

Divulgación científica en Educación Primaria: aplicación e innovación más allá del aula

Jesús Guillermo Flores Mejía 

Universidad Autónoma de Guerrero. México. guillermoflores@uagro.mx

Belén Velázquez Gatica 

Universidad Autónoma de Guerrero. México. belenvelazquez.gatica@gmail.com

María Guadalupe Bernal Vargas 

Centro para el Desarrollo de Habilidades Educativas y Psicológicas. México.

13427335@uagro.mx

[Recibido: 2 mayo 2024, Revisado: 26 julio 2024, Aceptado: 23 octubre 2024]

Resumen: La construcción de una ciudadanía que tome decisiones de forma crítica y basadas en el pensamiento científico es uno de los mayores retos de nuestros tiempos. La divulgación de la ciencia se posiciona como un valioso recurso para alcanzar este propósito, al comunicar el conocimiento científico de una forma asequible a un público no especializado. Sin embargo, las actividades de divulgación son escasas, especialmente en niños y niñas, haciendo complicado el fomento a las vocaciones científicas. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación se enfocó en presentar el programa Sembrando por la Investigación, el cual tiene como propósito promover el interés por la divulgación de la ciencia entre niñas y niños de educación básica, a través de la línea de investigación estrategias y tecnologías para el aprendizaje, así como describir los resultados preliminares de la primera generación de niñas divulgadoras. El enfoque de investigación fue cualitativo, a través de la fenomenología, y se llevaron a cabo grupos de discusión con las niñas divulgadoras, sus madres y tres colaboradores del programa. Entre los resultados principales tenemos que durante su participación en el programa, las niñas desarrollaron habilidades que no se reconocen como comunes entre los niños y las niñas de su edad, por lo que fueron figuras a seguir entre sus pares y personas de admiración entre estudiantes de niveles más avanzados y adultos. Se concluye que un programa de divulgación científica en educación básica es un recurso relevante complementario a la educación formal, para fomentar vocaciones científicas tempranas, así como para aumentar las posibilidades de movilidad social de los participantes, sobre todo en niñas y niños provenientes de lugares con alto grado de marginación.

Palabras clave: Divulgación de la ciencia; Educación básica; Infantes; Vocación científica temprana; Niñas divulgadoras.

Scientific dissemination in Primary Education: application and innovation beyond the classroom

Abstract: The construction of a citizenry that makes decisions critically and based on scientific thought is one of the greatest challenges of our times. The dissemination of science is positioned as a valuable resource to achieve this purpose, communicating scientific knowledge in an affordable way to a non-specialist audience. However, outreach activities are scarce, especially for boys and girls, making it difficult to promote scientific vocations. Therefore, the objective of this research was to present the program Sowing for Research, which aims to promote interest in the dissemination of science among girls and boys in basic education, through the line of research strategies and technologies for learning, as well as describing the preliminary results of the first generation of girls divulgators. The research approach was qualitative, through phenomenology, and discussion groups were held with the girls, their mothers and three collaborators of the program. Among the main results we have that the girl communicators during their participation in the program developed skills that are not recognized as common among boys and girls of their age, so they were figures to follow among their peers and figures of admiration among more advanced students and adults. It is concluded that a scientific dissemination program in basic education is a relevant resource complementary to formal education, to promote early scientific vocations, as well as to increase the possibilities of social mobility of participants, especially in children from places of high marginalization.

Keywords: Science dissemination; Basic education; Infants; Early scientific vocation; Girl communicators.

Para citar este artículo: Flores Mejía, J. G., Velázquez Gatica, B. y Bernal Vargas, M. G. (2024). Divulgación científica en Educación Primaria: aplicación e innovación más allá del aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 21(3), 3207. doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i3.3207

Introducción

Vivimos en una sociedad en donde se utilizan y se requieren cada vez más instrumentos científicos y tecnológicos, exigiendo conocimientos sobre ciencia y tecnología (Glock et al., 2023). Por ello, la complejidad del conocimiento actual ha formulado nuevos desafíos para la educación, los cuales implican brindar a la sociedad seres humanos capaces de contribuir al cambio, al desarrollo y prepararlos para satisfacer las demandas que el progreso social, científico y tecnológico exige; razón por la cual, se han generado reflexiones en torno a la transformación de las prácticas educativas que promuevan la construcción de sistemas educativos de calidad (Ertmer, 2003). Por lo tanto, se necesita garantizar el acceso a una formación integral y eficaz desde los comienzos de la educación; en este sentido la formación temprana del pensamiento científico y tecnológico puede reforzar el pensamiento crítico como una herramienta para la toma de decisiones informada y la solución de problemas de los futuros ciudadanos (Cuevas et al., 2016).

De esta manera resulta necesaria una sólida formación científica y tecnológica desde la educación inicial, que despierte en los niños el interés por la ciencia y la tecnología, los encamine por el maravilloso mundo de la investigación y los convierta en protagonistas de los cambios que la sociedad necesita (Ortiz y Cervantes, 2015).

Consideramos ahora importante definir nuestras variables principales empezando por determinar el concepto de ciencia. Cantú (2010) menciona que es un sistema de nociones y acontecimientos racionales, sistemáticos y verificables acerca de los fenómenos y expresiones que se suscitan en la naturaleza, de manera extrínseca o intrínseca, o bien, que emanan de la actividad, experiencia y discernimiento de los individuos ante la naturaleza, y que nos faculta a predecir y transmutar la realidad en favor de la sociedad. La ciencia es una representación de la actividad y el desarrollo humano, cuyo contenido y derivación es la confluencia de eventos encaminados en un determinado sentido, de supuestos y constructos que instituyen su soporte, así como de procedimientos y métodos de investigación universalmente aceptables.

El conocimiento científico se construye y se transforma principalmente a través del proceso de investigación. Corona (2016) define la investigación como un proceso metodológico bajo enfoques, dependiendo de sus objetivos, intereses, alcance, etc., en donde se indaga e investiga para la resolución de problemas en nuestra sociedad, desde el punto de vista científico, tecnológico, social, educativo y humanístico, ya que gracias a ella se puede tener una visión multidisciplinaria de problemas de cualquier índole. Así también Ríos (2013) expresó que la investigación científica busca interpretar fenómenos, verificar, corregir y formular teorías con el objetivo de producir conocimiento.

Siendo así que la investigación científica resulta importante ya que permite explorar y manejar información de acuerdo con el interés de cada investigador, ampliando los conocimientos y el pensamiento crítico. Sin embargo, solo algunos individuos en las sociedades realizan actividades de investigación científica y la mayoría de las veces dan a conocer sus resultados solo entre los miembros de la comunidad científica, mientras que el conocimiento reciente queda fuera del alcance de las personas en general. Uno de los procesos que apoya a la comunidad en este sentido es la divulgación científica.

Al respecto, Sánchez y Roque (2011) determinan que la divulgación científica es toda actividad de explicación y difusión de los conocimientos, la cultura y el pensamiento científico y técnico, interpretando y haciendo accesible el conocimiento científico al público general.

Es así que la divulgación científica resulta relevante puesto que pone su interés no solo en los descubrimientos científicos del momento sino que también informa al público sobre los avances en materia de ciencia y tecnología, mediante explicaciones adecuadas al nivel cognitivo, intereses, necesidades y origen del público receptor (Olmedo, 2011). Por ello, uno de los mayores retos para la divulgación científica es comunicar los conocimientos científicos y los procesos de investigación científica a los niños y las niñas, de tal manera que ellos puedan comprenderlo fácilmente, puesto que el lenguaje propio de cada disciplina muchas veces es especializado y complejo de entender. En efecto, para algunos investigadores resulta una dificultad añadida divulgar ciencia a niveles de primaria por la complejidad de adaptar el contenido, aunque ello, no debería suponer un obstáculo (Fuente-Ballesteros et al., 2023).

Aunado a la problemática anterior sobre acercar a los infantes a la ciencia y fomentar vocaciones científicas tempranas, Trujillo (2001) considera que, cuando un niño ingresa a la escuela, se comprueba progresivamente la desaparición de una actitud que consiste en querer conocer las cosas por sí mismo y, por el contrario, se estimula una actitud que invita a memorizar lo que dicen los libros o los profesores. Esto ocasiona que la capacidad espontánea y natural de investigación del niño se vea frustrada, lo que podría traducirse en una falta de confianza en sí mismo, llevando rápidamente a la pasividad y limitando a los alumnos a recibir información únicamente de los profesores (Ortiz y Cervantes, 2015).

Llegados a este punto con lo antes dicho, se considera importante fomentar la investigación y la divulgación científica en los estudiantes de nivel básico, debido a que los niños son extremadamente curiosos acerca del funcionamiento de las cosas y del mundo que les rodea (Muñoz-López et al., 2020), por lo que posiblemente resultaría favorable aprovechar la curiosidad y el entusiasmo que ellos presentan en esta etapa, aunado a que se despierta el interés temprano y se fundan las capacidades y actitudes que los niños requieren para elegir y ejercer actividades acordes a la lógica de la ciencia o dentro de la investigación científica. Además, dichas actividades mejoran el rendimiento de los alumnos en áreas vitales como la lectura, la redacción, el análisis de temas, la expresión oral, la elaboración de síntesis, resúmenes y conclusiones (Martín-Peña et al., 2020).

Como antecedentes de la literatura sobre el fomento del conocimiento científico, la investigación y la divulgación de la ciencia en los niños se tiene la investigación de Martínez-Artero y de Pro (2010), quienes aplicaron un cuestionario en una muestra de 137 estudiantes de primaria de entre 11 y 12 años, en el cual les preguntaron, si conocían revistas de ciencia, cuáles conocían, cuánto las leían y cómo las conseguían. Un tercio de los encuestados afirmaron conocer revistas de contenido científico. Sin embargo, más del 80% no respondieron al preguntarles qué revistas.

Otro trabajo es el de Cuevas et al. (2016) en donde la muestra fue de 1559 estudiantes de primaria de quinto y sexto grado de 35 escuelas primarias: 17 públicas y 18 particulares. Los resultados muestran que casi la totalidad de los estudiantes encuestados (98.8%) mencionó haber realizado investigaciones como parte de actividades y tareas escolares, de ellos, al 93.1% le gustó y 82.3% mencionó que les fue fácil llevarla a cabo.

Siguiendo con otra línea de investigaciones en donde se aplicaron intervenciones para incidir en las competencias científicas, de investigación y divulgación se encuentra el trabajo de Suárez et al. (2016). Los autores realizaron un trabajo con 18 niñas y 17 niños

que oscilaban entre los 8 y 10 años. Dicho trabajo constó de cinco etapas, en donde se aplicaron cuestionarios y actividades dinamizadoras, una fase implicó que durante cuatro semanas los niños llevaron a cabo las actividades diseñadas por ellos, las cuales fueron variadas y diversificaron las fuentes de información empleando internet, encyclopedias, consulta de libros sobre las temáticas seleccionadas, entrevistas a especialistas en la materia (enfermeras, doctores, mecánicos, paramédicos), así como algunas actividades experimentales y para finalizar se realizó una presentación observándose claramente una de las bondades de la divulgación y del trabajo por proyectos, los niños mostraban agrado hacia las ciencias naturales y las temáticas a explicar (énfasis en física) manifestando su entusiasmo y preparación. Obteniendo como resultados que los participantes pudieron adquirir conocimientos sobre la física y el desarrollo de la investigación, en donde inicialmente consideraban a la investigación como buscar información en periódicos, libros e internet. Posteriormente declararon reconocer que hacer investigación era mucho más complejo, pues deberían de identificar un problema e iniciar planteando preguntas acerca de lo que se deseaba investigar.

Otro estudio en donde también se incorporaron estrategias didácticas desde el aula fue el realizado por Arrieta-García y López-Marín (2021) quienes aplicaron distintas unidades didácticas en niños de sexto grado de primaria sobre la clasificación de los seres vivos con el objetivo de mejorar sus competencias en la explicación de fenómenos, indagación y el uso comprensivo del conocimiento científico, a partir de un diseño experimental. Para ello realizaron actividades como carteleras, mapas conceptuales, líneas de tiempo, cuadros comparativos, entre otros. Como resultados principales se obtuvo una actitud favorable hacia la ejecución de estas actividades. Asimismo, el grupo experimental obtuvo mejores resultados en las tres competencias, sobre todo en la habilidad de indagación, pasando de un desempeño bajo a un desempeño alto.

En otra línea de trabajos en donde las actividades implicaron salirse de la lógica de las aulas tenemos el estudio realizado por Glock et al. (2023) quienes capacitaron a estudiantes becarios de pregrado para diseñar e impartir talleres de divulgación científica en estudiantes de primaria, secundaria y bachillerato. En este sentido, se tuvo una doble mediación de los contenidos científicos. Los talleres incluían lecturas sobre elementos químicos, lecturas que proporcionaban una visión amplia de los hechos que involucraron la construcción de la tabla periódica (aspectos sociales, políticos, filosóficos, históricos y económicos) y casos impactantes sobre los elementos químicos. Otras estrategias didácticas fueron actividades experimentales, debates, discusiones grupales, prueba, exhibición de videos, recetas, entre otras. Como resultados se obtuvo que los talleres permitieron al estudiante acercarse y comprender hechos cotidianos, además del aprendizaje de conceptos científicos y el acercamiento a la historia de la ciencia. Es decir, se apoyó en la formación crítica y la superación del sentido común por parte de los estudiantes, además de fomentar el interés por las carreras científicas y el compromiso científico.

Asimismo, tenemos el trabajo de Fuente-Ballesteros et al. (2023) en donde se trabajaron dos talleres con la participación de 22 niños de quinto grado de primaria y 26 de sexto grado. Los talleres tuvieron una duración de dos horas cada uno y consistieron en 1) introducir a los estudiantes en el mundo apícola mostrando los productos de una colmena y sus propiedades e importancia en la sociedad y 2) desarrollar experimentos divulgativos donde se pudiera visualizar la utilidad y la presencia de la química en el día a día. Como resultados, se obtuvo un grado de satisfacción muy positivo entre los alumnos. La calificación de las sesiones fue de 8.8/10 y de 9.5/10 para los alumnos de 5° y 6°,

respectivamente. Además, se provocó un elevado aumento de la curiosidad científica en ambos niveles.

No obstante de las investigaciones previamente presentadas, las actividades e intervenciones educativas destinadas al fomento de la ciencia, la investigación y la divulgación científica en niños de educación primaria son escasas, aun cuando son componentes necesarios y relevantes para la formación de los individuos en la sociedad del conocimiento y sobre todo en edades tempranas. Dentro de las intervenciones, pocas se han realizado más allá de la lógica de las aulas, asimismo, fueron mayormente de corta duración, no sistémicas y el involucramiento con las tecnologías fue escaso. Afortunadamente, cuando estas actividades se han realizado han tenido buena aceptación en los niños, además de resultados positivos en diferentes habilidades, conocimientos y actitudes.

Teniendo en cuenta que la ciencia, la investigación, la tecnología y la divulgación científica en la actualidad son fundamentales para un óptimo desarrollo social, por consiguiente, esta investigación tuvo como objetivo presentar el programa Sembrando por la Investigación, el cual tiene como propósito promover el interés por la divulgación de la ciencia entre niñas y niños de educación básica, a través de la línea de investigación estrategias y tecnologías para el aprendizaje. Asimismo, el segundo objetivo fue presentar los resultados cualitativos preliminares de la primera intervención del programa que se desarrolló durante el período septiembre 2022-junio 2023, es decir, tuvo una duración de nueve meses.

Por lo anterior, la pregunta de investigación central fue ¿Cuáles son los efectos (resultados) de una intervención en divulgación científica en niñas y niños de educación básica?

Lo anterior, resulta importante debido a que existen pocos estudios enfocados en indagar los beneficios del fomento a la divulgación de la ciencia en edades tempranas y sobre todo en temas relacionados con el uso de las tecnologías, siendo que la divulgación científica permite a los ciudadanos formar parte de este proceso, ya no solo desde un papel pasivo, sino también activamente gracias a las nuevas tecnologías (Arceredillo & Hidalgo, 2023). Igualmente, su relevancia radica en que se interviene en la niñez, cuando se vivencia una etapa ideal para inculcar valores, y es también la edad cuando el modelaje, por parte de los padres y docentes, es más efectivo (Trujillo, 2001); lo cual podría impactar en el desarrollo académico del infante positivamente.

Programa «Sembrando por la investigación»

Fundamentos

El Programa Sembrando por la Investigación tiene como objetivo promover el interés por la divulgación de la ciencia entre los niños y las niñas de educación básica a través de la línea de investigación Estrategias y Tecnologías para el aprendizaje y con ello desarrollar la curiosidad, la creatividad y la solución de problemas (Centro DHEP, 2022).

Dicho programa se fundamenta en el Artículo 3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual en su fracción V reconoce el derecho de todas y todos a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica, y le impone al Estado la obligación de apoyar la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, así como de garantizar el acceso abierto a la información que derive de ella, mediante la provisión de recursos y estímulos suficientes.

No obstante, existe una problemática en cuanto al apoyo, generación y aplicación de programas de ciencia e innovación en niñas y niños de educación básica, debido a que

existe una centralización de los programas de ciencia y tecnología en el contexto universitario. Aunado a que los pocos programas existentes observan a las niñas y a los niños como figuras pasivas que pueden recibir únicamente capacitación, manuales, orientación y asesoría por expertas y expertos de diferentes áreas, mientras que no se les incentiva a desarrollar habilidades prácticas. Su participación en este tipo de programas es más tangencial.

Otros retos que llevaron a la justificación para el desarrollo de este programa son la existencia de 1) problemas en la formación temprana de vocaciones científicas sobre todo en ciertos sectores minoritarios (mujeres, grupos indígenas); 2) la ruptura entre el grupos de científicos y el resto de la población; 3) la ciencia y sus beneficios no llegan a la mayoría de la población. La ciencia se hace mayormente desde y para las élites científicas; 4) existen pocos científicos que a su vez sean divulgadores científicos; 5) las decisiones que toman las personas en su vida cotidiana parten de diferentes discursos, pocas veces desde el científico.

Finalmente, se reconocen entre los beneficios de la participación en actividades de la ciencia, la investigación y la divulgación, el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución efectiva de problemas, el pensamiento sistemático, la curiosidad, la capacidad de indagación, la creatividad, la innovación y la transformación de individuos, grupos y comunidades.

Descripción del contexto

Como se ha mencionado previamente, algunos de los retos que se enfrentan en la generación, aplicación y el apoyo hacia los programas de ciencia, innovación y tecnología, es la falta de inclusión de niñas y niños de educación básica, que a su vez provengan de sectores minoritarios, tales como pertenecer a localidades rurales o zonas con pobreza urbana, y que a la par conjuguen actividades con mayor participación e incidencia en el desarrollo de vocaciones científicas para permitirles mayores posibilidades de movilidad social en un futuro. Asimismo, implementar actividades que permitan ir más allá de la generación de mecanismos reproductores de las desigualdades educativas que no suelen incluir recursos pedagógicos para subsanar o amortiguar las desventajas de origen social que heredan muchos de los estudiantes de zonas caracterizadas por indicadores de desarrollo social medio-bajo (Rodríguez, 2017).

Por ello, el programa Sembrando por la investigación se dirigió a niñas y niños de quinto y sexto grado de la Escuela Primaria Florencio Villareal, ubicada en el Municipio del mismo nombre en la región de la Costa Chica de Guerrero. El municipio Florencio Villareal ubicado en el Estado de Guerrero, México, cuenta con un grado de marginación Alto según datos del Consejo Nacional de Población (2021) con base en el Censo de Población y Vivienda 2020. La Escuela Primaria Florencio Villareal cuenta con un total de 294 estudiantes distribuidos en los diferentes grupos escolares y 19 profesores, algunos frente a grupo y otros de apoyo. Al momento del inicio del programa y hasta el término, la escuela no contaba con un centro de cómputo. Por ello, el apoyo de las madres de familia de las niñas participantes fue indispensable para que ellas pudieran trabajar en casa sus presentaciones y la preparación de sus charlas. De las cuatro niñas que participaron en el programa, dos contaban con laptops. Una laptop era propiedad de una madre de familia, mientras que el otro dispositivo fue prestado del trabajo de otra madre de familia. Las niñas que no contaban con equipos de cómputo se reunían en la casa de las niñas que tenían estos dispositivos para trabajar.

Asimismo, dos niñas tenían teléfonos inteligentes, ambas para tener comunicación con sus familiares, dado que una niña tenía problemas de salud y la otra vivía solo con su madre

puesto que sus padres eran divorciados. Los teléfonos se utilizaban en ocasiones para grabar el desempeño en la exposición de las niñas y darles retroalimentación, así como para que se evaluaran a sí mismas. Por otro lado, la primaria prestó dos proyectores y extensiones para las presentaciones, mientras que la institución que dirigió el programa prestó las laptops para exponer las charlas.

Cabe destacar que en términos del estatus social de las niñas, la escolaridad de las madres y la profesión de dos de ellas fue relevante para los desempeños de las niñas, puesto que tres de ellas tenían estudios superiores terminados y eran profesionistas: dos de ellas eran profesoras de educación básica, y una era médico; mientras que solo una madre se dedicaba al comercio. Por último, se menciona que los padres de familia no se involucraron voluntariamente en las actividades del programa, pese a que se les invitaba a participar en distintas actividades donde los padres y las madres eran protagonistas, tales como la creación de videos para la difusión del programa.

Procedimiento y aplicación del programa

En la primera edición del programa se becó a cuatro niñas de la Escuela Primaria Florencio Villareal, quienes se eligieron sin filtros y solo por su interés por pertenecer al programa. En un inicio la convocatoria marcó que se elegirían a dos becarios, sin embargo, solo se recibieron solicitudes de cuatro niñas, por lo que se omitió el proceso de selección, al no tener suficiente demanda y se decidió que las cuatro solicitantes formaran parte del programa. En esa convocatoria no se recibieron solicitudes de niños. Por lo explicado previamente, las participantes del programa y de la investigación fueron seleccionadas por conveniencia y específicamente se trata de una muestra de voluntarias.

El procedimiento de aplicación del programa fue el siguiente:

1. Publicación de la convocatoria
2. Proceso de selección
3. Publicación de resultados
4. Firma de convenio
5. Capacitación
6. Implementación del programa
7. Evaluación de resultados del programa
8. Cierre del programa 2022

El mecanismo que se siguió para realizar las actividades de divulgación fue a través de la socialización del conocimiento científico sobre el tema estrategias y tecnologías para el aprendizaje para promover su uso responsable en el proceso de aprendizaje, a través de conferencias (pláticas), en salones de clases y auditorios.

En total se realizaron 24 conferencias, impartidas en binas por las divulgadoras. De las 24 conferencias, 14 se llevaron a cabo en escuelas primarias, cuatro en escuelas secundarias, cuatro en el nivel medio superior y dos en el nivel de licenciatura.

Los temas específicos sobre los que se capacitaron y sobre los que divulgaron las niñas pertenecientes al programa fueron: 1) La importancia de incorporar las tecnologías al aula, 2) Entornos personales de aprendizaje y 3) Comunidades virtuales.

Las charlas tuvieron una duración de 45 minutos y se estructuraron en 10 minutos de exposición por cada tema y cinco minutos de interacción entre cada tema con los estudiantes receptores, que incluyeron preguntas y actividades para la apropiación de los

contenidos. Al final de cada conferencia, se promovió la participación del docente a cargo de los grupos escolares para expresar su opinión en relación con los temas o la actividad.

Capacitación de las divulgadoras

Como se mencionó previamente, la primera generación de divulgadoras del programa Sembrando por la Investigación estuvo integrada por cuatro niñas de la Escuela Primaria Florencio Villareal. Es importante señalar que, tres de las niñas se encontraban cursando el sexto grado y una era de quinto grado, todas inscritas en el turno matutino.

Partiendo de lo anterior, el proceso de capacitación se realizó en cuatro etapas. La primera consistió en la presentación con el facilitador. La segunda en la revisión de contenidos y uso de estrategias de aprendizaje. En la tercera se realizó la exposición en ambientes reales, y la cuarta etapa fue de evaluación.

La primera etapa, fue la más corta de todas, se realizó en una sesión de dos horas. En esta sesión se le pidió a cada una de las niñas que hicieran una presentación sobre sí mismas, hablaron sobre las expectativas que tenían al ser parte de la primera generación de divulgadoras, lo que esperaban del programa y sobre su disposición para aprender. Posteriormente, el facilitador les habló sobre su experiencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Asimismo, se establecieron los tiempos, días y horarios para las sesiones de capacitación.

En la segunda etapa, se estableció que los contenidos de trabajo se regirían por la línea de investigación “Estrategias y Tecnologías para el Aprendizaje”, para lo anterior se desarrolló el Eje 1 integrado por tres temas: 1) La importancia de incorporar las tecnologías al aula, 2) Entornos Personales de Aprendizaje y 3) Comunidades Virtuales de Aprendizaje. Para que las divulgadoras se familiarizaran con los contenidos del eje, el facilitador utilizó tres estrategias de aprendizaje, las cuales se repitieron en cada uno de los temas.

La primera estrategia, estuvo centrada en la indagación de los conocimientos previos a través de las preguntas exploratorias. Para lo anterior, el facilitador aleatoriamente hizo preguntas sobre el tema y dependiendo de las respuestas se iba desarrollando la sesión.

La segunda estrategia, se basó en la comprensión de ideas mediante la organización de la información, para esto se utilizaron lecturas, videos y también el programa PowerPoint en el que las divulgadoras plasmaban sus ideas, mediante esquemas gráficos de tal forma que fueran entendibles y facilitaran la explicación.

La tercera estrategia fue la simulación, se buscó un espacio áulico, se utilizó una laptop y el proyector, y se trabajó mediante binas, las cuales se integraron de forma estratégica: una niña con mayores habilidades y dominio del tema que ayudara a reforzar el tema con su homóloga. En esta parte, las madres de familia jugaron un papel importante, porque en el ambiente simulado fungían como audiencia. Su participación consistió en realizar preguntas sobre los temas presentados, aportar ideas y hacer observaciones. Es importante señalar que en algunas ocasiones no se podía trabajar de forma presencial con el capacitador, entonces se realizaron sesiones virtuales con ayuda de plataformas como *Google Meet*, pizarras electrónicas y el uso de *WhatsApp*. Este último fue fundamental para compartir archivos multimedia como lecturas, imágenes, videos y las presentaciones de *PowerPoint*. Por otra parte, cada tema se ensayaba de dos a tres veces por sesión, también se tomaba el tiempo y se agregaba información solo si era necesario.

La tercera etapa de la capacitación fue la exposición en ambientes reales, este proceso fue el más importante, porque consistía en demostrar el dominio de los temas en escenarios educativos de nivel básico hasta el superior. El primer espacio real en el que se llevó a

cabo la exposición fue en su propia escuela, en las aulas de los grupos escolares, posteriormente con las gestiones del director general del programa sembrando por la investigación, se llegó a escenarios con audiencias de hasta 180 personas.

Finalmente, la cuarta etapa de la capacitación con las divulgadoras consistió en evaluar el desempeño que tuvieron durante las exposiciones en los espacios educativos. El proceso se evaluó de forma cualitativa mediante la observación directa, las divulgadoras en este punto eran capaces de saber cuáles eran sus aspectos por mejorar y se platicaban en plenaria con las madres de familia. Para realizar la evaluación, primero pasaba una bina a la cual se le hacían los comentarios, los cuales siempre fueron basados en el respeto y críticas constructivas que sirvieran para mejorar. Posteriormente, pasaba la otra bina para repetir el proceso.

Esta evaluación siempre se realizó al finalizar cada exposición. Es importante mencionar, que el error más común en las presentaciones se debía a los nervios, las divulgadoras en ocasiones olvidaban algún término o información relacionada con el tema. Afortunadamente, como la charla se presentaba en binas, cuando una divulgadora se detenía, en automático la otra comenzaba su aportación sin detener la exposición.

Método

Para responder a la pregunta de investigación *¿Cuáles son los efectos de una intervención en divulgación científica en niñas y niños de educación básica?*, se utilizó un enfoque de investigación cualitativo, debido a que se trata de un proceso en donde la subjetividad de los participantes es importante para explicar sus experiencias, conceptos, percepciones, actitudes y puntos de vista en torno a un fenómeno. Es decir, el interés del estudio se enfocó en conocer y analizar los aspectos subjetivos de la acción humana, además de comprender la conducta humana desde el propio marco de referencia de quien actúa (Sandín, 2003). El estudio tuvo un carácter exploratorio que permitiría conocer los aspectos a mejorar del programa, así como identificar algunas variables de interés para su futura evaluación de una forma menos superficial.

Estrategia metodológica e instrumento

Con base en el enfoque y el diseño de investigación previamente explicados, se utilizó el grupo de discusión como estrategia de investigación. El objetivo de un grupo de discusión es que los integrantes produzcan un discurso en una instancia de experimentación y de manejo de las conductas humanas, puesto que se trata de una construcción ficticia para que se genere la reflexión sobre algún tema (Margel, 2013).

La ventaja de los grupos de discusión, a diferencia de otras técnicas más individualizadas consiste en que en la interacción entre los miembros, se incentivan y producen recuerdos, emociones y significados al escuchar a los otros, algo que quizás no se generaría en una situación individual. De esta forma, el discurso que se produce en esta interacción en su forma fundamental como opinión pública permite que el grupo de discusión que es un microconjunto represente el macroconjunto (Margel, 2013).

Además, consideramos que los grupos de discusión proporcionarían una visión colectiva y general de los principales aspectos de interés a indagar. Para ello, se utilizaron dos cuestionarios semiestructurados. En el primero, los cuestionamientos se dirigieron hacia las niñas y las preguntas prediseñadas fueron: 1) *¿cuáles son las ventajas del programa sembrando por la investigación?*, 2) *¿qué fue lo que más les gustó del programa?*, *¿cuál creen que es su principal fortaleza?*, 3) *¿qué aspectos se podrían mejorar del programa sembrando por la investigación?*, *¿qué les hubiera gustado que pasara y que no pasó en esta primera etapa del programa?*, 4) *¿qué habilidades y qué conocimientos adquirieron en este*

año en el programa sembrando por la investigación que tenga que ver directamente con el programa?

Mientras que en el cuestionario realizado a las madres de familia y otros actores principales del programa las preguntas prediseñadas fueron: 1) ¿cuáles consideran que son las ventajas del programa sembrando por la investigación?, 2) ¿cuáles consideran que son las desventajas o en qué se podría mejorar el programa sembrando por la investigación?, 3) ¿cuál consideran que fue el principal factor para que el programa funcionara?, 4) ¿qué habilidades, qué conocimientos, qué actitudes desarrollaron las niñas, no solamente en la escuela, sino a nivel personal que ustedes perciben y que se lo atribuyen al programa sembrando por la investigación?

Participantes

Como se mencionó previamente, se realizaron dos grupos de discusión con la participación de diferentes actores involucrados en el Programa Sembrando por la Investigación. El primero estuvo conformado por las cuatro niñas divulgadoras y el segundo estuvo integrado por el director de la escuela, dos miembros operativos del programa sembrando (la directora de vinculación y la directora de relaciones públicas) y las cuatro madres de las niñas divulgadoras, quienes se seleccionaron intencionalmente por su importancia y por los roles que desempeñaron en el programa, asimismo en el caso de los padres, aunque se les invitó a participar, no asistieron el día de las actividades de cierre de ciclo del programa, en cambio las madres sí asistieron, por lo que también se puede considerar una muestra de voluntarios.

La conformación de los grupos se realizó considerando que la selección de integrantes se hace de acuerdo con la representación del conjunto de relaciones que se investigan y en este sentido, la determinación de la clase de miembros no se basa en una lógica de representatividad numérica, sino de un criterio de equilibrio cualitativo y la heterogeneidad inclusiva (Margel, 2013).

Procedimiento de recolección de datos

El procedimiento de recolección de datos se realizó de forma presencial en el cierre de la primera etapa del programa Sembrando por la Investigación septiembre 2022-junio 2023. Previamente, se hizo la invitación a las madres y padres, las niñas y los actores involucrados en el programa a participar en el grupo de discusión. Se les explicaron los objetivos del grupo y cómo sería la dinámica de la actividad, dado que en el caso de las madres, las niñas y el director no estaban familiarizados con esta estrategia.

Los grupos de discusión fueron dirigidos por una de las investigadoras y giraron en torno a los guiones de entrevista, previamente explicados, mismos que tuvieron un carácter semiestructurado. Primero, se realizó el grupo de discusión de las niñas y después el grupo de discusión de las madres y otros actores involucrados en el programa. Ambos grupos de discusión se realizaron el mismo día.

En cuanto a la duración de los grupos de discusión, el primero tuvo una duración de 10 minutos, dado que las niñas fueron más breves a la hora de responder las preguntas, mientras que el segundo duró 40 minutos, puesto que las respuestas en este grupo fueron de mayor duración y más detalladas, además de que una vez que se concluía la ronda de una pregunta, las madres generalmente volvían a solicitar la palabra para otorgar más detalles que recordaban en ese momento. Por último, se destaca que esta investigación se realizó según lo dispuesto por los Principios Éticos de la American Psychological Association (APA) relacionados con los procesos de publicación e investigación con participantes humanos (American Psychological Association, 2010). Y en el caso de las

divulgadoras, al ser menores de edad se solicitó autorización verbal con sus madres para su participación en el grupo de discusión.

Procedimiento de análisis de datos

Las dos sesiones de trabajo con los grupos de discusión se audioregistraron, previo consentimiento de los participantes, y se transcribieron para su análisis e interpretación con apoyo de la herramienta Transcribir de Word. Las transcripciones se realizaron siguiendo el nivel de transcripción literal en donde interesa más el contenido factual de lo que se dice que los detalles de la expresión y el uso del lenguaje (Gibbs, 2014). El análisis y la interpretación de las narraciones de los grupos de discusión se realizó con el apoyo del programa ATLAS.ti.

La codificación de los datos se realizó a partir de una postura constructivista, en donde se obtuvo un listado con dimensiones predefinidas a partir de las preguntas: ¿Quiénes? (por ejemplo, madres, padres, profesores, niñas, otros niños, capacitador, universitarios, director); ¿qué? (habilidades, actitudes, procesos, conocimientos); ¿por qué? (cualidades del programa, cualidades de los actores), ¿para qué? y algunos códigos preestablecidos que se plantearon a partir de la literatura consultada. Asimismo, se obtuvieron nuevos códigos y se eliminaron códigos que no tuvieron soporte, dando finalmente una total de 284 códigos generados. Se destaca que el análisis de las narrativas generadas de ambos grupos de discusión se realizó de forma concurrente para realizar una triangulación a nivel de informantes, a partir de sus respuestas.

A través del programa ATLAS.ti se realizó la gestión de los documentos y se llevó a cabo la codificación de la información, misma que se realizó por pares, primero a través de la estrategia de codificación abierta y después utilizando la codificación axial. En el primer caso, se clasificaron las expresiones por sus unidades de significado para asignarles anotaciones y sobre todo conceptos en forma de códigos, los cuales podían ser códigos preestablecidos, construidos o tomados del texto de los participantes (códigos *in vivo*), asimismo, se desarrollaron categorías con sus propiedades y dimensiones (Flick, 2007). En tanto, en la codificación axial se depuraron y diferenciaron las categorías derivadas de la codificación abierta y se seleccionaron las más prometedoras a través de su ajuste con el mayor número de pasajes posibles, para que finalmente se elaboraran relaciones entre categorías y subcategorías verificando una y otra vez dichas relaciones con el texto y los datos (Flick, 2007).

Resultados

En primera instancia se considera relevante posicionar el tipo de programa de divulgación científica que representa Sembrando por la investigación, tomando en cuenta que independientemente de sus características, las intervenciones y los programas de divulgación de la ciencia asumen un papel relevante hoy en día, debido a que promueven la cultura científica y tecnológica para la formación del ciudadano contemporáneo, quien de hecho forma parte de un mundo en donde el nivel de exigencia de conocimientos de los ciudadanos con relación a la ciencia y la tecnología ha aumentado (Laranjeiras et al., 2018), aunado a que la realización de dichos programas, se vuelve más relevante en los países que están lejos de alcanzar niveles aceptables de alfabetización científica (Olmedo, 2011).

En este sentido, el programa sembrando por la investigación cumplió con los siguientes objetivos recapitulados por Olmedo (2011) hacia los que se dirigen las actividades de divulgación: informar al público sobre los avances en materia de ciencia y tecnología, mediante explicaciones adecuadas al nivel cognitivo, interés, necesidades y origen del

público receptor; ofrecer al público las pautas para que compare, valore y confronte los conocimientos, a fin de que los reconstruya con base en su propio contexto y obtenga conclusiones sobre la información científica y tecnológica que le es ofrecida; contribuir a fomentar un pensamiento favorable hacia la ciencia, por parte del público no especializado, aspecto fundamental, para que la ciudadanía apoye y valide tanto la inversión de recursos, generalmente escasos, y que en casos ideales logre influir en la definición de la política científica; fungir como una herramienta complementaria de la enseñanza escolarizada y; despertar una vocación científica entre niños y adolescentes, es decir, fomentar una cultura científica.

Sembrando por la investigación no realizó demostraciones científicas ni ofreció información sobre científicos (Vizcaíno-Verdú et al., 2020), tampoco habló del carácter procesual de la investigación, debido a que no explica la metodología o los procedimientos que la ciencia sigue para lograr sus propósitos (Olmedo, 2011). De igual manera no basó sus intervenciones en describir la historia o la filosofía de la ciencia.

Otra particularidad del programa es que las divulgadoras no son científicas. Al respecto Mariscal (2007) describió que un divulgador no necesariamente tiene que ser un científico, sino poseer competencias que le permitan hacer accesible el conocimiento científico a diversos grupos con distintos niveles. De esta forma, los capacitadores del programa prepararon el discurso y el material para su divulgación, que en primera instancia fuera asequible para las niñas divulgadoras. Pero, al revisarlo e interactuar con el contenido y los materiales, las niñas buscaron más información por su cuenta, resolvieron sus dudas, adaptaron y modificaron sus discursos y materiales a su contexto, según sus interacciones con el público, y con ejemplos propios y tomados por las participaciones de su público principalmente. En este sentido, readaptaron los materiales y la charla.

El discurso por lo tanto no pasó por un solo proceso de mediación como ocurre en la mayoría de las intervenciones, en donde un divulgador transforma algo que era previamente difícil de interpretar en algo entendible (Muñoz, 2010), sino que se tuvieron dos mediaciones, dado que la audiencia se trataba de niños y niñas de educación básica. Finalmente, una de las características del programa Sembrando es que no transmitía grandes cantidades de información, por el contrario, presentaba contenidos de manera sintética y simplificada, de poca duración, con claridad, motivación y vinculado con lo cotidiano para cautivar a las audiencias (Quiñónez, 2011), especialmente de niños y niñas.

Una vez acotadas las características del programa Sembrando por la Investigación conforme a la literatura existente sobre los programas de divulgación, es que se pueden reconocer los alcances y las limitaciones de los resultados de la intervención, que a continuación se detallan.

Efectos de una intervención en divulgación científica por y para niñas y niños de educación básica

Para responder a la pregunta de investigación ¿Cuáles son los efectos de una intervención en divulgación científica en niñas y niños de educación básica?, se destaca que los resultados del programa pueden observarse tanto en otros actores educativos, principalmente los niños que asistieron a las conferencias, como en las niñas divulgadoras propiamente.

En el caso de las niñas divulgadoras, previo a la realización de las charlas, y como base para la realización óptima de este proyecto, tuvieron que desarrollar competencias digitales en el uso de laptops, proyectores, creación de exposiciones digitales, uso de un procesador de textos y de un programa para videoconferencias, capacidades en las que se encontraban en una línea cero, es decir, que previamente no habían sido expuestas a estos elementos. Se

tiene como registro de habilidades digitales previas el uso de teléfonos móviles para hacer pequeñas búsquedas, tomar fotos y vídeos, para videojuegos y en algunos casos redes sociales. Esto comprueba lo referido por Arceredillo e Hidalgo (2023) quienes describen que el progreso tecnológico es fácilmente identificable en la vida diaria de las personas, sin embargo, el nivel de abstracción elevado que manejan los científicos ha alejado a la sociedad de la ciencia, por lo que la divulgación es el elemento que permite la comunicación adecuada de los descubrimientos científicos.

Con relación a los resultados de las charlas propiamente, para entender los efectos provocados en otros actores educativos, se describe según lo relatos, que las niñas llegaron a ser modelos a seguir para los niños de su edad, mientras que fueron figuras de admiración para los estudiantes de pregrado, los profesores de su escuela (1) y ellas mismas (2), debido a que se encontraban realizando actividades propias de personas adultas y además las efectuaban con destreza. En general, con sus participaciones en instituciones de diversos niveles, lograron captar el interés de la sociedad en el programa Sembrando.

(1) Bueno, yo siento que fue muy motivante, despertó el interés en la comunidad escolar. Aquí en la escuela ven a las niñas y dicen: ¡ahí va una divulgadora, yo quiero ser como ellas! tenemos muchos niños ya que quieren estar en el programa, ustedes lo vieron, los compañeros se interesaron un poquito más, también en la asignación de grupo vamos a tratar de poner compañeros que den acompañamiento, que ayuden a los niños, a los próximos divulgadores [...] por comentarios de los compañeros maestros vieron esta iniciativa muy buena, ya que se reflejó en el aula con los niños, ustedes vieron, las felicitaron, nos da mucho orgullo, pues que en las participaciones que hicieron, quizás al inicio, pues ahí tenían el temor pero después cerramos ya con esta charla, la verdad, muy orgulloso de las niñas con esa seguridad que se paran frente a un público, lo vimos en la universidad también, buenos comentarios. Eso es lo que nos da mucho gusto cuando hay un buen comentario de parte de las visitas que hacemos (director de la escuela sede).

(2) La fortaleza del programa, promover vocaciones científicas a edades tempranas y lo que más me gustó del programa fue, pues lo mismo, poder explicarle a niños de otras edades, que a pesar de que son más grandes que yo, yo sea la experta en el tema y yo les puedo explicar (niña divulgadora 1).

En cuanto a los efectos del programa en las niñas, se reconoce que el programa logró que ellas alcanzaran una zona de desarrollo próximo más allá de lo esperado, debido a que se desarrollaron habilidades y actitudes que no se reconocen como comunes entre los niños y las niñas de su edad, sino que son esperadas en etapas posteriores; tampoco serían habilidades y actitudes esperadas en su comunidad (3).

(3) La ventaja del programa para mí es que está promoviendo vocaciones científicas a tan temprana edad, nivel primaria, algo que aquí en la Costa Chica [nombre de la región] no se ve; bueno, creo que es la única escuela que vio esta iniciativa [...] si él no hubiese tenido esta gran idea [director del programa], ahorita a tan temprana edad no se estuviera haciendo la promoción de la vocación científica y mucho menos nuestras hijas estuvieran desarrollando esta habilidad que se presentó hoy a tan temprana edad, porque pues como decimos aquí, exponemos de tal manera ya grandes [madre de niña divulgadora 1].

Entre estas destrezas encontramos aquellas relacionadas con la mejora de sus habilidades comunicativas y de exposición, con la consecuencia superación de la timidez y el miedo a hablar en público; el desarrollo de habilidades tecnológicas, de búsqueda de información y; mayor compañerismo, coordinación con su compañera de bina y trabajo en equipo. En tanto las actitudes mejoradas fueron mayor seguridad en sí mismas, el dominio del escenario y del público, la inquietud y la independencia para investigar o conocer más

sobre diferentes temas, mayor libertad de expresión, iniciativa para participar en el aula y mejora de la autoestima (4).

(4) Le doy gracias al programa sembrando por la investigación, por la seguridad que adquirió mi hija durante todo este año. En la primer charla, mi hija estaba temblando, estaba leyendo, fue de las niñas que leyó porque dijo, mami, yo no voy a poder. Ha adquirido esa seguridad en el transcurso de estas charlas se ha ido desenvolviendo, se ha ido soltando, ha adquirido un poquito más de compañerismo [...] aparte de que aprendió a conocer un poquito más sobre las nuevas tecnologías, aprender de la divulgación, aprender también de la investigación, porque cosas que no entendía, se metía, investigaba y ya solita, ¡yo voy a meter esta parte!, ¡la voy a meter aquí porque me gusta!, o sea ya sola, ya no era necesario que yo esté: mira hija esto; solita, solita se fue, ya últimamente, ella solita desarrollaba sus temas y más que nada el compañerismo también con sus compañeras, todo lo que se desarrollaron, no nada más desarrollaron la seguridad, sino también el compañerismo, la empatía con sus compañeras [madre de niña divulgadora 2].

(4) Pues definitivamente también [nombre de niña divulgadora] pudo superar la timidez, ahora es una niña más abierta, participa más, le gusta exponer, le gusta pasar al pizarrón al frente a contestar operaciones de matemáticas porque lo ha compartido conmigo, entonces me dice, mamá, pues ahora fíjate que he aprendido mucho de este programa, me ayudó muchísimo [madre de niña divulgadora 3].

En los conocimientos, se logró la apropiación y dominio del tema base de sus conferencias, mismo que al principio se tornó desconocido. De igual manera, se desarrollaron otras meta habilidades como mayor capacidad analítica y crítica (5). En la figura 1 se observan los efectos principales descritos en los grupos de discusión.

(5) Cuando mi hija inició en el programa comenzó con miedo, muy tímida, dice ella, miedo a lo desconocido, pues era algo nuevo, se ve mucho de su cambio este año que estuvo en el programa y ahora la nota más analítica, más crítica, más como quien dice empoderada, tiene un poco de timidez, como todo cuando inicia, pues ya de ahí se va apropiando del escenario, le ayudó muchísimo, demasiado, tiene más seguridad, desenvuelve más el tema, incluso a veces a mí, cuando me ve en el trabajo, me ve haciendo algunas cuestiones se toma la libertad de opinar, de hacerme sugerencias, o sea ya se siente grande, se siente adulta [madre de niña divulgadora 1].



Figura 1. Nube de palabras sobre los efectos producidos por la participación de un programa de divulgación en niñas de primaria.

Finalmente, con el programa sembrando por la investigación se reconoce que los efectos no han llegado a su fin pese a que ya finalizó la participación de las niñas en el programa, sino que su potencial seguirá desarrollándose en los años posteriores. Y en este sentido es que cobra mayor relevancia la palabra sembrar en el nombre del programa, debido a que, y sobre todo las madres, consideran que haber sido parte del programa tendrá repercusiones positivas en el futuro de sus hijas (6).

(6) Entonces, el momento en que formó parte del programa yo la veo más segura de sí misma, más desenvuelta frente a otras personas, entonces yo por ese lado le agradezco, estoy enormemente agradecida al programa porque sé que le ayudó y le ayudará, no solo ahorita, pues en esta etapa yo sé que como yo le digo a ella: mami, esa experiencia te va a quedar de por vida, en todos los niveles educativos, en toda tu vida, tanto en lo personal como en lo educativo. En lo personal, siempre va a decir: jay, me acuerdo que, cuando yo cursé la escuela primaria pertenecía a esto y esto y esto en lo educativo! Yo le digo a ella, puede ser el despegue de muchas cosas, viene lo mejor para ti todavía (madre de niña divulgadora 4).

Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo presentar el programa Sembrando por la Investigación, el cual tiene como propósito promover el interés por la divulgación de la ciencia entre niñas y niños de educación básica, a través de la línea de investigación estrategias y tecnologías para el aprendizaje. Además, el segundo objetivo fue presentar los resultados cualitativos preliminares de la primera intervención del programa que se desarrolló durante el período septiembre 2022-junio 2023.

Lo anterior se consideró relevante debido a que en general, la escasez de divulgadores y programas de divulgación es una constante en todos los niveles educativos, mientras que esta ausencia se agrava en educación básica, aunado al hecho de que la mayoría de las intervenciones se enfocan en capacitar a los niños y niñas a través de expertos, teniendo una participación tangencial, de solo escucha y con un bajo nivel de impacto en el fomento a las vocaciones científicas tempranas.

Entre los resultados exploratorios y cualitativos del programa sembrando por la investigación, en donde se capacita a niñas y niños de educación primaria para ser divulgadores y en donde ellos ejercen ese papel entre sus pares y estudiantes de nivel básico y superior, se tiene que el programa y las actividades desarrolladas en él tuvieron buena aceptación y actitudes favorables, logrando incluso rebasar las expectativas formuladas por parte de las niñas divulgadoras, las madres de familia, los profesores y el director de la escuela sede. Resultados semejantes sobre la buena aceptación se obtuvieron en otros trabajos en donde se realizaron intervenciones para incentivar la investigación, el pensamiento científico, la aplicación de la ciencia y la experimentación (Arrieta-García y López-Marín, 2021; Cuevas et al., 2016; Fuente-Ballesteros et al., 2023; Suárez et al., 2016).

Esta aprobación confirma que los niños de educación básica muestran una buena disposición hacia las vocaciones científicas sin embargo, los estudiantes van asumiendo una actitud pasiva cuando memorizan contenidos interminables, por lo tanto, desarrollar competencias científicas requiere repensar el sistema tradicional de enseñanza (Arrieta-García y López-Marín, 2021). En efecto, la complementación de la dinámica de las aulas con actividades que fomenten vocaciones científicas tempranas es de vital importancia.

En otros resultados del programa, se tiene que las niñas divulgadoras se convirtieron en modelos a seguir para sus pares, en tanto fueron figuras de admiración para estudiantes de niveles más avanzados, sus profesores, madres y para ellas mismas. Esto debido a que las niñas lograron desarrollar habilidades y actitudes que no se reconocen como comunes entre

las personas de su edad, entre las que se encuentran seguridad en sí mismo, dominio del tema a exponer, trabajo en equipo, manejo del escenario, desarrollo de capacidad crítica y de análisis, iniciativa en la búsqueda de información adicional, entre otras. Resultados semejantes se encontraron en el trabajo de Arrieta-García y López-Marín (2021) quienes reportaron que la competencia que más se vio favorecida como resultado de su intervención en capacidades científicas fue la indagación.

En otros aspectos similares de los programas previos (Arrieta-García y López-Marín, 2021; Fuente-Ballesteros et al., 2023) enfocados al fomento en la ciencia, la investigación y la divulgación y el programa sembrando por la investigación, se tiene que las edades preferentes para trabajar en educación primaria son niños y niñas que se encuentran cursando el quinto y sexto grado, dado que para estas etapas ellos han adquirido mayores competencias para aprovechar este tipo de intervenciones educativas. Asimismo, otros aspectos de coincidencia se enfocan en aquellos programas (Fuente-Ballesteros et al., 2023; Glock et al., 2023) que divultan conocimientos científicos de tal manera que aterricen en su utilidad en las vidas cotidianas de las y los niños, es decir, que se enfocan en el fomento a la cultura científica.

No obstante, se destaca que en trabajos previos se han realizado actividades en donde los estudiantes de primaria toman cierto grado de protagonismo en el aprendizaje de la ciencia, sin embargo, con el programa sembrando, el fomento a las vocaciones científicas redefine el papel de protagonismo del alumnado en actividades de divulgación científica, puesto que no solo son sujetos de aprendizajes, sino a la vez mediadores de aprendizaje de otros niños. Al respecto, Fuente-Ballesteros et al. (2023) señalan la importancia de realizar talleres de experiencia prácticos en donde los alumnos exploren la ciencia en todas sus vertientes y sobre todo desarrolle actividades en donde ellos sean protagonistas de su aprendizaje.

De igual manera, el programa Sembrando a diferencia de otras intervenciones de corta duración, fue una experiencia que se desarrolló durante nueve meses, lo que permitió una orientación guiada no solo a la alfabetización científica y tecnológica, sino hacia una cultura científica, es decir, hacia la interiorización e integración de diversos aspectos de la ciencia en la vida cotidiana.

En este sentido, un programa de este tipo, además de fomentar las vocaciones científicas tempranas, no solo puede apoyar en la movilidad social de las niñas divulgadoras, quienes pertenecen a una zona rural, sino que además puede acelerar el desarrollo de habilidades y actitudes propias de otras edades. Con base en lo anterior, se puede afirmar que la participación en el programa, mismo que involucró la impartición de conferencias, no solo se convirtió en un acto informativo, sino que también fue una experiencia de vida (Villarruel, 2013). Asimismo, en los grupos de discusión realizados con madres de las niñas divulgadoras se destacó el potencial que tendrá en años venideros, el hecho de haber participado en el programa.

Conclusión

Con base en los resultados obtenidos en la aplicación del programa sembrando, concluimos que un programa de divulgación científica en educación básica es un recurso relevante complementario a la educación formal, que se puede implementar desde la educación no formal e informal para ir más allá de la generación de mecanismos reproductores de las desigualdades educativas que no suelen incluir recursos pedagógicos para subsanar o amortiguar las desventajas de origen social que heredan muchos de los estudiantes de zonas caracterizadas por indicadores de desarrollo social medio-bajo (Rodríguez, 2017),

mecanismos que ya se producen en la educación escolarizada, dado su formato de educación homogénea.

Esta relación de complementariedad es relevante debido a que las instituciones educativas no están realizando esfuerzos que tengan impacto en el fomento a las vocaciones científicas desde cualquier objetivo que se persiga con la divulgación, ya sea mostrar contenido científico y sus aplicaciones o informar sobre lo procesual de la investigación. Pese a que cuando se han hecho intervenciones sobre la investigación, la ciencia y la divulgación en niñas y niños, éstas han tenido resultados favorables y buena aceptación desde sus participantes (Cuevas et al., 2016; Martínez-Artero y de Pro, 2010; Suárez et al., 2016).

Se destacan que algunas limitaciones de este estudio se relacionan con la escasez de participantes en el programa y en los grupos de discusión, además de que los efectos reportados fueron autopercibidos por las experiencias de vida de las madres, niñas y otros actores educativos involucrados en el programa. Y dado que esta investigación es de carácter exploratorio y cualitativo, en futuras investigaciones se prevé confirmar los resultados de este tipo de intervención de una forma cuantitativa, contrastando los niveles de mejora en cada actitud y habilidad reportada por los distintos actores educativos, a partir de estudios experimentales.

Otras preguntas que se plantean como prospectiva de investigación son las siguientes: ¿cómo cambian las representaciones sociales de los actores educativos involucrados en el programa respecto a la ciencia, los investigadores y la divulgación después de ser parte de un programa de divulgación?, y pese a que en los relatos de los grupos de discusión, salieron a relucir algunos efectos producidos en otros actores educativos pero que no fueron profundizados en esta investigación debido a que rebasaban su foco de interés, también se prevé evaluar cómo impacta el programa a la audiencia de niños y otros actores educativos, en futuras investigaciones. Finalmente, estudios longitudinales de evolución de grupo o cohorte (Hernández-Sampieri et al., 2014) que incluyan a las participantes del programa en futuros años, nos ayudará a identificar los efectos residuales del programa sembrando por la investigación.

Agradecimientos

Al Sr. Alberto Felipe Gallardo, por su apoyo al financiamiento del programa Sembrando por la investigación y al profesor Fernando Cruz Lorenzo, director de la Escuela Primaria Florencio Villareal por permitir que la primaria que dirige fuera sede del programa.

Referencias

- American Psychological Association. (2010). *Manual de publicaciones de la American Psychological Association* (3^a ed.). El Manual Moderno.
- Arceredillo, D. y Hidalgo, J. (2023). La divulgación científica, una herramienta para la alfabetización en ciencias. *Aula Encuentro*, 25(1), 1–3. <https://doi.org/10.17561/ae.v25n1.8068>
- Arrieta-García, E. J. y López-Marín, J. C. (2021). Desarrollo de las competencias científicas por medio de una unidad didáctica en estudiantes de grado sexto de básica secundaria. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 50, 35–55. <https://doi.org/10.17227/ted.num50-14209>
- Cantú, P. (2010). Ciencia y conciencia humana. *Ciencia UANL*, 13(1), 6–10.
- Centro DHEP. (2022). *Sembrando por la investigación. Introducción*. <https://sites.google.com/view/sembrandoporlainvestigacion/inicio>

- Consejo Nacional de Población. (2021). *Índices de marginación 2020*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>
- Corona, J. (2016). Investigación científica. A manera de reflexión. *MediSur*, 14(3), 1–2.
- Cuevas, A., Hernández, R., Leal, B., y Mendoza, C. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 187–200. <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116>
- Ertmer, P. (2003). Transforming teacher education: Visions and strategies. *Educational Technology Research and Development*, 51(1), 124–128. <https://doi.org/10.1007/BF02504522>
- Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa*. (2^a ed.). Morata.
- Fuente-Ballesteros, A., Mares, A. M. y Bernal, J. (2023). Encuentros con ciencia: Taller de experiencias en el laboratorio para aumentar el nivel de cultura científica en educación primaria. *Faraday: Boletín de Física y Química (Segunda Época)*, 39, 11 – 15. <https://gedh.rseq.org/wp-content/uploads/2023/09/Boletin-39-GEDH-rev.pdf>
- Gibbs, G. (2014). *El análisis de datos cualitativos en investigación cualitativa*. Morata.
- Glock, N., Grunfeld, A. y dos Santos, S. A. (2023). La divulgación científica en la enseñanza de las ciencias a través de géneros discursivos: casos de enseñanza e investigación. *Educación Química*, 34(4), 173–188. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.4.85478>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6^a ed.). McGrawHill.
- Laranjeiras, C. C., Portela, S. I. C., y Ribeiro, L. A. (2018). Enseñanza y divulgación de la ciencia en la integración universidad-escuela: Una experiencia en brasil. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 15(2). 2201. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2201
- Margel, G. (2013). Para que el sujeto tenga la palabra: presentación y transformación de la técnica de grupo de discusión desde la perspectiva de Jesús Ibáñez. En M. L. Tarrés (Ed.), *Observar, escuchar y comprender, sobre la tradición cualitativa en la investigación social* (pp. 187–207). El Colegio de México.
- Mariscal, J. L. (2007). Políticas culturales de divulgación de la ciencia: sesgos y retos. *Apertura*, 7(7), 36–45.
- Martín-Pena, D., Parejo, M., y Vivas, A. (2020). Irrupción de radio y divulgación en el aula para promover las vocaciones científicas en primaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 17(3), 1–14, 3205. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3205
- Martínez-Artero, R., y de Pro, A. (2010). Actitudes hacia las ciencias de los alumnos de educación primaria de la región de Murcia. *II Jornadas de Los Máster En Investigación e Innovación En Educación Infantil y Educación Primaria*, 441–464.
- Muñoz-López, T., Ramos-Jaubert, R., Espericueta-Medina, M., y Martínez-Sosa, V. (2020). La formación de niños como investigadores en la feria de las ciencias y creatividad de Coahuila. *Revista de Educación Básica*, 4(12), 8–18. <https://doi.org/10.35429/jbe.2020.12.4.8.18>

- Muñoz, C. (2010). El rol de la metáfora léxica en la divulgación de la ciencia. *Tabula Rasa*, 13, 273–292.
- Olmedo, J. (2011). Educación y divulgación de la ciencia: tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 8(2), 137–148.
- Ortiz, G., y Cervantes, M. L. (2015). La formación científica en los primeros años de escolaridad. *Panorama*, 9(17), 10–23.
- Quiñónez, H. A. (2011). Divulgación científica y tecnológica: teoría y práctica periodística para la producción del documental. *Razón y Palabra*, 16(77).
- Ríos, J. (2013). La investigación científica como medio para adquirir conocimiento significativo. *Educacion y Desarollo Social*, 7(1), 108–115.
- Rodríguez, E. (2017). Romper la trampa de la reproducción: Autoeficacia en la transición a los bachilleratos públicos en la Ciudad de México. El caso de los jóvenes provenientes de hogares de bajos recursos socioeconómicos. *Perfiles Educativos*, 39(155), 123–140.
- Sánchez, Y., y Roque, Y. (2011). La divulgación científica: una herramienta eficaz en centros de investigación. *Bibliotecas Anales de Investigación*, 7(7), 91–94.
- Sandín, M. P. (2003). *Investigación Cualitativa en Educación: fundamentos y tradiciones*. McGrawHill.
- Suárez, C., Ojeda, M., Martínez, J. R., y López, C. (2016). El impacto de la divulgación de la ciencia en el desempeño escolar. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10(2).
- Trujillo, E. (2001). Desarrollo de la actitud científica en niños de edad preescolar. *ANALES de La Universidad Metropolitana*, 1(2), 187–195.
- Villarruel, M. (2013). Divulgar ciencia: Compromiso social del divulgador. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 5(8), 67–76. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=534366873005>
- Vizcaíno-Verdú, A.; de-Casas-Moreno, P. y Contreras-Pulido, P (2020). Divulgación científica en Youtube y su credibilidad para docentes universitarios. *Educación XXI*, 23(2), 283-306. <https://doi.org/10.5944/educxx1.25750>