

El impacto de la divulgación de la ciencia en el desempeño escolar



**Carmen del Pilar Suárez Rodríguez^{1,2}, Maricela Ojeda Gutiérrez³,
J. R. Martínez Mendoza⁴ Cristina López Vázquez⁵**

¹Coordinación Académica Región Huasteca Sur, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Km 5 Carretera Tamazunchale San Martín, C. P. 96960, Tamazunchale, S. L. P, México.

²Escuela Normal de Estudios Superiores Plantel 5, La Cuchilla, C. P. 96960, Tamazunchale, S. L. P, México.

³Universidad Politécnica de San Luis Potosí, Urbano Villalón No. 500, C.P. 78363, Colonia la Ladrillera, San Luis Potosí, S.L.P., México.

⁴Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Zona Universitaria, San Luis Potosí, México.

⁵Escuela Primaria Mat. Ponciano Arriaga, Juan Bautista 129, Colonia Ponciano Arriaga, C. P. 78000. San Luis Potosí, S.L.P.

E-mail: pilar.suarez@uaslp.mx

(Recibido el 23 de Enero de 2016, aceptado el 17 de Mayo de 2016)

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de impacto en el aprendizaje de temas relacionados con la física del movimiento, a través de actividades de divulgación. Como herramienta de divulgación de la ciencia se diseñó un taller titulado “Los riesgos del movimiento” dirigido a 35 niños que cursan el tercer año de primaria con edades que oscilan entre los 8 y 10 años; llevado a cabo en “El Vagón de la Ciencia” ubicado en el Parque Tangamanga I en la ciudad de San Luis Potosí, México en coordinación con el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, organismo regulador de los proyectos científicos del Estado y el grupo de divulgación científica independiente “Ciencia en Contexto”. Para su diseño e implementación se tomó como base el Plan y Programa de Estudio del nivel básico, mismo que permitió la organización de secuencias didácticas en donde se privilegiaba la metodología de aprendizaje por descubrimiento y contextualizado con temáticas conceptuales de movimiento, las causas que lo originan, el movimiento como resultado de la interacción con el medio ambiente, los riesgos del movimiento, y el movimiento dentro del cuerpo humano. La metodología empleada modificó la percepción que tienen los niños hacia la física, incrementó el interés hacia la ciencia en general, hubo una sensible transformación con respecto a las actitudes hacia el trabajo autónomo y el trabajo colaborativo, se desarrolló una sólida concepción sobre el valor de la investigación como herramienta para plantear hipótesis, analizar variables, plantear alternativas de solución de problemas relacionados con la física del movimiento, así como la construcción de conocimientos relacionados a las temáticas abordadas. Se demuestra la trascendencia de vincular a la escuela primaria y el trabajo científico, donde la alfabetización científica tiene en este caso como objetivo el acercamiento a la población para que conozca y comprenda lo que ocurre a su alrededor, más allá del contexto escolar.

Palabras clave: Comunicación de la ciencia, aprendizaje por proyectos, revaloración CTS.

Abstract

On this paper we show the results of the promotion of science workshop “The risks of movement” and its impact on learning process related to movement. The workshop was directed to 35 third-graders between the ages of 8 – 10, the activities were organized and developed according to the contents established on the school year plan and study program for that grade. The workshop served as a trigger motivation for the realization of investigation projects in the classroom. It took place at the “Science Wagon” located in the Tangamanga Park I in the city of San Luis Potosi, Mexico with coordinating assistance from the Potosino Council of Science and Technology, regulating organism for scientific projects in the state. Didactic activities were presented based on the method by discovery contextualized with thematic that ranges from the concept of movement, its causes, the movement as a reaction from the interaction with the environment, the risks of movement, to movement inside the human body. The methods that were used modified the kids’ perception on physics, it also added to their interest on science in general, there was a sensitive transformation on the attitude towards autonomous work and collaborative work, a solid conception was developed on the value of investigation as a tool to raise hypotheses, analyze variables, raise alternatives to solve problems related to the physics of movement, as well as the construction of knowledge related to the boarded thematic. This shows the importance of links between elementary school and scientific work, where scientific literacy has as its target in this case to reach the people with knowledge and understanding of what happens around them beyond school context.

Key Words: Science communication, Investigation Projects, CTS reevaluation.

PACS: 01.40.-d, 01.40.gb

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

La interrelación que existe entre Ciencia, Tecnología y Sociedad se presenta de manera indisoluble en la actualidad. La educación en ciencias en donde se privilegiaba la transmisión de conocimiento científico solo entre la comunidad académica se ha tornado obsoleta y carente de sentido. La educación científica de las últimas dos décadas en nuestro país y en el mundo, intenta formar en nuestros estudiantes la comprensión de que la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad se influyen sistemáticamente.

La educación en ciencias planteada desde el Sistema Educativo Nacional a través de sus Planes y Programas de los distintos niveles educativos, se ha adecuado a las edades y estructuras cognitivas del alumnado, de allí que la ciencia escolar se fragmente en unidades didácticas específicas, aunque recientemente existe una preocupación por propiciar una transversalidad en el aprendizaje plasmadas en los documentos de reforma educativa. Así mismo, la preocupación de organismos internacionales como la UNESCO, OCDE, OEI, entre otros pone a la educación científica como un asunto prioritario para mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. Comienzan a surgir algunos términos como “alfabetización científica”, “cultura científica” y “ciencia para todos”. En los tres casos, se trata de alcanzar un nivel de conocimientos, comprensión científica y transferencia de los mismos en situaciones que lo requieran. En palabras de Blanco López “*conlleva a buscar respuestas a diferentes necesidades que los alumnos pueden tener en su vida diaria y que podrían resumirse en:*

- *Preparación para el ejercicio de la ciudadanía de una sociedad democrática, una sociedad en clave de ciencia y tecnología y en mutua dependencia con ellas.*
- *Formación para ser usuario de la ciencia y de la tecnología y poder disfrutar de todas las posibilidades que éstas ofrecen.*

Preparación, general y específica, para el desarrollo de profesiones que requieren diferentes niveles de cualificación científico-tecnológica.”[1].

Las ciencias han encontrado otra manera en un contexto no formal de hacerse presentes en nuestra vida: la divulgación científica. Es, a través de diferentes medios de comunicación que nuestros alumnos y nosotros mismos podemos conocer los avances científico-tecnológico-sociales que se producen día con día en nuestro entorno. “La tarea de la divulgación consiste en re contextualizar en una situación comunicativa común [...] un conocimiento previamente construido en contextos especializados [entre científicos, con unos instrumentos comunicativos especiales]” [2].

En el caso de la Física el siglo XX, diversos conceptos científicos abandonaron los laboratorios y universidades para formar parte del vocabulario y del movimiento cultural de los pueblos, debido a su importancia en la revolución tecnológica, lo cual influyó grandemente en la percepción de la sociedad hacia la ciencia y esto fue posible gracias a la divulgación [2]. Por su parte, Tagüeña, Rojas y Reynoso [3] afirman que divulgar es recrear por algún medio el

conocimiento científico, la selección del medio depende en gran medida del objetivo de la divulgación que puede ser, promover el gusto por la ciencia para captar más alumnos a estudiar carreras de ciencias e ingeniería, fomentar la cultura científica en la sociedad, dar a conocer resultados, entre otros usos.

Existen varios formatos para hacer divulgación como son los medios masivos: televisión, radio, prensa y medios electrónicos; otros más personalizados, pero con menor cobertura, son las conferencias, los seminarios y los talleres. Sin embargo la distinción entre educación científica y divulgación científica no se encuentra en un simple cambio de escenario, sino que se encuentra en el enfoque pedagógico entre el aprendizaje formal (educación científica) y no formal (divulgación científica). En base a los trabajos de Hofstein y Rosenfeld [4] se plantean las diferencias entre la educación científica escolar formalizada y la divulgación científica en la Tabla I.

TABLA I. Características de la enseñanza formal y no formal de la ciencia.

Enseñanza formal de la ciencia	Enseñanza no formal de la ciencia
obligatoria y forma parte del currículo	voluntaria como parte del fuerza de un grupo de personas
está secuenciada y estructurada	está desestructurada y sin secuencia curricular específica
evaluada	no se evalúa formalmente, aunque se llega a obtener productos aluables.
tiene una fecha de inicio y término	abierta y flexible en el inicio y término de la información
orientada hacia la enseñanza	orientada al aprendizaje
entrada en el maestro y/o en el alumno	entrada en los participantes
utiliza un escenario escolar formalizado	utiliza cualquier escenario y forma de comunicación
tiene base en un mapa curricular	tiene como base los hallazgos científicos actuales
se encuentra restringida en tiempo y alcances	no tiene limitaciones y sus alcances trascienden la escolaridad formal
trabajo solitario y/o cooperativo	trabajo colaborativo y contextualizado

El interés por contribuir en la formación de ciudadanos culturalmente alfabetizados en ciencias nos ha conducido a cuestionarnos sobre los siguientes aspectos:

- ¿Qué tipo de preconcepciones relacionados con el movimiento tienen los niños de entre 8 y 10 años?
- ¿Cómo pueden los niños relacionar los conceptos de física del movimiento con situaciones de la vida cotidiana?
- ¿Cómo los niños se pueden interesar en las ciencias y la investigación científica?
- ¿Cómo impacta un taller de divulgación de ciencias en el rendimiento escolar de los niños de primaria?

II. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para medir el impacto de los talleres de divulgación de ciencias en las distintas poblaciones estudiantiles se ha optado por el diseño de investigación acción que servirá para proporcionar información sobre cómo los estudiantes de ambos niveles educativos (superior y primaria) van transformando los conceptos de física, sus actitudes ante el aprendizaje de la ciencia, el uso de la investigación como herramienta para comprender el mundo que les rodea y la trascendencia de los talleres de divulgación en estas modificaciones conceptuales y actitudinales. Respecto a la investigación de corte cualitativo, Hernández Sampieri [5] afirma que este tipo de diseño favorece la comprensión tanto de los cambios grupales como individuales de los sujetos de estudio a la par que conlleva necesariamente la interacción constante con las personas, los procesos y los datos. La investigación acción práctica se caracteriza por lo siguiente:

- “Estudia prácticas locales del grupo.
- Involucra indagación individual o en equipo.
- Se centra en el desarrollo y aprendizaje de los participantes.
- Implementa un plan de acción para generar un cambio.
- El liderazgo se ejerce conjuntamente el investigador y uno o varios miembros del grupo o comunidad” [6].

La figura 1 muestra un mapa conceptual con los distintos momentos, planteados como ciclos, por los que atravesaremos para llevar a cabo esta investigación.

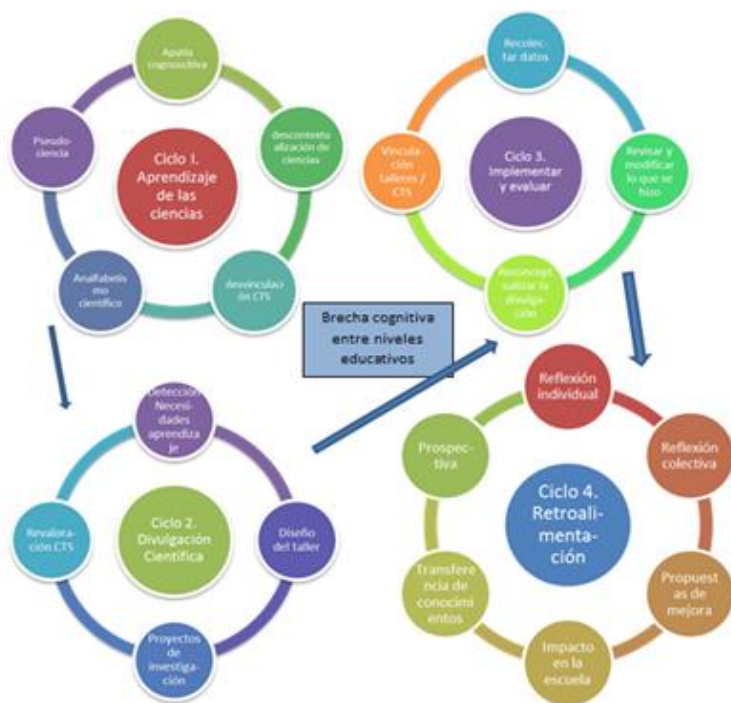


FIGURA 1. Mapa conceptual de ciclos investigación-acción práctica cualitativa.

El impacto de la divulgación de la ciencia en el desempeño escolar

En el ciclo uno se identifica en primer lugar los problemas detectados como producto de la observación del alumnado con respecto al aprendizaje de las ciencias; alumnos con apatía cognoscitiva hacia temas relacionados con ciencias, la descontextualización entre ciencia y sociedad en la enseñanza pero también en los procesos de aprendizaje. Otro de los problemas que muestra el ciclo uno es la desvinculación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, aunado con el analfabetismo científico, desconocimiento de los conceptos básicos y su transferencia a resolución de problemas cotidianos. Los alumnos confiaban en mayor proporción conceptos pseudocientíficos, alejándolos notablemente al uso de la ciencia y la investigación como herramientas de aprendizaje.

En el segundo ciclo se aprecia como la brecha cognitiva entre niveles educativos está presente no solamente por la fragmentación curricular en los diseños de planes y programas vigentes en todos los niveles educativos, sino por servir como obstáculo de aprendizaje. Se aprecia en un primer momento la divulgación científica como medio para paliar los problemas encontrados en las etapas iniciales, luego de detectar las necesidades de aprendizaje del alumnado de licenciatura. Las propuestas de los jóvenes estudiantes fueron la elaboración de proyectos de investigación que mostraran su reciente transformación cognoscitiva en el área de física pero también su recién revalorada apreciación hacia las ciencias. Por lo que los alumnos de este nivel, deciden llevar a cabo un taller de divulgación dirigido a niños de primaria.

En el tercer ciclo del diseño, los jóvenes cuestionan la implementación del taller dirigido a los niños de primaria. Los jóvenes de licenciatura se percatan del éxito de la implementación de talleres de divulgación como forma para romper con la brecha cognitiva entre niveles educativos, pero también con respecto a las necesidades educativas de niveles inferiores de formación académica. Confirman, con ello, que los talleres de divulgación son espacios propicios para generar una nueva cultura en la sociedad hacia la apreciación de las ciencias. La cuestión es ¿Qué más se puede hacer con lo aprendido?

En el ciclo cuatro del diseño, se lleva a cabo una retroalimentación sobre los logros individuales y colectivos ya sea a nivel grupal, pero también el impacto de los talleres en la población infantil y sus familias. Se reconceptualiza el aprendizaje de la física y su transferencia en situaciones cotidianas. Se valora el conocimiento de la física del movimiento como herramienta para percibir y evitar riesgos de accidentes además del cuidado del cuerpo humano. Se instrumenta una manera de valorar lo subjetivo de creencias y actitudes hacia temas relacionados con ciencia e investigación y el impacto que este tipo de formas de comunicación tienen en los estudiantes de cualquier nivel educativo.

IV. METODOLOGÍA

El trabajo fue desarrollado en varias etapas, inicialmente se buscó implementar estrategias didácticas centradas en el estudiante para promover el aprendizaje de la física en estudiantes de fisioterapia, además de modificar sus actitudes hacia la física y el trabajo científico así como mejorar sus habilidades de comunicación. Los estudiantes desarrollaron proyectos (llamados en este artículo proyectos primarios) y diseñaron un taller de divulgación llamado *La física del cuerpo humano*¹. Posteriormente se reestructura el taller combinando los resultados de los talleres *Ciencia divertida* (diseñado por alumnas de educación) y el anteriormente mencionado y se cambia de escenario convirtiéndose en el nuevo taller *los riesgos del movimiento* el cual tiene como sujetos participativos niños de tercer año de primaria; su implementación, efectos sobre el aprendizaje de los niños, su influencia en la generación de nuevos proyectos (proyectos secundarios) y los cambios conceptuales se presentan en este artículo. También se reportan resultados del impacto de la actividad de divulgación en el entorno de los niños, sus conocimientos sobre ciencia y sus cambios en actitudes y creencias. A su vez los niños crearon su propio taller *Museo la ciencia del movimiento* que fue presentado en niños de grados inferiores de la misma escuela primaria.

Las etapas se describen a continuación:

Fase I. Planeación e implementación de Proyectos Primarios. Los alumnos de nivel superior de las licenciaturas de fisioterapia, ingeniería y educación debían desarrollar actividades lúdicas (fisioterapia e ingeniería) y situaciones didácticas (educación) donde se favoreciera en otros el conocimiento de la física del cuerpo humano, su funcionamiento y los riesgos del movimiento. Los trabajos fueron desarrollados con la metodología de Aprendizaje Orientado a Proyectos Colaborativos y Contextualizados ABPCC [7]. Dentro de los lineamientos del proyecto se solicitaba el diseño e implementación de una actividad de divulgación para promover las temáticas antes mencionadas.

Fase II. Comunicación y evaluación de los Proyectos Primarios. Originalmente hicieron la presentación en un taller en la SNCyT llamado *La física del cuerpo humano*, donde a partir de los resultados de los instrumentos de evaluación se detectaron algunos puntos de mejora de la actividad, uno de ellos fue el conocer el impacto de la actividad de divulgación en la población a la cual estaba dirigida y se deseaba conocer cómo influye en los participantes y en el entorno escolar y familiar. Se reestructuró el taller, que a través del juego, propiciaba el aprendizaje de las temáticas abordadas. La reingeniería permitió el diseño de actividades de aprendizaje acordes a los contenidos del Plan y Programas de estudios vigentes en el país para tercer grado de educación primaria. El

propósito de esta fase, consistió en vincular a la escuela con nuevas ideas, tecnologías, materiales y procesos que no siempre llegan a ella permitiendo a los niños tener contacto con nuevas experiencias de aprendizaje e incrementar su motivación y gusto por aprender, adjudicándoles un papel de alimentadoras de la mente. Dicha actividad de reingeniería educativa desembocaría en la realización de proyectos de investigación (Proyectos Secundarios) por parte del alumnado de nivel primaria en cuya última fase de los proyectos tendrían ellos la función de divulgadores de sus propios productos de investigación, a niños de grados inferiores al suyo y personal académico de la institución.

Fase III. Planeación, desarrollo e implementación de Taller *Los riesgos del movimiento* como primer aporte de los Proyectos Secundarios. Los objetivos del taller se orientaban a promover el gusto por la ciencia; aportar una noción inicial sobre los temas que se abordarían en el bloque IV “El movimiento” del programa oficial vigente en educación primaria; favorecer la comprensión de conceptos para clases formales posteriores y; fomentar la realización de proyectos de investigación. Un indicador del impacto sería entonces el número de proyectos desarrollados a partir de la temática expuestas en el nuevo taller que tuvo como escenario el Vagón de la Ciencia a través del Programa *El Club de los Curiosos* ubicado en el Parque Tangamanga I, en coordinación con el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT) y el grupo de divulgación científica independiente Ciencia en Contexto del que las tres coautoras de este documento forman parte. El siguiente diagrama muestra las actividades desarrolladas durante el taller de divulgación *Los riesgos del movimiento*.



DIAGRAMA 1. Actividades del taller *Los riesgos del movimiento*.

Descripción del taller *Los riesgos del movimiento*

Actividad focal introductoria [8]: *El rol del físico*, duración 7 min. Se inicia con una presentación al aire libre y se explica sobre las funciones que realiza un físico de profesión y los grados académico capturándose la atención de los niños ya que relacionaban al doctor con tratamientos médicos.

Actividad de sensibilización [9]: *posición, desplazamiento y trayectoria*, duración 5 min. Escenario: Vagón de ciencias, en donde se les pide a los niños que cierren los ojos y el tallerista en silencio cambia de posición, al abrirlos, los niños pudieron detectar el cambio de posición. Los participantes, con ayuda de un dibujo, explicaron que había ocurrido y se definieron los conceptos físicos: posición, desplazamiento y trayectoria.

Actividad Práctica [9]: *similitudes y diferencias formas geométricas, masa, aire y agua*, duración 8 min. Se dejan caer objetos de diferente geometría y masa en el aire y en agua para que observen y registren las similitudes y diferencias. Se deslizan posteriormente en un plano inclinado con diferentes superficies para mostrar los efectos de la fricción y las fuerzas como resultado de la interacción con el medio ambiente.

Actividad Conceptual: los niños dibujaran situaciones en las cuales se produjera la mayor rapidez utilizando los materiales vistos en la actividad práctica.

Actividad de contextualización [9]: *los riesgos del movimiento*, duración 13 min. Dentro del tema los riesgos del movimiento se colocaron 2 huevos en un recipiente cada uno a uno se le colocó una cinta simulando cinturón de seguridad, antes de dejarlos caer se les pregunta que ángulo debe dársele al plano inclinado para que un conductor fuera responsable y otro irresponsable.

Actividad de transferencia social y ciudadanía [10]: *la responsabilidad en los accidentes*, duración 12 min. Los niños compartieron algunas experiencias de la vida cotidiana con respecto a situaciones de riesgo al trasladarse en vehículos y la manera en que pueden prevenir o evitar accidentes en la vía pública.

Receso

Actividad focal introductoria 2: *los movimientos físicos del cuerpo humano*, duración 7 min. Se hicieron ejercicios de coordinación y para introducirlos al tema del movimiento en el cuerpo humano se les pidió que sintieran los latidos de su corazón explicando la posición y tamaño de éste.

Actividad pragmática (teoría-kinestésica) [11, 12] *Funciones del corazón humano*, duración 10 min. Se les mostró un modelo de corazón, se les explicó las funciones

El impacto de la divulgación de la ciencia en el desempeño escolar de este así como sus partes, y con ayuda de bolas de unicel limpia pipas y pintura crearon su propio modelo.

Actividad conceptual "el recorrido de la sangre", duración 8 min. Utilización de un video realizado por una de las coautoras que muestra el recorrido que hace la sangre a través del cuerpo humano y su relación con la física del movimiento [13].

Actividad práctica [13, 14] "haciendo sangre", duración 10 min. Se les explicó el recorrido de la sangre e hicieron otro modelo explicando cada uno de los componentes al añadir dentro de un recipiente bolas de hidrogel, gel, diamantina agua y colorante.

Actividad conceptual construcción del conocimiento científico [14], duración 10 min Durante el desarrollo de las actividades se plantearon diversas preguntas relacionadas con los conocimientos y valores a potencializar, donde los niños construyeron sus propias definiciones solo guiados por el tallerista.

Actividad de transferencia social *Proyectos de investigación*. Tiempo Flexible para el diseño y elaboración de Proyectos de Investigación, así como su propuesta correspondiente de divulgación. Tomando en cuenta que el trabajo del que aprende es determinante para el desarrollo de su capacidad potencial, el modo y la profundidad en que el alumno trata las informaciones es realmente lo que determina la calidad del aprendizaje [15].

Fase IV. Comunicación y evaluación de los Proyectos Secundarios. En esta etapa los alumnos se organizaron de acuerdo a sus equipos y metas de proyecto para presentar los resultados de sus investigaciones empleando diversos materiales y actividades que iban desde la exposición hasta la experimentación creando ahora ellos un espacio de divulgación dentro de su escuela titulado *Museo la Ciencia del Movimiento* donde invitaron a niños de primero y segundo grado así como a los profesores de la escuela.

Se formaron equipos de 5 personas escogiendo a sus integrantes de forma libre, es decir, el criterio que se siguió fue la afinidad, ya que la organización que regiría todo el trabajo por proyectos de investigación era en grupo, siendo "un proceso de construcción colectiva y continua de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que se estructuran a partir de una temática determinada" [16]. Se les dieron las indicaciones del llenado del diario de campo y de los lineamientos para la elaboración del proyecto

Fase V. La recopilación de datos para la investigación.

Se diseñaron y aplicaron instrumentos de evaluación para conocer los cambios en los conocimientos, actitudes, valores y habilidades en los niños de primaria.

a. **Evaluación sobre conceptos de ciencia** (pretest y postest) ver Apéndice I. en esta parte se desea conocer sus concepciones sobre fuerza, fricción, movimiento,

mecanismo, trayectoria, sistema circulatorio, los riesgos del movimiento y primeros auxilios. También se hicieron entrevistas e interrogatorios para indagar más sobre sus concepciones durante el desarrollo de las situaciones didácticas.

b. **Actitudes hacia la ciencia.** Se elaboraron dos encuestas de opinión, una para niños y otra para sus padres. La de niños constaba de 9 preguntas abiertas que fueron medidas en dos momentos antes y después de la visita. La de padres de familia, 10 preguntas con escala Likert solo se aplicó al término de la intervención de divulgación. La encuesta incluía preguntas acerca de la calidad de los proyectos y los cambios observados en sus hijos luego del desarrollo del proyecto y su propia percepción de la actividad así como si había influido o no en su gusto por la ciencia.

c. **Actitudes hacia el trabajo de investigación.** Para conocer la influencia tanto de la actividad como del trabajo en proyecto, se aplicó una encuesta abierta a los niños sobre la importancia de la investigación y su significado, su metacognición, las actitudes hacia el trabajo colaborativo contextualizado y hacia la ciencia, los valores y las habilidades que influyeron en la culminación exitosa del proyecto.

El proceso fue registrado por la profesora del grado en un diario de campo con ayuda de grabaciones en audio y fotografías. Los niños llevaban un cuaderno titulado por ellos "Agenda de trabajo" donde registraron las actividades que hacían y la información obtenida, la cual era valorada con una lista de cotejo.

Las actividades fueron cotejadas y medidas a través de instrumentos que permitieron una evaluación 360° que tomaba en cuenta a todos los actores tanto de los proyectos primarios, como secundarios, facilitadores, padres de familia y otros agentes. Se privilegió la evaluación, la autoevaluación y coevaluación con indicadores claros referentes a la organización, logro de propósitos, resolución a las preguntas planteadas, cumplimiento con las actividades del plan de trabajo, la exposición de presentar los proyectos y su honestidad acerca del grado de participación en el desarrollo de las tareas. La heteroevaluación por parte del docente se hizo con una rúbrica que medía la organización del equipo, integración de contenidos académicos y sistema de divulgación, logro de propósitos, resolución y calidad en las explicaciones a las preguntas planteadas, cumplimiento de las actividades propuestas, uso de fuentes de información, características de la exposición, honestidad, cumplimiento del tiempo acordado y el planeamiento de nuevas preguntas por responder, con ellas se valoraron los logros de cada equipo en cuanto a conocimientos colateralmente al postest y habilidades comunicativas, de trabajo en equipo, selección e investigativas. Valores como el grado de compromiso, honestidad, responsabilidad y respeto y actitudes como la autonomía y actitudes hacia la ciencia, hacia el cuidado del cuerpo humano.

IV. EL CONTEXTO FORMAL ESCOLARIZADO

La escuela primaria se localiza en la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí. Como resultado de una encuesta realizada a los padres de familia de esta localidad¹ podemos resumir los siguientes datos:

Corresponden a un estrato socio económico medio-bajo; la escolaridad mayoritaria de las madres de familia está en el bachillerato con un 22% y el de los padres es la secundaria con un 23%. Esto influye considerablemente en el apoyo extraescolar que pudieran recibir los niños ya que algunas de las temáticas del curriculum oficial resultan complejas para los padres de familia, quienes se ven imposibilitados para orientar a sus hijos. Respecto a los apoyos didácticos disponibles en los hogares, el 80% cuenta con diccionarios, enciclopedias, libros, revistas de consulta y solo el 10% puede acceder a una computadora con internet.

El grupo escolar formal está integrado por 18 niñas y 17 niños que oscilan entre los 8 y 10 años de edad con las siguientes características psico-evolutivas principales:

- Se encuentran en la etapa operacional concreta (Piaget) [17] Esta etapa de desarrollo cognitivo se significa por el razonamiento lógico en el manejo de información concreta y tangible, como producto de una acción interiorizada, reversible e integrada; por lo que su nivel de abstracción (manejo de conceptos) aún no lo tienen desarrollado.
- Se reconocen con capacidades y limitaciones para relacionarse con el mundo que les rodea, aceptar las normas, adoptar comportamientos cooperativos y desarrollar actitudes acordes a los valores culturales y sociales aceptados dentro de su comunidad [18].
- Son capaces de analizar, seleccionar y discriminar la información relevante.
- Sus periodos de atención-concentración [19] tienen una variación de entre 12 y 15 minutos, información relevante para el diseño de situaciones didácticas por parte del profesorado.

Para una mejor comprensión de los procesos cognitivos de estos alumnos y alumnas, se les aplicó una adaptación comercial del cuestionario desarrollado por Neil Fleming [20] con el objetivo de medir los canales perceptuales preferentes Visual, Auditivo o Kinestésico (VARK) que consta de 16 reactivos. El resultado es que el 40% de los niños y niñas predomina el canal perceptual kinestésico, el 30% predomina el canal auditivo, mientras que el resto se ubican en el canal visual. Esto se puede observar claramente en las asignaturas de Matemáticas y de Ciencias Naturales. En general, los niños y niñas de este grupo se muestran más confiados al realizar actividades en donde se involucre la manipulación de material concreto. Les gusta ser escuchados, pero cuando ellos son los receptores, tienen dificultades para recibir el mensaje de sus compañeros resultándoles difícil colocarse en el papel de los demás [6]. Por ello, es nuestra labor encontrar aquello que se adapte

mejor con el grupo y los individuos que lo conforman [21, 22, 23, 24].

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los cambios conceptuales sobre la Ciencia. Aun cuando es sabido que cambiar los preconceptos es tarea difícil y estas permanecen a través del tiempo y de la instrucción [25] se ha detectado la modificación de ciertas ideas previas en los niños, del análisis del examen diagnóstico se ha encontrado que la mayoría de los alumnos relaciona el movimiento con las acciones que hacen las personas como: jugar, correr y brincar; también asocian dicho término con el viento, la rotación de la Tierra, un automóvil, lo cual implica que lo vinculan con el entorno, pero contradictoriamente a ello 30 niños verbalizaron que solo los seres vivos tienen movimiento; asumen que el movimiento se posee como una característica inherente al objeto, como parte de sí mismo, por ejemplo algunos dijeron que el movimiento estaba en los huesos. En el examen final se observa un cambio conceptual, argumentan que el movimiento se presenta en los seres vivos pero también en las cosas, que el movimiento se adquiere cuando se aplica una fuerza o se actúa sobre un objeto, el niño *Da* por ejemplo dibuja las hojas de los árboles moviéndose por la acción del viento. Refieren que algo hace que las cosas se muevan, y que dentro del cuerpo humano la sangre se mueve ya que recorre una trayectoria dentro del cuerpo y el corazón se encarga de bombearla, es decir, es quien aplica la fuerza, por ejemplo, Saúl y Héctor explicaron el funcionamiento del corazón empleando sus manos al abrir y cerrarlas representando a las aurículas y ventrículos del corazón y simulando el movimiento de la sangre. Modificando así mismo el concepto de trayectoria ya que originalmente asociaban este concepto con imágenes tal como: una casa, un camino, una montaña y un tractor; la mayoría de los alumnos asoció la palabra con el vocablo tractor, se considera que se debió al parecido en la pronunciación de ambas en español. Por ello, al solicitarles una definición, escribían que trayectoria era un carro o un transporte.

Referente al concepto de fuerza, inicialmente lo vinculan con la capacidad de las personas para cargar objetos pesados, incluso en sus dibujos plasman personas levantando pesas o cajas y, algunos otros, muestran en sus muñecos los músculos del brazo muy marcados (Figura 1). El examen final mostró que relacionan la fuerza como “lo que necesitan para mover o incluso detener *un objeto y cambiar su forma*” aunque no hicieron alusión a la relación de fuerza con un cambio por ejemplo en la velocidad de los objetos. Aun cuando seguirán diciendo que tenían fuerza, lo cual indica que mantienen la concepción de que la fuerza se posee y que se puede transmitir.

En cuanto a la fricción, inicialmente dos niños la asocian con rozamiento, el resto tiene ideas muy diferentes de lo que significa el término, la niña *Na* por ejemplo afirma que es un juguete de trapo, posterior a la intervención

El impacto de la divulgación de la ciencia en el desempeño escolar verbalizaron a la fricción como resultado del rozamiento y al pedir que la representaran dibujaron objetos sobre superficies con distinta rugosidad y verbalizaron que se los objetos moverían a velocidades diferentes como resultado de la fricción.

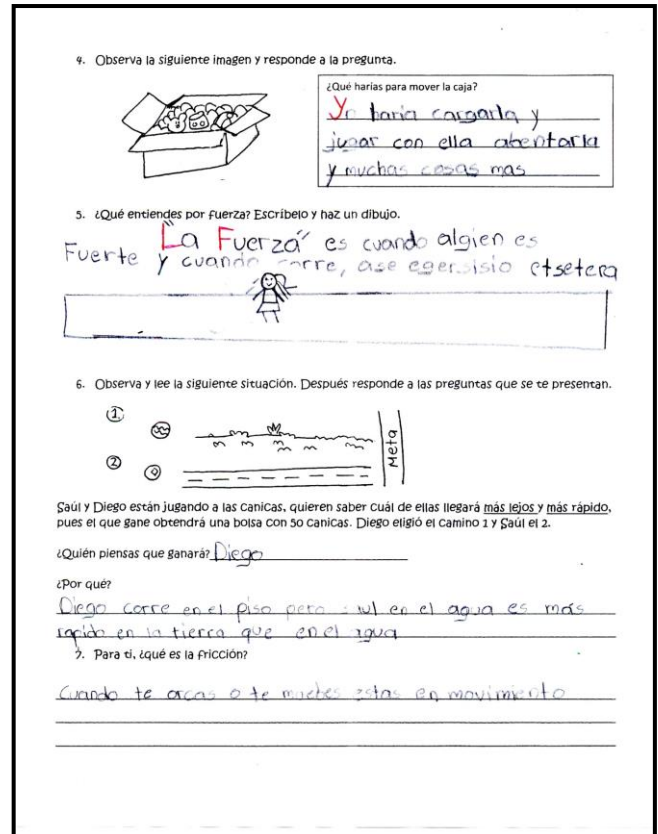


FIGURA 2. Dibujos de una niña que indica que la fuerza es cuando alguien es capaz de levantar objetos pesados, corre y hace ejercicio.

El tema de los mecanismos fue uno de los que más conflicto causó, algunos mencionan que servían para moverse o mover las cosas, y lo asociaban con los dibujos de la lancha y el reloj, sin embargo, al solicitarles un ejemplo, dibujaban desde un carro hasta los pulmones o plantas. La mayoría carecía por completo del concepto de mecanismo ya que se limitaron a dibujar objetos similares a los que aprecian en el instrumento de evaluación. En el posttest se les siguió dificultando definir el concepto pero lo ejemplificaban correctamente, por ejemplo incluyeron en los dibujos al motor, engranes y forma de algunos objetos como las llantas, argumentando que la geometría era importante para que este pudiera moverse, por ejemplo que las llantas son redondas y no cuadradas y los aviones terminan en punta para facilitar el movimiento. Esto ejemplifica además que fueron capaces de identificar que el movimiento de los objetos es posible debido a la interacción con el medioambiente aun cuando no lo verbalizaron.

Para evidenciar su conocimiento acerca de los riesgos del movimiento se utilizó una imagen de una calle y una escuela con diferentes situaciones inapropiadas que podrían causar un accidente, no hubo mayor dificultad para identificar, por lo menos, cinco acciones dentro del dibujo. Pero a los primeros lo relacionan con medicamentos, doctores y maletines; y tres con la atención de accidentes y heridos.

Sobre la investigación

Inicialmente consideraban a la investigación como buscar información en periódicos, libros e internet. Posteriormente declararon reconocer que hacer investigación era mucho más complejo, deberían de identificar un problema y que debería iniciar planteando preguntas acerca de lo que se deseaba investigar, algunas de las preguntas planteadas por los niños para iniciar su proyecto de investigación fueron ¿por qué cuando nos caemos nos sale sangre? y ¿cómo se hacen los moretones?

¿por qué la sangre es roja?, ¿qué contiene la sangre?, ¿cuál es la función del corazón?, ¿por qué cuando corremos el corazón late más rápido?, ¿cuál es la función de la sangre?, ¿cuál es la función de las venas y arterias?, ¿cómo se mueven los aviones y cómo los carros?, ¿cómo se producen los huracanes?, ¿por qué se mueven las cosas?, ¿qué es la gravedad?, ¿cómo se evitan los accidentes automovilísticos?, ¿para qué sirve el cinturón de seguridad?, ¿cómo influye la superficie sobre el movimiento de los objetos?. El planteamiento de preguntas resulta importante debido a que promueven el pensamiento profundo y llevan a la indagación.

Identificaron además la necesidad de realizar experimentos para ayudarse a responder las preguntas, la niña *CI* mencionó que en el caso de equipo del accidente automovilístico podían hacer el experimento del huevo y compartirlo en la escuela. Y así surgió la idea de que los resultados los de sus investigaciones los podrían compartir en un taller al que llamarían museo.

De esta manera, la actividad de divulgación dio inicio a la realización de los proyectos de investigación que surgieron en el grupo, comenzando con la conformación de nueve equipos que eligieron una o dos preguntas de las anteriormente mencionadas.

Posterior a la selección de las interrogantes por investigar, cada uno de los equipos realizó un plan de trabajo que contenía las actividades a realizar para responder a las preguntas planteadas, favoreciendo la autonomía de los estudiantes y su autorregulación en sus actividades que desembocarían en un aprendizaje de las ciencias.

A lo largo de 4 semanas los niños llevaron a cabo las actividades diseñadas por ellos, las cuales fueron variadas y diversificaron las fuentes de información empleando internet, enciclopedias, consulta de libros sobre las temáticas seleccionadas, entrevistas a especialistas en la materia (enfermeras, doctores, mecánico, paramédico), así como algunas actividades experimentales, resaltando la puesta en práctica, nuevamente, de algunas actividades

llevadas a cabo en el “vagón de las ciencias”, tales fueron: la elaboración del modelo de la sangre y la demostración de la importancia del uso del cinturón de seguridad y la rapidez a través del uso de dos huevos, recipientes de plástico, cinta y un plano inclinado elaborado con un papel cascarón o cartón.

Los avances de cada uno de los equipos fueron monitoreados por el docente a cargo, teniendo el rol de guía en el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Es importante señalar los beneficios que trajo consigo dicho trabajo, ya que en el desarrollo de las clases, cuyos temas estaban directamente relacionados con las preguntas seleccionadas por los equipos, los niños tuvieron el papel de solucionador de dudas, de reforzador de la clase así como aporte de ideas y conceptos que favorecieron la comprensión de las temáticas.

Para concluir y comenzar la fase de comunicación de los proyectos de investigación, se realizó un consenso en el grupo para seleccionar la forma más idónea de presentar los resultados, a la vez esta estaría íntimamente relacionada con los intereses de los estudiantes. La modalidad seleccionada fue montar un museo titulado “Museo de la ciencia del movimiento”, argumentando los alumnos que lo titularían de esa manera porque todas sus preguntas y respuestas estaban relacionadas con el movimiento, se habían apropiado de cada uno de los conceptos que ellos indagaron.

Enseguida se prosiguió a la elección de los asistentes al museo, seleccionando a los alumnos y maestros de un primer y segundo grado.

La presentación se haría en un aula de la escuela primaria, empleando materiales elaborados por los alumnos tales como: maquetas, láminas, rotafolios, esquemas, dibujos, fotografías, modelos de la sangre y el corazón, etc.

Llegado el día de la presentación se observó claramente una de las bondades de la divulgación y el trabajo por proyectos, los niños mostraban agrado hacia las ciencias naturales y las temáticas a explicar (énfasis en física) manifestando su entusiasmo y preparación.

Al comenzar las presentaciones se decidió dentro del grupo explicar en primera instancia las actividades realizadas en el vagón de las ciencias, actividad que influyó de manera decisiva en la elección de la forma de presentar el trabajo; asimismo se dio a conocer el proceso que siguieron durante los proyectos e invitaron a los alumnos de grados inferiores a pasar a su museo y comenzar con las actividades, dividiéndolos en grupos para que escucharan y llevaran a cabo las actividades propuestas por cada uno de los equipos, invitando a los maestros titulares de cada grupo a incorporarse a la dinámica de trabajo.

Los padres de familia expresaron el notorio interés que los niños habían mostrado por la clase de ciencia y su deseo por la investigación y la experimentación, solicitaron se les invitara nuevamente a participar en actividades de divulgación ya que habían modificado las actitudes de los niños hacia la ciencia y la escuela misma.

VI. CONCLUSIONES

Observamos que a través de actividades de divulgación de la ciencia, en el marco de enseñanza no formal muy cercanas al escenario escolar, tienen un impacto importante en la comprensión del alumno en temas relacionados con su cotidianidad, pero de conceptualización no trivial. El tipo de actividades propuesto son complicadas de articular en escenarios formales, pero de relativa facilidad en escenarios no-formales, propios de la divulgación científica. De los resultados podemos inferir que el diseño de actividades “híbridas” es una buena opción para llegar al conocimiento significativo de los alumnos en edades tempranas. Los resultados obtenidos plantean una base para indagar en trabajos posteriores, acerca de la construcción de la zona empírica y como enriquecerla.

Es importante resaltar que un indicador del impacto de las actividades de divulgación y el desarrollo de proyectos colaborativos y contextualizados, los alumnos pudieron adquirir conocimiento sobre física y el desarrollo de la investigación, mejoraron sus habilidades de comunicación y su desempeño en el trabajo autónomo y colaborativo. El desarrollo de las actividades de divulgación permitió realizar una transferencia de los conocimientos de los estudiantes en otras esferas, a través de los talleres de ciencias influyeron en otros a diversos niveles escolares y contextos socioculturales, pero lo más importante es que se volvieron multiplicadores de lo aprendido para crear un círculo virtuoso de aprendizaje y se convirtieron en factor de cambio de su entorno familiar, de aquí la importancia de implementar estrategias de enseñanza aprendizaje que dejen huella más allá del contexto escolar.

Los docentes de la escuela primaria reconocieron que aun cuando el trabajo en proyectos requiere de un perfil docente específico, pero puede ser llevado a cabo en la escuela primaria obteniendo resultados favorables reflejados en los aprendizajes logrados en los alumnos [26] así como su actitud hacia las ciencias [27], reconociendo el impacto de la actividad de divulgación en la inclinación de los niños hacia la asignatura pero en particular en las temáticas abordadas y fue determinante en la selección del tema a tratar en el proyecto de divulgación.

REFERENCIAS

- [1] Blanco López, A., *Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **1**, 70-96, (2004).
- [2] Jou, D., *La divulgación de la física en el siglo XX*. España: s/e. (2002) disponible en: <http://quark.prbb.org/26/026037.htm>
- [3] Tagüeña, J., Rojas, C. & Reynoso, E., *La divulgación de la ciencia en México en el contexto de la América Latina en 1er Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+1*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia. UNAM, (2006).

- El impacto de la divulgación de la ciencia en el desempeño escolar*
- [4] Hofstein, A. & Rosenfeld, S., *Bridging the Gap between formal and informal science learning*, The Weizmann Institute of Science **28**, 87-112 (1996).
- [5] Hernández Samieri, R. et al., *Metodología de la investigación* [4ª ed], (McGrawHill, México, 2006).
- [6] Shibeci, R. A., *Attitudes to Science: An update. Studies in Science Education* (16a ed.), (Gernika, México, 1984).
- [7] Suarez Rodríguez, C. P., Ojeda Gutiérrez, M., Mora, C., Martínez, J. R., *El efecto del aprendizaje en proyectos colaborativos y Contextualizados en la percepción del alumno sobre la Física y su conexión con el mundo real*, Tlatemoani, Revista académica de investigación **1**, No. 14 (2013).
- [8] Díaz, M., *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior*, (Universidad de Oviedo, España, 2005).
- [9] Kolb, D., *Experiential learning: experience as the source of learning and development*, (Prentice Hall, USA, 1984).
- [10] Pansa González, M., *Fundamentación de la didáctica* (16a ed.), (Gernika, México, 2007).
- [11] Mastache, A., *Formar personas competentes. Desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales*, (Noveduc, Argentina, 2007).
- [12] Kemmis, S., *El curriculum: más allá de la teoría de la reproducción* (2a ed.), (Morata, España, 1993).
- [13] Pozo J. I. & Gomez-Crespo, M. A., *Aprender y enseñar ciencia*, (Morata, España, 1998).
- [14] Vázquez, A. & Manassero, M. A., *Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia*, Enseñanza de las Ciencias **15**, 199-213 (1997).
- [15] Zárate-Martín, A., *Aprendizaje significativo y geografía de las representaciones mentales*, Anales de Geografía de la Universidad Complutense **15**, 831-840 (1995).
- [16] Mañú, J. M., *Docentes competentes. Por una educación de calidad*, (Narcea, España, 2011).
- [17] López A.M. & La Cueva, A., *Enseñanza por proyectos: una investigación en sexto grado*, Revista de Educación, **342**, 579-604 (2007).
- [18] Berk, L., *Child development* (7th ed). (Pearson, USA, 2006).
- [19] Pérez-Delgado, E & García-Ros, R. (compiladores) (1991) *La Psicología del Desarrollo Moral*. España: Siglo XXI.
- [20] Fleming, N., *The VARK questionnaire. Versión 7.1. How Do I learn best?* (2001-2011). Disponible en: <http://vark-learn.com/the-vark-questionnaire/>
- [21] Amar Amar, J. J. et al., *Desarrollo infantil y construcción psicológica del mundo social*, (Uninorte, México, 2004), pp. 55-58.
- [22] Greathead, P., *Optimal learning pattern for 10-year-old students*, (ADDISS, Australia, 2000). Disponible en línea: <http://www.addiss.co.uk/languageorders.htm>
- [23] Coronado, M., *Competencias sociales y convivencia*, (Noveduc, Argentina, 2008).

Carmen del Pilar Suárez Rodríguez et al.

[24] Díaz Barriga Arceo, F. & Hernández Rojas, G., *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, (McGraw-Hill, México, 2002).

[25] Espíndola Castro, J. L. & Espíndola Castro, M. A., *Pensamiento crítico*, (Pearson, México, 2005).

[26] Lacueva, A., *Proyectos de Investigación en la escuela: Científicos, Tecnológicos y Ciudadanos*, *Revista de Educación* **323**, 265-288 (2000).

[27] Clement, J., *Students preconceptions in introductory mechanics*, *American Journal of Physics* **50**, 66-71 (1982).