

El papel de los proyectos de investigación con enfoque CTS en el diseño de un nuevo modelo de currículo de ciencias en Panamá

O papel dos projetos de pesquisa com abordagem CTS no desenho de um novo modelo de currículo de ciências no Panamá

The Role of STS Research Projects in the Design of a New Model of Science Curriculum in Panama

Blanca Puig, Luis Fernández López, María Heller, Lineth Campos Romero y Krystel Del Rosario *

En este artículo, los proyectos de investigación con enfoque CTS son considerados un elemento clave en un currículo de ciencias basado en progresiones de aprendizaje y orientado al desarrollo de prácticas científicas. Este artículo analiza el diseño de proyectos de investigación CTS desarrollados en aulas de educación primaria en distintas provincias de Panamá, en el marco de un programa de formación con maestros y maestras facilitadoras de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT). Este proyecto tiene como fin diseñar un nuevo modelo de currículo de ciencias basado en progresiones de aprendizaje y prácticas científicas. Los objetivos del trabajo son: i) analizar la dimensión social del enfoque CTS de los proyectos elaborados por maestros y maestras y docentes facilitadores en aulas de primaria de escuelas de Panamá; y ii) examinar las dificultades y potencialidades percibidas por los facilitadores y facilitadoras y maestros y maestras en el desarrollo de proyectos CTS. La metodología empleada es de corte cualitativo y requirió analizar el contenido de nueve proyectos diseñados y en proceso de implementación, así como el análisis deductivo de las respuestas de los facilitadores y las facilitadoras a un cuestionario *online* de preguntas abiertas sobre el proceso de diseño e implementación de estos. El análisis muestra que todos los proyectos abordan el componente social, siendo distinto el nivel de controversia que generan y los valores que movilizan. Los beneficios percibidos por los docentes y estudiantes son amplios, destacándose el aprendizaje de ciencias en contexto, la motivación del alumnado y la inclusión social. Las dificultades percibidas, como el tiempo y la formación, son comunes al trabajo por proyectos.

Palabras clave: proyectos de investigación; currículo de ciencias; educación primaria; enfoque CTS

* Blanca Puig: Universidad de Santiago de Compostela (USC), España. Luis Fernández López: IES Carlos Casares, España. María Heller, Lineth Campos Romero y Krystel Del Rosario: SENACYT, Panamá.

Neste artigo, os projetos de pesquisa com abordagem CTS são considerados um elemento-chave em um currículo de ciências baseado em progressões de aprendizagem e orientado para o desenvolvimento de práticas científicas. Este artigo analisa o desenho de projetos de pesquisa CTS desenvolvidos em salas de aula de educação primária em diferentes províncias do Panamá no âmbito de um programa de formação com professores e facilitadores de professores da Secretaria Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SENACYT). Este projeto visa conceber um novo modelo de currículo de ciências baseado em progressões de aprendizagem e práticas científicas. Os objetivos de pesquisa que orientam o trabalho são: i) analisar a dimensão social da abordagem CTS dos projetos desenvolvidos por professores e facilitadores de professores em salas de aula do ensino fundamental no Panamá; e ii) examinar as dificuldades e potencialidades percebidas pelos facilitadores e professores no desenvolvimento de projetos CTS. La metodología empleada es de corte cualitativo y requirió analizar el contenido de nueve proyectos diseñados y en proceso de implementación, así como el análisis deductivo de las respuestas de los facilitadores y las facilitadoras a un cuestionario *online* de preguntas abiertas sobre el proceso de diseño e implementación destes. A análise mostra que todos os projetos abordam o componente social, sendo diferente o nível de polémica que geram e os valores que mobilizam. Os benefícios percebidos por professores e alunos são extensos, destacando-se a aprendizagem de ciências em contexto, a motivação dos alunos e a inclusão social. As dificuldades percebidas são comuns ao trabalho de projeto: como tempo e treinamento.

Palavras-chave: projetos de pesquisa; currículo de ciências; educação primária; abordagem CTS

In this article, research projects with a STS approach are considered a key element in a science curriculum based on learning progressions and oriented to the development of scientific practices. The article examines the design of STS research projects developed in primary education classrooms in different provinces of Panama, within the framework of a teacher training program directed by the National Secretariat of Science, Technology, and Innovation (SENACYT, due to its initials in Spanish). This program aims at designing a new science curriculum based on learning progressions and scientific practices. The research objectives that guide this article are: i) analyzing the social dimension of STS projects elaborated by primary school teachers and facilitators in diverse Panama schools; and ii) examining the difficulties and potentialities perceived by primary school teachers and facilitators in the development of projects. The methodology used was qualitative and required the analysis of nine projects designed and in process of implementation, as well as a deductive analysis of the responses given by facilitators to an open-ended online questionnaire regarding the process of design and implementation of the projects. The analysis shows that all the projects address the social component, although they differ in the level of controversy and the values that they mobilize. The benefits perceived by the participants in the design and development of projects are high, remarking learning science in context, students' motivation, and social inclusion. The difficulties perceived are, in general, the time and the training needed to make these projects work.

Keywords: research projects; science curriculum; primary education; STS approach

Introducción

La Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), entidad perteneciente al gobierno nacional de la República de Panamá, lleva cinco años trabajando con maestros facilitadores y maestras facilitadoras en la elaboración de un nuevo modelo de currículo de ciencias basado en las progresiones de aprendizaje. El objetivo es mejorar la formación científica del profesorado y del alumnado de educación primaria, y en último término de la sociedad de Panamá, mediante la elaboración de un currículo contextualizado que posibilite el desarrollo de competencias científicas y la implementación de proyectos de investigación en el aula, entre otros aspectos. El programa implica el trabajo conjunto de docentes facilitadores de educación en distintas etapas educativas, profesorado activo, coordinadoras técnicas de la SENACYT e investigadores expertos en didáctica de ciencias del grupo de investigación RODA (Razonamiento, Discurso, Argumentación), centrado en la mejora de la enseñanza de ciencias mediante prácticas científicas, de la Universidad de Santiago de Compostela (España).

El proyecto surge de los resultados de observaciones de aula realizadas durante cinco años (2018-2022) en el marco del programa Hagamos Ciencia, cuyo fin es apoyar el aprendizaje de ciencias en distintas etapas educativas. Este programa puso de manifiesto la necesidad de generar un nuevo modelo de currículo basado en progresiones de aprendizaje y prácticas científicas con el propósito de mejorar la enseñanza de ciencias en el país. La propuesta de formación en la que se fundamenta el proyecto gira alrededor de tres pilares relacionados con las prácticas de investigar, que son:

- El desarrollo de proyectos de investigación en el aula implica un profesorado formado que esté en condiciones de apoyar al alumnado en la práctica de investigar. Dicho de otro modo, la necesidad de andamiaje docente en los procesos de indagación que engloban el diseño e implementación de proyectos. Un profesorado que investiga está en condiciones de poder ayudar a su alumnado a practicar la investigación, a convertirse en personas indagadoras. Algunas características indispensables para emprender la indagación son la curiosidad, la motivación, la apertura de mente o la capacidad de cuestionamiento sobre la realidad y sobre sí mismos, atributos que forman parte del pensamiento crítico (Puig y Uskola, 2021).
- La práctica de investigar está socialmente contextualizada (García Carmona, 2008), ya que la construcción de conocimiento no se puede separar del contexto y el entorno en el que se desarrolla la investigación. En consecuencia, la formación ha de tener en cuenta la dimensión social en el proceso de investigar y la influencia de la componente afectiva, además de la cognitiva, en el proceso de analizar y dar respuesta a un problema cuyo abordaje y planteamiento va a depender de múltiples factores. El profesorado ha de tener en cuenta todos estos aspectos en el desarrollo de proyectos de investigación.
- El proceso de resolver un problema requiere la construcción de conocimiento y el desarrollo de pensamiento crítico y creativo. El conocimiento ha de ser construido con la interacción entre el alumnado y con el y la docente. En este

proceso, el pensamiento crítico y creativo cobra un papel clave en la adquisición de competencias que tienen que ver con la toma de decisiones y la capacidad de elaborar propuestas que den solución al problema objeto de investigación.

- El carácter incierto, que en ocasiones opera en los procesos de investigación, implica estar abierto a distintas alternativas o explicaciones.

Tomando en consideración lo anterior, se desarrolla un programa de formación para el diseño y la implementación de proyectos de investigación con enfoque CTS en aulas de centros públicos de distintas provincias de Panamá. Los proyectos no se incluyen en el currículo de ciencias vigente en Panamá y, en consecuencia, no forman parte habitual de la enseñanza de ciencias en el país. Su incorporación, por lo tanto, requiere de la formación de docentes facilitadores para dar apoyo al personal docente de las aulas en este sentido. Pretendemos, mediante este trabajo, contribuir a la mejora de la formación docente para el desarrollo de un currículo de ciencias basado en progresiones de aprendizaje y prácticas científicas con enfoque CTS, que pueda redundar finalmente en una mejora de la cultura científica de toda la sociedad.

Los objetivos de investigación que guían el estudio son: 1) analizar la dimensión social del enfoque CTS de los proyectos elaborados por maestros y maestras y docentes facilitadores en aulas de primaria de escuelas de Panamá; 2) identificar las dificultades y potencialidades percibidas por los participantes para desarrollar proyectos con enfoque CTS en este contexto.

206

1. El programa Hagamos Ciencia y el desarrollo de un nuevo currículo de ciencias en Panamá

El programa Hagamos Ciencia surge en 2007 con el fin de contribuir al desarrollo de una educación panameña de calidad en el ámbito científico y tecnológico. El Ministerio de Educación de Panamá (MEDUCA), mediante Decreto Ejecutivo N° 5 del 5 de febrero de 2007, formaliza este programa. A partir de este momento se firman distintos convenios de cooperación con la SENACYT con distintos objetivos. En 2016 se firma el convenio de cooperación para desarrollar un proyecto de enseñanza de ciencias orientado a promover la profundización en conceptos y habilidades científicas. Y en 2021 la SENACYT y el MEDUCA firman el Convenio 5-2021 para potenciar la enseñanza de ciencias mediante la generación de guías didácticas para docentes y estudiantes basadas en actualizaciones curriculares con base en los derechos fundamentales de aprendizaje (DFA) que promuevan procesos científicos en el marco educativo.

Desde sus inicios, Hagamos Ciencia ha trabajado con docentes realizando capacitaciones, visitas a las escuelas para brindar acompañamiento en el proceso de enseñanza de las ciencias y desarrollar experiencias que promuevan las competencias científicas y la actualización de conocimientos. El Ministerio de Educación ha contribuido como institución enlace, garantizando la participación de los docentes en el desarrollo del programa en las escuelas. El programa pretende fortalecer el desarrollo profesional del profesorado activo para mejorar la enseñanza de ciencias

por medio de la estrategia indagatoria y otras estrategias didácticas basadas en prácticas científicas que posibiliten el aprendizaje significativo por parte del alumnado. Entre los objetivos del programa, se incluyen desarrollar unidades didácticas o módulos basados en una propuesta curricular para mejorar la enseñanza de ciencias. Así, en 2016 se desarrollan los DFA como primer acercamiento a la actualización de los contenidos de ciencias naturales que deben ser enseñados en cada grado para el desarrollo de prácticas científicas y trabajar en profundidad conceptos de ciencia.

En 2021, se identifica en las observaciones de aula realizadas por el equipo técnico y docentes facilitadores de Hagamos Ciencia que: a) el profesorado de aula requiere una actualización de contenidos de ciencia y de las estrategias de enseñanza y evaluación en ciencias naturales, dado que sus clases eran de corte tradicional, con pocas experiencias que posibilitaran el desarrollo de prácticas de indagación por parte del alumnado: las planificaciones de clases incluían más actividades de reproducción de conocimientos que de aplicación de los aprendizajes; y b) los libros de textos presentan mayormente información teórica y las actividades prácticas son muy pocas o escasas en ciertos grados de primaria: se tomaron acciones para elaborar y proponer ajustes curriculares que posibilitaran el desarrollo de competencias científicas y la implementación de proyectos de investigación en el aula para mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y se trabajó en el ajuste de los DFA de educación básica y en la elaboración de guías didácticas para profesorado y alumnado para la enseñanza de contenidos abordados en los DFA que no estaban considerados en el programa curricular, pero que eran necesarios para la formación en ciencias, según el análisis realizado a partir de la revisión de currículos y estándares internacionales. Este trabajo continúa en desarrollo e incluye, entre otros aspectos, proyectos de investigación con perspectiva CTS, tema objeto de estudio en este artículo.

207

2. La educación CTS y los proyectos de investigación en un nuevo currículo basado en progresiones de aprendizaje

La sociedad en la que vivimos ha sufrido una profunda transformación en los últimos años como resultado de los avances científicos y tecnológicos. La reciente pandemia nos ha mostrado una clara interacción de los conocimientos científicos con las decisiones políticas y la economía. En definitiva, con la sociedad global. Los debates, enfrentamientos y posicionamientos emocionales en aspectos como la vacunación o los confinamientos mostraron deficiencias en la capacidad de integración de la ciencia con otros aspectos sociales; quizás como resultado de entender la ciencia en un contexto aislado en los centros de investigación y las publicaciones especializadas. La necesidad de una alfabetización científica para toda la ciudadanía, y con una visión holística que no analice los problemas solo desde una perspectiva, requiere construir un currículo de ciencias para el aprendizaje en contexto y el desarrollo progresivo de pensamiento crítico y científico. Sin embargo, de acuerdo con Osorio (2002), la forma en la que nos relacionamos con este conocimiento no siempre es igual en los países en vías en desarrollo y en los países desarrollados, aspecto a tener en cuenta en este trabajo.

Los estudios CTS buscan comprender la dimensión social de la ciencia y la tecnología, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes como de sus

consecuencias sociales y ambientales. Utilizar contextos reales para el aprendizaje de ciencias permite abordar las causas y consecuencias del desarrollo científico y tecnológico en la sociedad, es decir, las interacciones ciencia-tecnología-sociedad (García Carmona, 2008).

Hagamos Ciencia ha venido observando, mediante el trabajo desarrollado con docentes facilitadores del país, un aumento de interés, por parte del profesorado de distintas etapas, por la incorporación de las relaciones CTS en las materias de ciencias y en metodologías de enseñanza basadas en progresiones de aprendizaje y prácticas científicas. En particular, una preocupación compartida es conocer de antemano si la introducción de un tema o una tarea de ciencias va a resultar adecuada para un curso o un aula concreta (García Barros, 2015). Preguntas como: ¿tendrán mis alumnos y alumnas los conocimientos necesarios para poder resolver este problema? ¿dispondrán de autonomía suficiente para resolver una tarea? ¿les gustará a mis estudiantes investigar? y ¿cómo puedo ayudarles a ver lo importante que es la ciencia para su vida? forman parte de los interrogantes que se plantean los docentes de Panamá. Lejos de dejar en manos del profesorado la tarea de seleccionar y secuenciar los contenidos de enseñanza, la investigación educativa ha ido proporcionando marcos para el desarrollo de secuencias de enseñanza, entre los que destacamos las progresiones de aprendizaje.

208

La idea de progresión en el conocimiento se relaciona con la posibilidad de establecer niveles progresivos de conceptualización en el conocimiento en un dominio dado, según un itinerario de complejidad creciente que favorezca la comprensión del alumnado (Adey, 1997). Esto implica que el aprendizaje es un proceso creciente de dificultad y complejidad, en lugar de un contenido para ser cubierto dentro de niveles de grado específico (UNESCO, 2008). El profesorado ha de tener en mente un continuum de cómo se desarrolla el aprendizaje en un dominio de conocimiento particular para identificar el estado de aprendizaje del alumnado y tomar decisiones sobre la acción pedagógica que permita avanzar al alumnado en el proceso de aprendizaje. Las progresiones posibilitan una visión de lo que el alumnado puede aprender y permiten apoyar la planificación de la instrucción y actuar como eje de la evaluación. El concepto de “progresiones de aprendizaje” es de gran utilidad en el diseño del currículo, pero este proceso requiere de tiempo, tal y como se pone de manifiesto en Hagamos Ciencia.

La elaboración de un nuevo modelo de currículo de ciencias para educación primaria, basado en progresiones de aprendizaje, ha implicado el trabajo continuado de un equipo multidisciplinar formado por docentes facilitadores de distintas áreas, técnicos y técnicas de Hagamos Ciencia y profesorado e investigadores e investigadoras en didáctica de ciencias. En este trabajo hemos contemplado la incorporación explícita de contenidos y objetivos CTS, así como la incorporación de proyectos de investigación alrededor de temáticas que susciten interés como metodología idónea para el desarrollo de una educación CTS por parte del alumnado.

De acuerdo con la investigación en didáctica de ciencias, consideramos que el desarrollo de proyectos de investigación puede ayudar a aumentar la motivación del alumnado por aprender ciencias, así como a desarrollar un pensamiento

científico, teniendo que movilizar prácticas que forman parte del trabajo científico. Por “aprendizaje basado en proyectos” entendemos una serie de metodologías que comparten características como las señaladas por Sanmartí (2006): i) parten de una situación o un problema contextualizado; ii) requieren realizar una investigación que permita dar respuesta a ese problema; iii) implican aprendizaje en contexto mediante la resolución de preguntas ideas clave y transferibles a otros contextos; iv) posibilitan trabajar en grupos y de modo cooperativo durante períodos de tiempo prolongados; y v) convierten al profesor o profesora en un facilitador que no dirige el proceso. Este último aspecto es relevante, ya que el papel del profesor como transmisor único de conocimiento experto no tiene cabida, y hay que dejar paso al profesor como guía, organizador y potenciador de la participación crítica del alumnado. Aunque son muchos los proyectos para la educación CTS, todavía son pocos los profesores implicados, aspecto que en países en vía de desarrollo se acentúa.

Autores como Membiela (2002) proponen que una de las primeras acciones que hay que realizar es ayudar al profesorado a conocer sus propias creencias y valores acerca del enfoque CTS. En nuestra opinión, esto es fundamental. Una manera de hacerlo en países en vías de desarrollo es implementando proyectos de investigación en el aula que empleen materiales y recursos que sean accesibles a todo tipo de centros educativos. Además, hemos de considerar que los resultados de un proyecto que llevemos a cabo en este contexto, además de depender de la temática elegida, van a estar condicionados por el clima de aula (Gil *et al.*, 1991; García Carmona, 2008) y otros factores. En este sentido, y de acuerdo con Campbell y Lubben (2000), sugerimos dar prioridad a aquellos fenómenos o problemas científicos que puedan ser observados por el alumnado en su día a día y para cuya investigación dispongamos de los medios necesarios. Esto último es relevante en países donde las escuelas cuentan con una dotación escasa, como es el caso de la mayor parte de las escuelas públicas de Panamá, cuyos recursos son limitados.

209

3. Contexto, participantes y métodos

El diseño y la elaboración de proyectos de investigación con dimensión CTS se inscribe en el marco de un programa formativo sobre las progresiones de aprendizaje en el currículo de ciencias llevado a cabo en Ciudad de Panamá (del 24 de enero al 2 de febrero de 2022), y a continuación en Santiago de Veraguas (del 13 al 20 de mayo de 2022). El programa tiene como finalidad la evaluación y mejora de progresiones de aprendizaje del currículo de primaria de ciencias naturales de Panamá elaborado por un grupo de docentes facilitadores y técnicos y responsables de la SENACYT (N= 24) para la posterior elaboración de guías docentes y material para estudiantes.

La formación implica la realización de dinámicas de grupo para la evaluación de la adecuación de los criterios empleados en el establecimiento de niveles de las progresiones. Además, en relación con los proyectos de investigación, se definen y presentan las fases que engloban su diseño e implementación, de acuerdo con la propuesta de Chinn y Malhotra (2002), modificada por Jiménez Aleixandre y Fernández López (2010).

Los participantes son un grupo de 20 facilitadores y facilitadoras que colaboran con la SENACYT acompañando a docentes de primaria de escuelas públicas en distintas provincias de Panamá. Todos ellos son docentes (13 de primaria, cinco de biología y dos de química). Además, participan tres coordinadoras técnicas y una directora del proyecto de la SENACYT, universitarias en ramas científicas (dos de biología, uno de química y una bioquímica), que coordinan el trabajo de los facilitadores y apoyan a las escuelas y los y las docentes en diversas actividades de innovación en ciencias. La **Tabla 1** presenta los datos de los participantes, así como los proyectos de investigación que se diseñan y el alumnado participante.

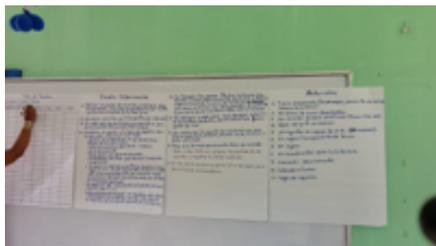
Tabla 1. Relación de facilitadores

P	Facilitadores	Docentes	C	Escuela	Proyecto (P)	N
1	Elodia Fossatti Julia Lezcano Moisés Rodríguez	Elida Nieto	6°	Leopoldina Field (Provincia de Chiriquí, distrito de Dolega)	Influencia de las fases de la Luna en la germinación y crecimiento del maíz híbrido Pioneer 30F35.	25
2	Magdalena Tapia Lorenzo Samudio	Blas Grajales	5°	Primaria Macano (Provincia de Chiriquí, distrito de Boquerón)	¿Son adecuadas las ideas que hay sobre reproducción en nuestra población o en nuestra comunidad?	19
3	Édil García Minerva Farrugia	Einis Carrera	3°	Primaria Macano (Provincia de Chiriquí, distrito de Boquerón)	¿Qué criterio debo utilizar para seleccionar el material con la característica óptica adecuada para una cortina de baño?	24
4	Erika Almanza Rubiel Hernández	Nixia Pérez	6°	Martin Grande (Provincia de Veraguas, distrito de Santiago)	¿Cómo podemos comprobar que la levadura se alimenta del azúcar presente en las bebidas que consumimos en la merienda escolar?	23
5	Eyra Guerra Rodolfo Santos Soledad Pinto	Luris Calles Jaqueline Torrazza	5° 4°	Agustín Pérez Colmenares (Provincia de Veraguas, distrito de Santiago)	Movimiento aparente del Sol.	38
6	Gladys Cruz Yanett Rodríguez	Maritzel Camarena Virginia Corrales	6°	Agustín Pérez Colmenares (Provincia de Veraguas, distrito de Santiago)	¿Cómo varía el consumo de energía eléctrica en la casa y la escuela, durante los periodos del día, de acuerdo con la cantidad de juguetes y artefactos que	41

Nota: C: curso de educación primaria; P: proyecto; N: número de estudiantes que participaron

Las **Imágenes 1 y 2** muestran al alumnado participante y el resumen de las distintas etapas del proyecto en desarrollo en un centro educativo Leopoldina Field, provincia de Chiriquí, distrito de Dolega, Panamá.

Imágenes 1 y 2. Alumnado participante y resumen de las etapas de un proyecto en desarrollo



Para el análisis del primer objetivo de investigación, relacionado con la dimensión social CTS de los proyectos, se elaboró una rúbrica de cinco dimensiones que incluyen, cada una de ellas, tres niveles, de menor a mayor carga social. Nos interesaba analizar no solo el tipo de dimensiones que se integran, sino la medida en que están presentes en los proyectos.

Tabla 2. Rúbrica de análisis del primer objetivo de investigación sobre la dimensión social CTS de los proyectos

Dimensiones	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
Interés social	No suscita interés social, más allá del curricular	Suscita algún tipo de interés o se relaciona con alguna cuestión global	Suscita gran interés, se relaciona con problemáticas locales
Nivel de controversia	No genera controversia	Genera cierta controversia entre personas interesadas o afectadas	Genera controversia social a nivel local y global
Aplicabilidad social	No genera conocimiento directamente aplicable	Genera algún tipo de conocimiento aplicable/útil	Es aplicable a un contexto concreto o global
Valores sociales	No se movilizan valores	Se movilizan algunos valores	Se movilizan valores que implican una transformación/mejora
Impacto social	No genera impacto más allá del aula	Genera impacto a nivel de la comunidad educativa	Genera impacto en el entorno social/medios de difusión

El análisis del segundo objetivo de investigación, relacionado con el análisis de las dificultades y potencialidades para integrar la dimensión social en los proyectos, requiere examinar el contenido de las respuestas a preguntas abiertas de un cuestionario de Google Forms elaborado por los autores, que los facilitadores respondieron manera individualizada junto a los maestros de aula con los que trabajaban. Las preguntas versan sobre el diseño de los proyectos, en lugar de sobre las memorias finales, dado que nos interesaba evaluar a priori la potencialidad de la integración social de la dimensión CTS en las propuestas elaboradas. Se les preguntó explícitamente acerca de las dificultades que encontraron para integrar el enfoque social. Las respuestas se agruparon en las categorías definidas en la **Tabla 2**.

4. Resultados

4.1. Dimensión social de los proyectos de investigación CTS

La **Tabla 3** resume los resultados del análisis de la dimensión social de los nueve proyectos de investigación.

Tabla 3. Dimensión social de los nueve proyectos de investigación CTS

Dimensiones	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
Interés social	P4	P9, P3, P5, P7	P2, P1, P8, P6
Nivel de controversia	P3, P4, P5	P9, P2, P7	P1, P8, P6
Aplicabilidad social		P1, P5	P2, P3, P4, P6, P7, P8, P9
Valores sociales	P3, P4, P5	P1, P9	P2, P6, P7, P8
Impacto social	P3, P5	P2, P4, P7, P9	P1, P6, P8

Nota: P: proyecto

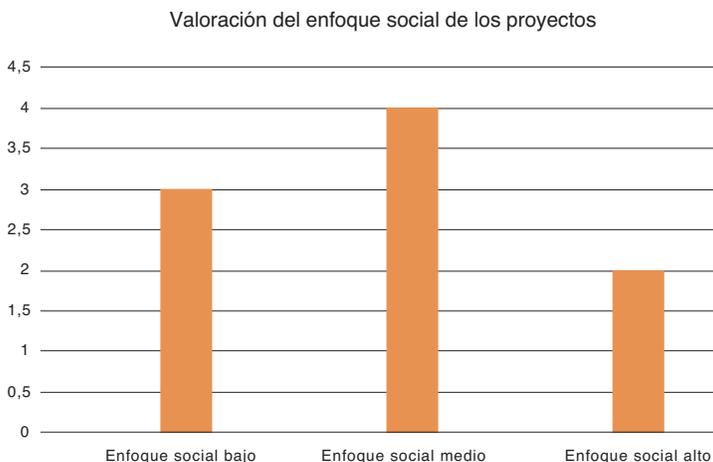
Como muestra la **Tabla 3**, todos los proyectos, excepto el P4 –“¿Cómo podemos comprobar que la levadura se alimenta del azúcar presente en las bebidas que consumimos en la merienda escolar?”-, generan interés social. En el resto de las dimensiones existen diferencias, siendo los proyectos P3, P4 y P5 los que están en los niveles más bajos. Con el fin de dar una idea global del enfoque social de cada proyecto, se sumó la puntuación de las cinco dimensiones. La **Tabla 4** muestra los resultados.

Tabla 4. Puntuación de proyectos

Proyecto	Puntuación sobre 10
P5	2
P3 y P4	3
P9	6
P7	7
P1 y P2	8
P6 y P8	10

El agrupamiento de los proyectos en tres niveles, de bajo (de 0 a 4 puntos), medio (de 5 a 8 puntos) y alto (9 y 10 puntos) enfoque social, aparece reflejado en la **Figura 1**.

Figura 1. Enfoque social de los proyectos agrupados en tres niveles



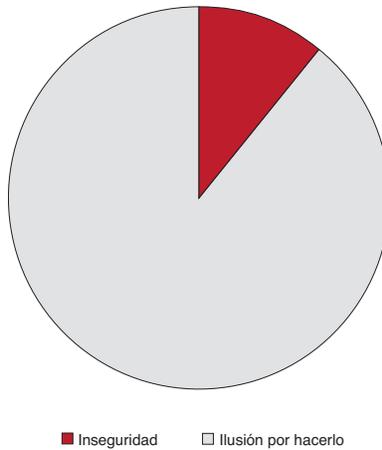
Los proyectos que, por causas diversas, abordan temáticas que suscitan debate social en el entorno cercano a la escuela en el que se desarrollaron son los que, como esperábamos, obtienen mayores puntuaciones. Es el caso de los proyectos sobre el análisis del consumo eléctrico (P6), las variaciones del nivel del río próximo a cultivos (P8) y vivienda o las ideas sociales sobre la sexualidad (P2) obtienen las mayores puntuaciones.

4.2. Dificultades y potencialidades de la integración de proyectos con enfoque CTS percibidas por los participantes

El análisis de las preguntas del cuestionario -que realizaron, de manera conjunta, los facilitadores y las facilitadoras y los y las docentes de aula para cada proyecto- permite identificar algunas dificultades comunes al desarrollo de cualquier proyecto y otras más específicas relacionadas con la inclusión del enfoque social.

Se preguntó a los y las docentes de aula cuál fue la principal emoción sentida al enfrentarse al desarrollo de proyectos de investigación CTS. El análisis muestra que a la mayoría le generó ilusión, aunque también una proporción de docentes manifestó tener cierta inseguridad, como se muestra en la **Figura 2**.

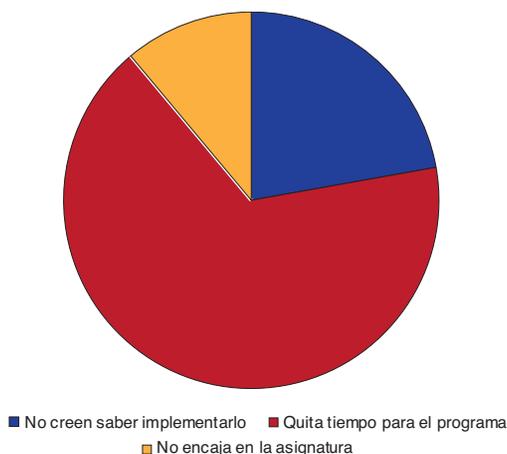
Figura 2. Emociones manifestadas por los y las docentes en el desarrollo de proyectos



214

Respecto a la inseguridad que les genera realizar proyectos en el aula de ciencias, la gran mayoría (casi un 67%), como vemos en la **Figura 3**, señalan, en primer término, que su implementación les resta tiempo suficiente para poder cubrir la programación del curso y, en segundo término, que no se sienten lo suficientemente preparados ni preparadas para llevarlos a cabo.

Figura 3. El problema según los y las docentes



En cuanto a las dificultades específicas, cabe señalar que la mayoría hacen referencia a cuestiones organizativas o metodológicas o al entorno familiar. Algunos ejemplos de problemas específicos señalados por los y las docentes fueron:

- “Cuestionamiento por parte de los padres y madres de familia al sentirse invadidos en su privacidad, ya que el sentimiento inicial fue de amenaza al entregar los recibos del consumo de energía eléctrica, el inventario de aparatos en casa, pero posteriormente fue subsanado”. En este trabajo se analizó el gasto energético, detectando algún dato anómalo, como una vivienda con un gasto que duplica a la media. Al analizar la situación se comprobó que existían familiares de esa casa en situación de extrema exclusión social, y se conectó la red eléctrica de su casa a la de la familia con mejor situación económica.
- El proyecto que se centraba en la educación afectivo-sexual pudo causar comentarios entre algunas familias, aunque finalmente se llevó a cabo sin problemas.

Las potencialidades percibidas por el profesorado facilitador y los y las docentes de aula son numerosas y variadas. Todos y todas coinciden en señalar la experiencia como innovadora, ilusionante para las comunidades educativas, y favorecedora de un aprendizaje integral mediante prácticas científicas y el desarrollo de competencias básicas: lingüística-comunicativa, social, búsqueda de información, aprender a aprender, digital, interacción con el mundo físico, artística, emprendimiento, etc. Además, hay que destacar que los nueve proyectos facilitan la inclusión y equidad social, aspecto que podemos ver reflejado en los siguientes datos:

- El 100% del alumnado participante es de estrato social bajo. Los recursos de la familia y de la escuela no fueron un impedimento para desarrollar la investigación con éxito.
- Los centros donde se llevó a cabo la experiencia pertenecen al medio rural en un 66,7%, al medio urbano en un 22,2% y al medio semiurbano en un 11,1%. Por tanto, se ha implementado en un abanico amplio de escuelas y entornos sociales.
- En relación con las edades, se puso en práctica con niños y niñas de 3º, 4º, 5º y 6º grado de educación primaria.
- El alumnado con buenos resultados académicos en su mayoría (77,8%) se implicó en el trabajo por encima de la media, convirtiéndose así en una actividad de ampliación. Pero además el 100% de los docentes indicó que, sorprendentemente, el alumnado de resultados académicos deficientes o el alumnado disruptivo acogieron activa y positivamente la propuesta.
- El presupuesto señalado por los docentes va desde ninguno, una mayoría entre cinco y diez dólares americanos, y en un caso 20 dólares. Por tanto, las dificultades económicas de las escuelas parecen no ser un problema importante para desarrollar proyectos.

Conclusiones e implicaciones educativas

El diseño y la implementación de proyectos de investigación con enfoque CTS por docentes y facilitadores de Hagamos Ciencia en aulas de centros públicos de distintas regiones de Panamá constituye un avance en la enseñanza de ciencias en este país. Facilitadores y facilitadoras, docentes de ciencias, coordinadoras técnicas de la SENACYT y expertos en didáctica de ciencias del grupo de investigación RODA de España lograron estimular el desarrollo de proyectos en el currículo de ciencias naturales. Los proyectos presentados abordan la dimensión social CTS, siendo los que abordan problemáticas específicas que afectan al entorno social en el que se sitúa la escuela los que generan mayor interés, lo que cabe esperar. Sugerimos, con el objetivo de visibilizar la dimensión social de los proyectos y la aplicabilidad de la ciencia al entorno social, involucrar al alumnado no solo en el diseño de proyectos, sino también la formulación de preguntas investigables acerca de problemáticas socialmente vivas que afecten a su entorno directo.

La legislación educativa panameña señala que la educación tiene como fin: “Fomentar el desarrollo, conocimiento, habilidades, actitudes y hábitos para la investigación y la innovación científica y tecnológica, como base para el progreso de la sociedad y el mejoramiento de la calidad de vida” (Ley 47 de 1946, Orgánica de Educación con las adiciones y modificaciones introducidas por la Ley 34 de 1995), lo que ha de impulsar el desarrollo de proyectos investigación escolar como los presentados en este artículo. El tiempo, a pesar de ser percibido por los y las docentes participantes como una dificultad para el desarrollo de estos proyectos, de acuerdo con el marco curricular, no debería ser una limitación para esto.

Muchas veces existe una resistencia a la innovación (Fernández López, 2011); es decir, que hay programas que cumplir. Esto, en el caso del diseño de estos proyectos, no ha sido un problema. Sugerimos integrar los proyectos en el currículo

de ciencias en forma de progresión de aprendizaje para ayudar a superar esta visión, así como invertir esfuerzos en este sentido. La falta de confianza manifestada para el desarrollo de los proyectos, podemos relacionarla a la falta de formación específica en la formación permanente del profesorado. Según Membiola (2002), es necesario ayudar al profesorado a conocer sus propias creencias y sus propios valores acerca del enfoque CTS. En este estudio, consideramos imprescindible la atención por parte del docente a la diversidad de personas que se encuentran escolarizadas, teniendo en cuenta la equidad educativa y la influencia cada vez mayor de la educación inclusiva. Durante el seguimiento de los proyectos, se preguntó a facilitadores y docentes de aula si consideraban que el trabajo tenía un enfoque social. El 88,9% respondió que sí lo tenía, siendo un dato que no es muy discordante con los que encontramos. Huelga decir que estos resultados nada tienen que ver con la calidad de los trabajos o el grado de autenticidad como prácticas de indagación, sino con el grado de interacción de la práctica escolar con la sociedad próxima en la que el aula está contextualizada.

Como señalaban ya en su momento Gil *et al.* (1991), los temas CTS están lejos de implicar una desviación en el conocimiento científico, implicando una profundización en él. En el caso de los proyectos analizados, los valores sociales y contextuales de la ciencia y la tecnología son de gran importancia para una educación científica para la ciudadanía (Solbes y Vilches, 2000; Manassero y Vázquez, 2000). La incorporación de proyectos CTS en el currículo de ciencias de Panamá que muestren las interacciones CTS y la dimensión social de la ciencia no solo es importante de cara a fomentar actitudes positivas hacia la ciencia y su aprendizaje, sino que también facilitará una visión más ajustada a la realidad y el trabajo científico (Acevedo y Acevedo, 2002).

217

Agradecimiento

A los y las docentes y estudiantes de las escuelas primarias participantes en los diferentes proyectos de investigación por su compromiso y determinación en las acciones realizadas. Al grupo de facilitadores y facilitadoras del programa Hagamos Ciencia de Panamá por el acompañamiento brindado a los docentes participantes de los proyectos. Al proyecto ESPIGA, referencia PGC2018-096581-B-C22, financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades – Agencia Estatal.

Bibliografía

Acevedo, J. A. y Acevedo, P. (2002). Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de Educación Secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 29(1), 1-27.

Adey, A. (1997). Dimensions of a progression in a curriculum. *The Curriculum Journal*, 8, 367-391.

Campbell, B. y Lubben, F. (2000). Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situation. *International Journal of Science Education*, 22(3), 239-252. DOI: 10.1080/095006900289859.

Chinn, C. A. y Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86, 175-121. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.10001>.

Fernández López, L. (2011). Los proyectos de investigación del alumnado y las competencias básicas y científicas. En L. F. López (Coord.), *Cuaderno de Indagación en el Aula y Competencia Científica*. Colección: Aulas de Verano. Serie: Ciencias. Ministerio de Educación. Secretaría General Técnica. Recuperado de: https://sede.educacion.gob.es/publiventa/PdfServlet?pdf=VP15094_19.pdf&area=E.

García Barros, S. (2015). La progresión de las enseñanzas. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 79, 5-9.

García Carmona, A. (2008). Relaciones CTS en la Educación Científica Básica II. Investigando los problemas del mundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 389-402.

Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: ICE/Horsori.

218

Asamblea Nacional de Panamá (1946). Ley 47 de 1946. Ley Orgánica de Educación por el cual se establece la educación del país. República de Panamá. *Gaceta Oficial*, 10113. Recuperado de: <https://docs.panama.justia.com/federales/leyes/47-de-1946-oct-2-1946.pdf>.

Asamblea Nacional de Panamá (1995). Ley 43 de 1995. Ley por la cual se adiciona y se modifica la Ley Orgánica de Educación. República de Panamá. *Gaceta Oficial*, 22823. Recuperado de: <https://docs.panama.justia.com/federales/leyes/34-de-1995-jul-11-1995.pdf>.

Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 37, 187-208.

Membiola, P. (2002): Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. *Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.

Osorio, C. (2002). La educación científica y tecnológica desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 61-81.

Presidencia de la República de Panamá (2007). Decreto N° 5 de 2007. Decreto que crea el proyecto Hagamos Ciencia, como parte del proceso de enseñanza. *Gaceta Oficial*, 25726. Recuperado de: https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/25726/GacetaNo_25726_20070206.pdf.

Puig, B., Crujeiras, B., Mosquera-Bargiela, I. y Blanco-Anaya, P. (2021). Integration of Critical Thinking and Scientific Practices to Design-Based Pedagogy. En I. Delen (Ed.), *Design Based Pedagogy Book. Design Based Pedagogical Content Knowledge Across Teacher Education Programs* (89-129). Recuperado de: <http://p2dproject.eu/index.php/outputs/>.

Puig, B. y Uskola, A. (2021). Debatir para aprender a pensar críticamente sobre ciencias. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 106, 79-80.

Sanmartí, N. (2016). Trabajo por proyectos: ¿Filosofía o metodología? *Cuadernos de Pedagogía*, 472, 1-6.

Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y Ministerio de Educación de Panamá (2016). Convenio de Cooperación N° 3-2016, por el cual se promueve la mejora de la enseñanza de ciencias naturales en las escuelas de primaria y premedia.

Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y Ministerio de Educación de Panamá (2021). Convenio de Cooperación N° 5-2021, por el cual se acuerda desarrollar y validar una colección de guías didácticas para la enseñanza de ciencias naturales de primero a sexto grado.

Solbes, J. y Vilches, S, A. (2000). Finalidades de la educación científica y relaciones CTS. En I. P. Martins (Coord.), *O Movimento CTS na Península Ibérica. Seminário Ibérico sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino-aprendizagem das ciências experimentais*, 207-217. Aveiro: Universidade de Aveiro.

219

UNESCO (2008). Los Aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe: primer reporte de los resultados del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE). Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación.

Cómo citar este artículo

Puig, B., Fernández López, L., Heller, M., Campos Romero, L. y del Rosario, K. (2022). El papel de los proyectos de investigación con enfoque CTS en el diseño de un nuevo modelo de currículo de ciencias en Panamá. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 17(51), 203-219. Recuperado de: [inserte URL]