando la prueba de rangos de Wilcoxon se aprecia un incremento en todos los valores promedio, siendo especialmente significativos (sig. 0,005) en el ítem 8 *“hacer experimentos científicos”*.

² Con el objetivo de mantener el anonimato de los estudiantes, las referencias a ellos se llevarán a cabo mediante la utilización de las letras G (girls) y B (boys) seguidas, en ambos casos, de un número identificativo para cada educando. Asimismo, mencionar que los comentarios han sido traducidos por las autoras para favorecer la comprensión de su lectura.

Aparentemente, la propuesta didáctica habría conseguido revertir la afirmación de que la ciencia es vista como una asignatura masculina (Kelly, 1987).

TABLA II. Resultados del alumnado femenino en la subescala gusto por la escuela.

Ítem	Pre Test		Post Test	
	Promedio	Desviación típica	Promedio	Desviación típica
1	3,30	1,35	4,12	1,17
2	3,52	1,36	4,41	1,09
4	4,66	0,77	4,20	1,09
5	3,33	1,42	3,73	1,28
6	3,29	1,40	3,44	1,31
7	4,78	0,46	4,77	1,31
8	3,71	1,27	4,56	1,26
9	2,93	1,30	3,06	1,28
10	3,41	1,43	3,55	1,35
12	2,60	1,74	3,10	1,19
Total	3,46	1,25	3,81	1,23

Continuando con la segunda escala principal “*Experimentos científicos*”, la figura 1 muestra un incremento en el promedio total general, y en particular de los datos femeninos, alcanzando los 3,76 puntos, lo que supone un aumento de casi cinco décimas con respecto al promedio inicial de 3,28 puntos.

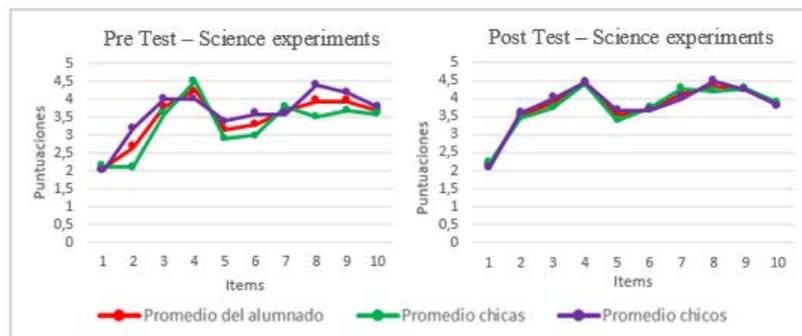


FIGURA 1. Se muestran los gráficos con las puntuaciones promedio, diferenciadas por sexos, así como las obtenidas por el conjunto del alumnado, en los ítems correspondientes a la escala principal “*experimentos científicos*” en el pre test antes de la implementación didáctica, y en post test tras la implementación.

Concretamente, en el segundo ítem “*averiguar qué hacer por ti mismo*”, se aprecia un aumento de 1,3 puntos en el caso del alumnado femenino y de 0,4 puntos en el caso del masculino, lo que podría deberse a la metodología seguida durante la implementación, en la que el alumnado deducía por sí mismo qué hacer. Sin embargo, siguen tratándose de valores inferiores a los reportados en el ítem 3 “*el profesor te dice qué hacer*”, lo que denota la preferencia del alumnado por instrucciones fijadas, una práctica característica del modelo de enseñanza tradicional, a pesar de lo que estos alumnos habían reportado en el escrito inicial.

Interesándonos por el impacto del trabajo cooperativo durante la implementación, hacemos un inciso en los ítems 6 y 7 “*trabajar por ti mismo*” y “*trabajar con amigos*”, respectivamente. Analizando ambos gráficos se observa una alteración en la preferencia del alumnado, pasando a decantarse por el trabajo en grupo, en lugar del individual, como se indica en el primer test. Estos hallazgos están en consonancia con los hallados de Parkinson *et al.* (1998) quien señaló que lo que atrae a los niños/as a la ciencia es el trabajo práctico y la oportunidad de trabajar con otros.

Respecto a los máximos, en ambos gráficos se observa un punto álgido de 4,5 puntos, en el cuarto ítem “*elegir mi propio equipamiento*”. En cuanto a los mínimos, “*observar al profesor hacer el experimento*” (ítem 1) se trata del aspecto menos agradable para todo el alumnado, no superando la barrera de los 2,5 puntos.

En tercer lugar, la figura 2 muestra los resultados de la escala “*Lo que pienso de la ciencia*”, los cuales exhiben similitudes con la investigación de Pell y Jarvis (2001), al tener como puntuación máxima la correspondiente al noveno ítem, tanto en el pre como en el postest, “*la ciencia nos ha hecho mejor y más seguros medicamentos*”, lo cual manifiesta la concepción, especialmente del alumnado masculino, de la ciencia como promotora de la salud. Asimismo, los

valores de los ítems 10 “la televisión, los teléfonos y la radio necesitan de la ciencia” y 11 “nuestra comida es más segura gracias a la ciencia” muestran la importancia e implicación de la ciencia en la sociedad, siendo “buena para todo el mundo” (ítem 2) como destaca el alumnado femenino.

Analizando las variaciones más significativas del puntaje femenino ente ambos gráficos, destacan los ítems 1 “me gustaría ser científico/a”, 5 “me gusta la ciencia más que cualquier otra asignatura del colegio”, 14 “los clubs de ciencia en el colegio son buena idea”, 17 “me gustaría que me dieran un kit de ciencias como regalo” y 21 “un día, me gustaría ir a la Luna”, con cifras superiores a las del alumnado masculino. Esto parecería también corroborar la eficacia de la propuesta didáctica en el incremento en el interés científico de las alumnas, en contra a los hallazgos de Brotman y Moore (2008), quienes afirman que los niños evidencian actitudes más positivas hacia la ciencia que las niñas.

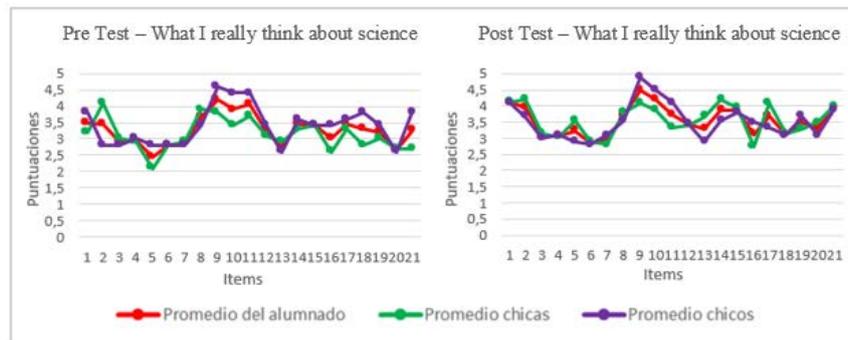


FIGURA 2. Se muestran los gráficos con las puntuaciones promedio, diferenciadas por sexos, así como las obtenidas por el conjunto del alumnado, en los ítems correspondientes a la escala principal “lo que pienso de la ciencia” en pre test antes de la implementación didáctica, y en el post test tras la implementación.

Observamos en la tabla III cada uno de los ítems de las subescalas entusiasmo científico, contexto social y ciencia como asignatura difícil, con el fin de conocer más detalladamente los factores que influyen en su actitud.

TABLA III. Resultados femeninos en las subescalas entusiasmo científico, contexto social y ciencia como asignatura difícil.

Entusiasmo científico			Contexto social			Ciencia como asignatura difícil		
Ítems	Promedio	Desviación típica	Ítems	Promedio	Desviación típica	Ítems	Promedio	Desviación típica
1	4,13	1,16	2	4,20	0,54	4	3,05	1,22
5	3,53	1,15	3	3,13	1,36	7	2,80	1,38
6	2,90	1,15	8	3,80	0,98	12	3,40	0,49
13	3,67	0,94	9	4,07	1,06	18	3,13	1,02
14	4,20	0,98	10	3,87	0,88	20	3,07	3,11
16	2,73	1,06	11	3,33	1,3			
17	4,07	1,06	15	3,93	0,85			
20	3,07	0,89	19	3,51	1,06			
Total	3,54	1,05	Total	3,73	1,00	Total	3,09	1,444

En la subescala “entusiasmo científico” es destacable la sustancial diferencia entre la puntuación máxima, ítem 1 “me gustaría ser científico/a”; y las mínimas, ítems 6 “normalmente realizo experimentos en casa” y 16 “siempre estoy leyendo historias científicas”. Los más de 2 puntos de discrepancia indican que a pesar de sentir atracción por la ciencia, lo que propiciaría la elección de una profesión en esta área, dicho interés se relaciona directamente con la concepción de ciencia como actividad escolar, sin extrapolarlo a otros ámbitos como el familiar. Análogamente, en la subescala “contexto social”, el alumnado femenino denota percibir la ciencia como aspecto vital para la sociedad, como muestran los datos de los ítems 2 “la ciencia es buena para todos” y 9 “la ciencia nos ha hecho mejores y más seguras medicinas”, pese a lo cual no consideran que “mucho más dinero debería invertirse en ciencia” (ítem 3), obteniendo la menor puntuación. Así, al igual que han demostrado otros estudios (Pell y Jarvis, 2001), aquellas alumnas que muestran mayor entusiasmo por la ciencia escolar tienden a calificar el valor de la ciencia para la sociedad más altamente, lo que conlleva a la correlación ($r = 0,45$) entre ambos factores, posibilitando su agrupación en una escala común denominada “ciencia del mundo real” que proporciona una medida de actitud resumida de la visión general de ciencia. En lo que respecta a la última subescala, “ciencia como asignatura difícil”, las dos puntuaciones más altas “tenemos que trabajar

mucho en ciencias” (ítem 12) y *“tenemos que hacer mucha ciencia en el colegio”* (ítem 18) revelan que la ciencia es percibida como una asignatura más demandante que las demás materias, focalizando dicha exigencia en la carga de trabajo, ítem 20 *“hay que escribir mucho en ciencias”*, y no en la dificultad, ítem 7 *“la ciencia es demasiado difícil”*.

Una vez diseccionadas las escalas, se ha realizado la prueba de rangos de Wilcoxon, con el fin de conocer el grado de relación entre las escalas y el alumnado en función del género, revelando diferencias asintóticas entre los alumnos y las alumnas en las tres escalas pretest, pero no así en el posttest, lo que podría deberse a la equiparación de la actitud hacia la ciencia de ambos géneros tras la implementación de la unidad didáctica. Sin embargo, la comparación entre el pretest y el posttest muestra, en su análisis desglosado por sexos, de la tabla IV la existencia de diferencias significativas (sig. < 0,005) tanto en los resultados masculinos como en los femeninos, siendo más notables en estos últimos. Es decir, las niñas han mejorado más su puntuación, indicando el éxito de las metodologías utilizadas.

TABLA IV. Resultados desglosados por sexo de la prueba de Rangos de Wilcoxon en el pretest y el posttest.

*Sig. asin. asin. <5 %, prueba de Wilcoxon

	Pretest vs. Posttest, chicos			Pretest vs. Posttest, chicas		
	En la escuela	Experimentos científicos	Lo que pienso de la ciencia	En la escuela	Experimentos científicos	Lo que pienso de la ciencia
Z	-2,249	-2,512	-2,329	-2,803	-2,847	-2,591
Sig. asintótica (bilateral)	0,014*	0,012*	0,020*	0,005*	0,004*	0,010*

En consonancia con los resultados obtenidos en la escala de actitudes, el 69,2 % de las alumnas y el 62,5 % de los alumnos han señalado su disfrute durante el proyecto, como es el caso de G5 *“me han gustado mucho los experimentos científicos, quiero hacerlos otra vez”* y B3 *“ha sido muy divertido”*, así como la apreciación de B4, que manifiesta su progreso en ciencias: *“no me gustaban las ciencias, pero el proyecto me ha hecho cambiar de opinión”*. Sin embargo, el comentario de G6 es el que refleja una mayor influencia: *“me encanta la ciencia porque la profesora me ha enseñado un gran experimento que me ha encantado e inspirado para ser científica”*.

IV. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, la propuesta diseñada dentro del enfoque CTIM para desarrollar actitudes positivas hacia la ciencia en las alumnas y así reducir la brecha de género en dichas áreas, ha alcanzado los objetivos propuestos, favoreciendo el aprendizaje de los conceptos de velocidad y espacio, desarrollando aptitudes tecnológicas y de programación, al tiempo que ha potenciado, gracias a las decisiones metodológicas recomendadas por la literatura, las actitudes científicas de las alumnas.

En referencia a las limitaciones, es necesario mencionar la falta de representatividad de la muestra participante, así como la ausencia de un grupo de control para reducir el porcentaje de error y aumentar la fiabilidad de las conclusiones. Asimismo, sería conveniente realizar una indagación previa acerca de las ideas iniciales.

En términos generales, hemos comprobado que las actitudes hacia la ciencia del alumnado femenino están positivamente relacionadas con su práctica en enfoques CTIM. Lo cual también beneficia al alumnado masculino, de modo que no solo se produce una mejora actitudinal, sino que también se adquieren, de manera contextualizada, procedimientos y capacidades propios del método científico. De este modo parece fundamental iniciar a las niñas en la ciencia durante los primeros años de su educación, especialmente entre los 8 y 13 años, por ser el periodo crítico para la formación actitudinal infantil hacia la ciencia. Por ello, los docentes debemos incluir metodologías que desarrollen el autoconcepto y la autoestima, al tiempo que destruyen las barreras de los estereotipos sociales.

REFERENCIAS

- Archer, L., Hollingworth, S. y Halsall, A. (2010). *Juventud urbana y escolarización*. Maidenhead: Open University Press.
- Baker, D. y Leary, R. (1995). Letting girls speak out about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 3–27.
- Brotman, J.S. y Moore, F.M. (2008). Niñas y ciencia. Una revisión de cuatro temas en la literatura de educación científica. *Revista de Investigación en Enseñanza de la Ciencia*, 45, 971–1002.

- Connor, A. M., Karmokar, S. y Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: strategies for enhancing engineering & technology education. *International Journal of Engineering Pedagogies*, 5(2), 37-47.
- European Commission. (2015). *Science education for Responsible Citizenship*. Recuperado de <https://doi.org/10.2777/12626>
- George, D., y Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4a ed.)*. Boston, Estados Unidos: Allyn & Bacon.
- Greca, M. I. (2018). La enseñanza STEAM en la Educación Primaria. En Greca, M. I. & Villagra, M. J. (coord.), *STEM en Educación Primaria*. Fundamentos y aplicaciones prácticas, 2-23.
- Kelly, A. (1987). Why girls don't do science. In A. Kelly (ed.) *Science for Girls?* Milton Keynes: Open University Press.
- Ministerio de Educación. (2016). *Las cifras de la educación en España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte*. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicacionessintesis/cifras-educacion-espana.html>
- Parkinson, J., Hendley, D., Tanner, H. y Stables, A. (1998). Pupils' attitudes to science in Key Stage 3 of the National Curriculum: a study of pupils in South Wales. *Research in Science and Technological Education*, 16(2), 165-176.
- Pell, T. y Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years, *International Journal of Science Education*, 23(8), 847-862.
- Ruiz, E. (2020). *To infinity and beyond*. Recuperado de <https://toinfinityandbeyond.blogspot.com/>
- Said, G. R. y Hone, K. S. (2016). Exploring the factors affecting MOOC retention: A survey study. *Computers and Education*, 98, 157-168. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.016>
- Toma, R. B., Ortiz-Revilla, J., y Greca, I. M. (2019). ¿Qué actitudes hacia la ciencia posee el alumnado de Educación Primaria que participa en actividades científicas extracurriculares? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(1), 55-69.
- Turner, S. (2011). *Pupils' attitudes towards primary and secondary science*. Germany: Lambert Academic Publishing.
- UNESCO. (2012) From Access to Equality: Empowering Girls and Women through Literacy and Secondary Education. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000369000>
- UNESCO. (2016). Paper commissioned for the Global Education Monitoring Report 2016, Education for people and planet: Creating sustainable futures for all. Recuperado de <https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/491245629eng.pdf>
- UNESCO. (2017). Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM). Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002534/253479E.pdf>
- West, A., Hailes, J. y Sammons, P. (1997). Children's attitudes to the National Curriculum at Key Stage 1. *British Educational Research Journal*, 23, 597-613.
- Yansen, G. y Zukerfeld, M. (2013). Códigos generalizados: la exclusión de las mujeres del mundo del software, obra en cinco actos. *Universidad Pontificia*, 76(3), 207-233.