

Desastres Naturales: El conocimiento salva vidas. Una iniciativa de educación no formal en ciencias

Nadia Cárdenas-Escobar, MSc¹, Andrés E. Cruz, Ing², Sonia Reyes-Vera, MEd¹, Vanessa Salazar-Villalva, MSc², and Francisco Vera, Phd¹

¹Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, ncardena@espol.edu.ec, sreyes@espol.edu.ec, fvera@espol.edu.ec

²Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, acruz@espol.edu.ec, vmsalaz@espol.edu.ec

Abstract: *Survival in the face of natural disasters depends largely on the education of a population. Although formal basic education programs often contain topics related to natural disasters, they do not always include practical aspects of prevention. In Guayaquil, Ecuador, a program was carried out in which children who lived in areas with limited resources learned through interactive exhibits, workshops, and conferences. The topics included the mechanics of natural disasters and how to prevent them, from aspects related to earthquake resistant constructions to actions the participants may take to cope with other types of disasters. Inductive learning techniques included experimentation through simulations and scale models, which were designed and built by university students and professors of the area. Two tests were given to the attendees before and after the program to measure its success. There is strong evidence of improvement on knowledge of prevention measurements and the beneficiaries' attitude toward learning science.*

Keywords: *natural disasters, education, prevention*

Resumen: *La supervivencia frente a los desastres naturales depende en gran medida de la educación de una población. Aunque los programas de educación básica formal suelen contener temas relacionados a los desastres naturales, no siempre incluyen aspectos prácticos en temas de prevención. En Guayaquil (Ecuador) se realizó un programa en el que niños de zonas en vía de desarrollo aprendieron sobre la mecánica de los desastres naturales y la manera de prevenirlos, a través de exhibiciones interactivas, talleres y conferencias. Se trataron diversos temas que abarcaron desde aspectos relacionados con construcciones sismorresistentes hasta las acciones que se pueden tomar frente a otros tipos de desastres. Las técnicas inductivas de aprendizaje incluyeron la experimentación a través de simulaciones y maquetas a escala, diseñadas y construidas por estudiantes universitarios y profesores especializados. Los resultados del programa se midieron por una prueba administrada a priori y a posteriori, la cual evidenció una mejoría en los participantes relacionada al conocimiento sobre medidas de prevención y actitud hacia el aprendizaje de ciencias.*

Palabras claves: *desastres naturales, aprendizaje interactivo, prevención*

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la población humana se ha enfrentado a eventos de desastres naturales que han causado gran impacto social, emocional y económico en sociedades que son consideradas vulnerables y que muchas veces no poseen los recursos suficientes para sobrellevar las consecuencias asociadas con este tipo de acontecimientos.

En Ecuador las estrategias formales de educación incluyen tratar estos temas como parte del currículo de estudios. Un análisis comparativo de los libros de textos de Ciencias Naturales,

provistos por el Ministerio de Educación de segundo a décimo año de Educación General Básica (EGB), muestra que de sexto a décimo año se cubre de manera general tópicos relacionados a desastres naturales. Las explicaciones se enfocan en huracanes, terremotos, tsunamis, inundaciones y erupciones volcánicas, aunque no se mencionan estrategias de prevención frente a estos. Cabe recalcar que del único fenómeno natural del que se enseña medidas de prevención antes, durante y después es del fenómeno de El Niño que aqueja de manera frecuente a la zona litoral o Costa [1]. Por otra parte, se puede observar que los libros de texto de entorno natural y social, desde segundo a séptimo año provistos por el Municipio de Guayaquil, exponen temas relacionados a terremotos y erupciones volcánicas [2].

Sin desmerecer la importancia de las actividades que se ejecutan en escuelas y colegios, estas deberían ser complementarias a un plan global que eduque a la población con el fin de construir una cultura de prevención y resiliencia. Se podría lograr que los ciudadanos desarrollen capacidades, cambios de costumbre y actitudes a través de la adquisición de conocimientos que les permitan identificar los riesgos, vulnerabilidades y peligros a los que están expuestos [3].

En Ecuador se diseñó de un programa educativo denominado “Desastres naturales: El conocimiento salva vidas”, el cual facilitó a los participantes los conocimientos necesarios para saber qué hacer ante distintos desastres naturales y generar un cambio de actitud hacia el aprendizaje de las ciencias.

Este documento se enfoca en describir el programa y mostrar el impacto que tuvo el programa educativo en el conocimiento y la actitud de los asistentes. Para cumplir este propósito se definen dos hipótesis de investigación: la experiencia generó en los participantes un cambio positivo de actitud hacia las ciencias, hacia aprender ciencias y hacia seguir carreras relacionadas a ciencias; y, los participantes adquirieron conocimientos científicos básicos sobre la ciencia detrás de los desastres naturales y las acciones a tomar ante la presencia de ciertos desastres naturales.

II. PROPUESTA DIDÁCTICA

A. Antecedentes

Estudios han demostrado que el verdadero aprendizaje se basa en el descubrimiento y no en la transmisión del conocimiento [4] y que el conocimiento resulta de la combinación de entender la experiencia y transformarla [5]. En base a estas teorías, en el 2005, se creó en Ecuador un programa de educación no formal en ciencias denominado ¡ajá! Parque de la Ciencia.

Este programa fomenta el espíritu crítico y la actitud positiva hacia las ciencias de las nuevas generaciones a través de experiencias significativas y exploración científica-tecnológica, propiciando el descubrimiento por sí mismos. Al ser un programa que se desarrolla dentro de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), institución de educación superior enfocada en los campos de la ciencia y la ingeniería, se obtiene el apoyo necesario para este tipo de proyectos que generan impacto en la sociedad.

Preocupados por la educación de la comunidad y dado que la población ecuatoriana costeña fue afectada por un terremoto en el 2016, el equipo de ¡ajá! Parque de la Ciencia se vio motivado a crear un programa sobre educación en desastres naturales que permita desarrollar una cultura de prevención en los niños y sus familias y entender la base científica detrás de estos fenómenos. Con el afán de conseguir financiamiento para poner en marcha este proyecto, se aplicó al programa de subvenciones 2017 de Motorola Solutions Foundation, consiguiendo un total de \$10.000 como apoyo parcial para la ejecución de esta iniciativa.

B. Diseño de la propuesta

El proyecto “Desastres naturales: El conocimiento salva vidas” se basó en el desarrollo de exhibiciones, talleres y conferencias. Las exhibiciones se crearon con el objetivo de aprender la ciencia detrás de cada fenómeno y entender los riesgos y medidas de prevención asociados. Los talleres y conferencias ayudaron a niños y maestros a comprender los desastres naturales y cómo responder antes, durante y después de su ocurrencia. Se definió a la población objetivo como niños y jóvenes entre 9 y 12 años que asistían a escuelas de áreas en vía de desarrollo de Guayaquil y Durán.

Esta propuesta conllevó el diseño y construcción de exhibiciones interactivas que mostraron los riesgos de desastres naturales a los que la población ecuatoriana está expuesta por su ubicación geográfica, tales como terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas y deslizamientos. Además, se realizaron sesiones de talleres donde los participantes buscaban soluciones a problemas causados por cada tipo de fenómeno natural; finalizando la jornada con conferencias que destacaban pasos para el manejo de riesgos antes, durante y después de cada evento natural. Finalmente, se evaluó el conocimiento adquirido sobre desastres naturales y la actitud hacia aprender ciencias y seguir carreras asociadas, antes y después de completar el programa, con la finalidad de medir el impacto de este en los participantes.

Las actividades se desarrollaron en la Sala Interactiva de ¡ajá! Parque de la Ciencia, en auditorios y aulas equipadas para grupos de 20 participantes. Los beneficiarios se comprometieron a realizar 4 visitas de dos horas y media cada semana, para disfrutar de la interacción en cada visita. A continuación, describimos las exhibiciones con las que interactuaron.

1) *Deslizamientos en carreteras y deslizamientos por lluvia.* Estos prototipos mostraron los efectos de la erosión provocada por la construcción de las carreteras sobre la tierra, y las lluvias. Ambos factores generan deslizamientos por la falta de

compactación, el peso impuesto en los caminos y la filtración de agua debajo de las carreteras. Con la ayuda de casas miniaturadas ubicadas en diferentes posiciones y sistemas generados para simular los fenómenos, los niños llegaron a sus propias conclusiones sobre las medidas de protección.

2) *Simulador de tsunami.* En una piscina de vidrio se simuló el impacto de este fenómeno de acuerdo con la intensidad de las olas. Con la ayuda de muñecos a escala colocados en diferentes posiciones, los participantes determinaron la ubicación para minimizar las consecuencias de este desastre natural.

3) *Réplicas de volcanes ecuatorianos.* Se crearon réplicas de dos de los volcanes principales de Ecuador: el Sierra Negra, volcán con lava basáltica, fluida y poco explosiva ubicado en las Islas Galápagos, y el Cotopaxi, de lava endurecida y erupciones explosivas, que se encuentra en la región montañosa de los Andes [6]. (Fig. 1)

4) *¿Cómo se formaron los Andes?* Mediante esta exhibición se mostró cómo las placas tectónicas de Nazca y de Sudamérica interactúan, produciendo en un principio la formación de la Cordillera de los Andes y movimientos sísmicos en la parte sur del continente. [7]

5) *Simulador de terremotos.* Se construyó una plataforma metálica para reproducir un movimiento telúrico de magnitud 4 a 5 según la escala de Richter, con capacidad de carga de 420 kg. La experiencia de subirse en la plataforma permitió a los niños sentir la vibración y las sensaciones que se generan cuando ocurre este desastre. (Fig. 1)



Fig. 1 Réplicas de volcanes ecuatorianos y simulador de sismos

Los talleres se enfocaron en descubrir la ciencia inmersa en un desastre natural y animar a los jóvenes a interesarse en estudiar ciencias. Se aspiró desarrollar en ellos un sentido de competencia al aprender temas científicos y demostrarles la utilidad del conocimiento ingenieril al momento de tomar decisiones. Para lograrlo, varios problemas se plantearon a los participantes y se los motivó a encontrar soluciones viables por medio de la experimentación con simulación de estructuras. Por otro lado, las conferencias se centraron en fomentar una cultura de prevención-acción antes, durante y después del fenómeno. Se describen los talleres y conferencias, a continuación, según el desastre que se abarcó.

Terremotos. El taller consistió en realizar dos prácticas que mostraban a los niños cómo se ven afectadas las estructuras durante un terremoto. En grupos de 4 personas, los participantes colocaron una maqueta de cartón sobre una mesa diseñada para simular vibraciones sísmicas horizontales; lo que les permitió analizar características deseadas para que la estructura sea más segura. La segunda práctica consistió en experimentar la

resistencia de pilares con diferente base, concluyendo que los más resistentes son los de base circular. Esta experimentación finalizó explicando la razón detrás de este fenómeno [8].

La conferencia se centró en reconocer la diferencia entre sismo y terremoto, contar con un kit de emergencia en casa y realizar un plan familiar en caso de ocurrir un sismo, identificar posibles lugares donde colocarse para protegerse, mantener la calma en caso de evacuación y no propagar rumores.

1) *Tsunami*. El taller para tsunamis se enfocó en el diseño de diferentes tipos de rompeolas para minimizar el impacto de las olas en la zona costera. Esta actividad permitió que los niños comprendieran la importancia de las barreras o diques ante la amenaza de un tsunami y evidenció la ciencia necesaria para construir estas estructuras en las costas.

La conferencia mostró la importancia de mantenerse informado cuando se visita lugares costeros, incluir un kit de emergencia en cada viaje o en casa, y localizar lugares seguros para protegerse (Fig. II).

2) *Volcanes*. El taller presentado tuvo como objetivo brindar el conocimiento acerca de la evolución magmática, utilizando fluidos con diferentes densidades que asemejen las etapas de una erupción volcánica. Uno de los experimentos que se realizó consistió en elaborar una sustancia acuosa que represente las características de la tercera fase del magma [9]. Además, por medio de maquetas que simulaban el movimiento de mareas y explosiones volcánicas acuáticas, los participantes comprendieron la formación de islas de origen volcánico (Fig. II). Por último, se visitó el laboratorio de Petrología de la ESPOL para conocer los componentes de las rocas ígneas.

La conferencia destacó la importancia de mantenerse informado cuando se vive en una zona de riesgo, conocer el semáforo de alertas volcánicas y proteger ojos, piel y vías respiratorias en caso de emisión de cenizas [10].

3) *Deslizamientos*. El taller permitió que los participantes observaran cómo la lluvia, la inclinación y suelos pocos compactos contribuyen a que se produzcan deslizamientos de tierra. Los asistentes tuvieron la oportunidad de usar su creatividad para crear muros de contención con diferentes materiales y diseños para contener un talud de arena, de tal manera que no haya deslizamientos ni se produzca inundaciones.

La conferencia se basó en la evaluación del entorno para conocer el riesgo de deslizamiento que tiene una zona y la importancia de disponer de un plan familiar en caso de presentarse este fenómeno. Se socializaron recomendaciones para evitar que los terrenos que, ya fueron impactados por un derrumbe, se vean afectados nuevamente [11].



Fig. II Taller sobre volcanes y conferencia sobre tsunamis

En esta propuesta educativa participaron 937 niños con edades entre 9 y 12 años, quienes fueron alumnos de sexto y séptimo año de educación básica de escuelas públicas ubicadas en zonas en vías de desarrollo. El programa se desarrolló de lunes a viernes en dos jornadas, una en la mañana y una en la tarde.

Para medir el cambio en conocimiento y actitud de los participantes, se utilizó como instrumento de evaluación una prueba aplicada antes y después de la experiencia. La prueba de conocimiento constaba de trece preguntas, cuatro evaluativas por medio de figuras y nueve de selección múltiple, todas con el objetivo de explorar el entendimiento de los pequeños sobre los fenómenos abordados. Entre los conocimientos evaluados estuvieron la escala en la que se miden los terremotos, qué es el magma, cómo se produce un tsunami, temporada en la que se producen los deslizamientos de tierra, el contenido del kit de emergencia, la entidad formal que provee información confiable sobre desastres naturales, acciones a tomar en caso de una erupción volcánica o un tsunami ocurran y cómo prevenir que un deslizamiento destruya su casa.

Por otro lado, la prueba actitudinal empleó una escala de likert de 4 niveles para captar la opinión de los participantes acerca de 15 proposiciones. Las afirmaciones apuntaban a determinar su actitud hacia las ciencias (3 afirmaciones), hacia el aprendizaje de estas (9) y hacia la intención de estudiar carreras relacionadas (3). Por cuestiones logísticas, solo 354 niños tomaron ambas pruebas, mientras que el resto tomó una sola de ellas (344, la previa y 239, la posterior).

En la medición de cambio de conocimiento, se apuntó a dos clases de saberes adquiridos: los basados en hechos y los basados en acciones de prevención. Con respecto al primer tipo, se destacan los siguientes resultados: para la pregunta “¿En qué escala se miden los terremotos?”, el porcentaje de respuestas correctas fue de 29.5% antes del programa y 69.54% después, mostrando un incremento del 40.19%. Este tema se expuso en el discurso sobre el Simulador de Terremotos y se volvió a considerar en los talleres sobre terremotos. En la interrogante “¿Con qué nombre se conoce a la lava cuando está dentro de un volcán?”, el porcentaje cambió de 45.61% a 79.53%, un aumento de 33.91%; conocimiento que fue adquirido en talleres y exhibiciones de los volcanes ecuatorianos.

En cuanto a las medidas precautelares, se destacan las proposiciones “¿Qué hacer durante una erupción volcánica?” y “¿Qué hacer cuando hay una amenaza de tsunami?” con un aumento de respuestas correctas del 37.31% y 13.44%, respectivamente (Fig. III). Este contenido en particular formó parte de las conferencias de prevención sobre volcanes y tsunamis respectivamente.

En las conferencias de las cuatro sesiones se expuso recurrentemente la función de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, lo cual tuvo como resultado un aumento del 17.5% en la identificación de la entidad confiable para obtener información al momento de un desastre natural.

En la evaluación actitudinal hacia las ciencias, podemos identificar tres áreas fundamentales: actitud hacia la ciencia, actitud hacia aprender ciencias y actitud hacia seguir carreras en ciencias. En la primera área, se destacan dos proposiciones: “Entender las ciencias naturales se me hace muy fácil” y “Nunca me siento nervioso cada vez que escucho hablar de ciencias naturales”, ambos con un aumento de 9.1%. Al medir la actitud hacia aprender ciencias, mejoró la disposición hacia “Ver vídeos o leer sobre Ciencias Naturales” en 11.3%, “Hacer una tarea de Ciencias Naturales” en 3.9% y la apreciación de su propio desempeño en clase de ciencias en 8.7%. Por último, la percepción hacia seguir carreras de ciencias con la frase “Tengo muchos deseos de ser ingeniero cuando sea grande” reportó un aumento del 5.7% en los participantes después del encuentro (Fig. IV)

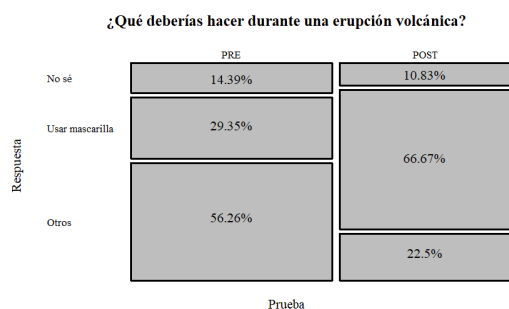


Fig. III. Porcentajes de aciertos antes y después del evento

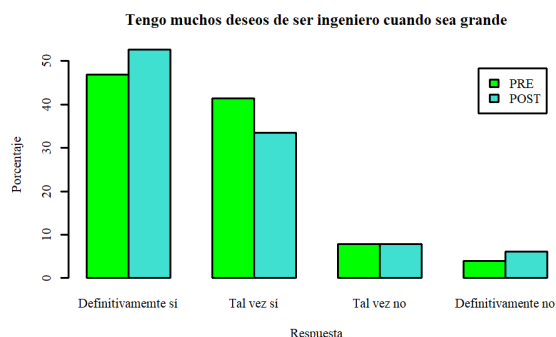


Fig. IV. Porcentajes de respuestas por nivel, previos y posteriores a la experiencia.

Para realizar inferencias sobre el efecto del programa en el conocimiento y la actitud hacia las ciencias de los participantes se escogió dos pruebas paramétricas: la prueba de McNemar para demostrar el aumento de porcentajes de aciertos en la prueba de conocimiento y la de diferencia de medias pareada para comprobar el cambio de actitud. Se emplearon estas pruebas por dos razones: el tamaño de la muestra es lo suficientemente grande como para suponer normalidad en la distribución de las medias de las respuestas de los participantes antes y después del evento; y por la naturaleza pareada de los datos. [12], [13]

Se llevaron a cabo la prueba de McNemar para las respuestas de cada pregunta de la evaluación de conocimiento

utilizando toda la muestra y se determinó que sí hay evidencia estadística de una diferencia entre las probabilidades de aciertos de las pruebas antes y después del evento. Las respuestas fueron de opción múltiple.

Se evidencia diferencia estadísticamente importante entre el porcentaje de aciertos de antes y después del evento en todas las preguntas de conocimiento con excepción del identificar la causa de un tsunami y los elementos que van en el kit de emergencia. Si bien es cierto aumentó el porcentaje de aciertos en la identificación de la causa del tsunami en 4.56%, esta diferencia no fue estadísticamente relevante. En el caso de la pregunta del kit de emergencia, el porcentaje de aciertos decreció en un 3.99% para toda la muestra.

Al realizar pruebas inferenciales sobre la diferencia de medias de las respuestas a cada pregunta de la sección actitudinal antes y después de la participación en el evento, se puede concluir que hay un cambio estadísticamente significativo en la actitud de los participantes. Se utilizó un nivel de significancia de 0.1 en cada prueba y la escala de las respuestas a cada pregunta son números del 1 a 4, donde 1 representa el mejor nivel de actitud y 4 el peor.

En el caso de preguntas que apuntaban a la actitud hacia las ciencias, las tres afirmaciones presentan un cambio positivo de actitud; sin embargo, solo dos de ellas presentan un cambio estadísticamente significativo. El promedio de la respuesta a las afirmaciones “Entender ciencias se me hace” y “Me siento nervioso cada vez que escucho hablar de Ciencias Naturales” de toda la muestra presentan una mejora en actitud estadísticamente importante. En el primer caso, la diferencia promedio en respuesta es de 0.154 puntos hacia el nivel 1 en todo el grupo analizado, con un valor $p < 0.001$. Para el segundo caso, la diferencia promedio en respuesta es de 0.09 puntos hacia el nivel óptimo de la escala en toda la muestra, con un valor $p < 0.05$.

Con respecto a las nueve preguntas que medían la actitud hacia aprender ciencias, seis de ellas reportaron un cambio positivo de actitud. De estas seis, las respuestas a tres preguntas tuvieron un cambio estadísticamente significativo en promedio del pre al post test. Las respuestas a las proposiciones “Ver vídeos o leer sobre Ciencias Naturales”, “Para mí, hacer una tarea de Ciencias Naturales es” y “En clase de Ciencias Naturales, me va” mejoraron en promedio 0.182 puntos ($p < 0.0001$), 0.079 puntos ($p < 0.08$) y 0.105 puntos ($p < 0.0004$) hacia el nivel de escala 1, respectivamente. De esta manera se evidencia un aumento estadísticamente importante en el disfrute de actividades relacionadas con ciencia en los participantes después de la experiencia, así como un aumento de auto eficacia al aprender ciencias.

En cuanto un aumento de interés en las carreras de ciencias, las respuestas a dos de las tres preguntas que medían este interés reportaron mejora del antes al después del programa, sin ser estadísticamente relevante.

IV. CONCLUSIONES

Esta propuesta educativa única en Ecuador generó un impacto favorable en 935 niños de escuelas públicas ubicadas en sectores con menos recursos de la ciudad de Guayaquil. El entusiasmo se manifestó con el deseo de visitar las exposiciones todos los días. Un grupo de niños que disfrutó de la experiencia la replicó en su escuela, siendo esto un efecto multiplicador del conocimiento adquirido.

Se evidenció una mejora en el conocimiento científico básico sobre la ciencia detrás de los desastres naturales en los participantes, tales como la escala en la que se miden los terremotos y al nombre de la lava cuando aún está dentro del volcán y la temporada en la que se producen más deslizamientos.

Se demostró que los participantes tomaron conciencia de las acciones a tomar ante los diferentes tipos de desastres naturales cubiertos en el programa. El porcentaje de aciertos a todas las preguntas que apuntaban a conocimiento preventivo aumentó después de la participación en el programa, con la excepción del porcentaje relacionado a los elementos que deben incluirse en el kit de emergencia. Por otro lado, la eficacia del programa se ve reflejada al medir la capacidad de identificar el canal apropiado para obtener información cuando un desastre natural ocurre.

El cambio positivo de actitud hacia las ciencias se verificó a través de preguntas que medían el grado de autoeficacia y sentimientos hacia las ciencias. En ambos casos, se pudo constatar un movimiento en la escala hacia el nivel óptimo. Por otro lado, se evidencia que los participantes mejoraron su actitud hacia aprender ciencias por medio de canales no formales, como videos o lecturas. Sin embargo, se halló que su actitud hacia las clases formales de ciencias y actividades relacionadas no se alteró. Con respecto a la percepción de su capacidad de ser exitoso en la clase de ciencias, se encontró una variación positiva en los estudiantes que tomaron ambas evaluaciones. En cuanto a la actitud hacia seguir carreras relacionadas con ciencias, el cambio fue muy pequeño como para evidenciar una mejora importante.

Con la finalidad de que este programa alcance una mayor cantidad de beneficiarios, es necesario establecer una alianza estratégica entre las universidades, entidades gubernamentales y no gubernamentales que permita una cobertura a nivel nacional. Además, incluir alternativas de educación no formal en ciencias en los planes de estudios de escuelas y colegios, que no solo permitirían ampliar el campo objetivo, sino también desarrollar una mejor disposición para aprender ciencias y aplicarlas en temas relacionados a desastres naturales.

En cuanto al diseño de la propuesta, una sugerencia que permitiría un impacto a largo plazo de esta iniciativa sería la generación de una versión dirigida a niños más pequeños (menores a 9 años), ya que se asocia la exposición temprana a este tipo de estimulación con el interés y el desempeño que los pequeños pueden desarrollar hacia las ciencias.

Finalmente, se sugiere evaluar un grupo con características parecidas al colectivo participante en el proyecto pero que

aprenda los conceptos usando la metodología tradicional en las escuelas. Al evaluar los dos grupos antes y después de haber sido implementadas las actividades educativas correspondientes, se puede establecer el verdadero impacto del programa y comprobar que la metodología usada en el parque mejoraría la educación.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Motorola Solutions Foundation por los recursos otorgados para financiar parcialmente el proyecto a través del Programa de Subvenciones 2017. A las profesoras María Luisa Granda y Margarita Martínez por la creación de la propuesta, al personal del Centro de Estudios e Investigaciones Estadísticas de la ESPOL (CEIE) por el diseño de la evaluación y a Lorena León por la revisión final de este documento.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Educación del Ecuador, *Ciencias Naturales*, Quito, Ecuador: EDINUM, Ediciones Nacionales Unidas, 2018.
- [2] M.I. Municipalidad de Guayaquil, *Ciencias Naturales*, Quito, Ecuador: Ediciones SM, 2018.
- [3] M. Román, Plan de prevención para emergencias por desastres. Quito, Ecuador, 2006.
- [4] J. Dewey, *Experiencia y educación*, New York, NY: Kappa Delta Pi, 1938.
- [5] D. Kolb, *Experiential learning: experience as the source of learning and development*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984.
- [6] SNGRE, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/secretaria-de-gestion-de-riesgos-de-bolivar-recuerda-medidas-de-seguridad-ante-caida-de-ceniza-volcanica/>
- [7] Geoenciclopedia, <https://www.geoenciclopedia.com/cinturon-de-fuego-del-pacifico/>
- [8] C. López, R. Retamales, T. Kannegiesser, *Protección Sísmica de Estructuras. Sistemas de Aislación Sísmica y Disipación de Energía*, Santiago de Chile, Chile: Corporación de Desarrollo Tecnológico, Cámara Chilena de la Construcción, 2011.
- [9] E. Tarbuck and F. Lutgens, *Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física*, Madrid, España: Prentice Hall, 2001.
- [10] SNGRE, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/secretaria-de-gestion-de-riesgos-de-bolivar-recuerda-medidas-de-seguridad-ante-caida-de-ceniza-volcanica/>
- [11] SNGRE, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/medidas-preventivas-frente-a-inundaciones-y-deslizamientos/>
- [12] A. Agresti, *Categorical Data Analysis*, New York, NY: John Wiley & Sons, 2013.
- [13] G. Zurita, *Probabilidad y Estadística. Fundamentos y Aplicaciones*, Guayaquil, Ecuador: Publicaciones del Instituto de Ciencias Matemáticas ESPOL, 2010.