

Innovación y Ciencia
Revista digital



EXPOCIENCIA

TOLIMA - 2022

Volumen XXX No 1 - 2022
ISSN Digital: 2590-8537

Organizan





Revista Innovación y Ciencia
Volumen XXX No 1 - 2022
Septiembre de 2022
ISSN Digital: 2590-8537

Innovación y Ciencia es la revista de divulgación científica de AvanCiencia la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.

Derechos reservados

Queda prohibida, salvo excepción prevista en ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constituida de delito contra la propiedad intelectual.

Indexada:

LATINDEX (Incluida en el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal).

Presidente Junta Directiva:
Eduardo Posada Flórez

Junta Directiva AvanCiencia:

Ángela Stella Camacho de Galán
Brigitte Nathalia Tascón Guevara
Claudia Patricia González Puyana
Ferner Alberto Beltrán Molina
Gladys Stella Martínez Martínez
Helena Groot de Restrepo
Marcelo Enrique Riveros Rojas
Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales
Corporación Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada
Universidad del Rosario

Directora Ejecutiva (E):
Saya Garavito Robayo

Líder de Área de Tecnología y Estrategia, Diagramación Web:
Francisco Andrés González Estay

Líder de Comunicaciones y Diseño, Editora:
Marianna Russi Breci

Líder de Asociados, Asistente Editorial:
Kelly Johana Díaz Aguilera

Correctora de Estilo:
María Elvira Mejía

Comité Editorial:

Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia y ExpoCiencia

Portada, Diseño y Diagramación:

Robinson Alexander De Lavalle Herrera

Fotografías:

Alexis Guiza (Galerías)

Autores de los artículos de divulgación científica.

Equipo Expociencia:

Gerente:

Julián Octavio Murillo Tovar

Líder de Agenda CTel:

Juan Pablo Izasa Vargas

Líder de Conceptualización:

Humberto Muñoz Tenjo

Líder de Conocimiento:

Cristhian Orlando Mejía Nieto

Gestor Contratación y Presupuesto:

Diego Fernando Vargas

Gestor Líder de Diseño:

Robinson Alexander De Lavalle Herrera

Gestor Líder de conceptualización:

Jessica Brigitte Nomensqui Bermudez

Gestor Líder Regional:

Cristhian Camilo Rodríguez Pirazan
Luz Angelica Castro Botero

Gestor de Conocimiento:

Andrés Felipe Sussmann Tobito
Sebastián López Ospina

Gestor Líder:

Diana Marcela Arcila Suarez

Gestor de Apoyo:

Juan Felipe Jaramillo Díaz

Comunicadora:

Angélica María Villanueva Vásquez

Gestor de Desarrollo:

Manuel Fernando Gálvez Bohórquez

Gestor de Apoyo Administrativo:

Laura Camila Reyes Amaya

Gestor Líder de Conocimiento:

Eliana Hernández Hoyos

AvanCiencia
Carrera 16 N° 31a - 36
Bogotá D.C. Colombia
Tel: (+57) 4320570

CONTENIDOS

EDITORIAL

3 a 6

CATEGORIZACIÓN DE CONTENIDOS

7 a 8

A1 ARTÍCULO: | Expociencia como escenario didáctico, hacia una sociedad colombiana basada en el conocimiento científico | Humberto Muñoz | 9 a 16

G1 GALERÍA: | **DIVULGACIÓN Y ALCANCE DE EXPOCIENCIA 2022** | 17 a 18

A2 ARTÍCULO: | Todos sabemos que la ciencia es importante, pero ¿cómo nos involucramos? | Cristhian Mejía | 19 a 28

G2 GALERÍA: | **INAUGURACIÓN DE EXPOCIENCIA 2022** | 29 a 30

A3 ARTÍCULO: | Innovando en la Feria | Rafael Hurtado | 31 a 38

G3 GALERÍA: | **EXPOINFANTIL Y EXPOJUVENIL 2022** | 39 a 40

A4 ARTÍCULO: | Una ciencia al alcance de los niños: Expociencia en el Tolima | Alfonso Reyes | 41 a 44

G4 GALERÍA: | **EXPOINSTITUCIONAL Y EXPOEMPRESARIAL 2022** | 45 a 46

A5 ARTÍCULO: | Retos de la apropiación social del conocimiento en el contexto regional | Juan Pablo Isaza | 47 a 56

G5 GALERÍA: | **ENCUENTRO DE EXPERIENCIAS 2022** | 57 a 58

A6 ARTÍCULO: | Exposición Itinerante-Expociencia-Tolima 2022. Investigación/Creación, seguimiento a la interacción | Humberto Muñoz | 59 a 66

G6 GALERÍA: | **DIVULGACIÓN Y CULTURA 2022** | 67 a 68

A7 ARTÍCULO: | Desarrollos didácticos y portátiles para la apropiación científica y tecnológica de la energía, la electricidad y la iluminación | LIATER | 69 a 76

G7 GALERÍA: | **EXPOITINERANTE 2022** | 77 a 78

A8 ARTÍCULO: | Cuatro hélices, una feria de ciencia y una misión: transitar hacia una sociedad del conocimiento | Cristhian Mejía Sebastián López | 79 a 90

G8 GALERÍA: | **CLAUSURA EXPOCIENCIA 2022** | 91 a 92

EDITORIAL

SAYA GARAVITO ROBAYO

Directora Ejecutiva - Expociencia Tolima 2022

Para la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (Avanciencia) constituye un logro muy importante que el proyecto Expociencia llegue a las regiones de Colombia, en particular, que el Tolima sea el pionero en apoyar una estrategia de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación dirigida a la población de niños, niñas y jóvenes del país. En esta oportunidad, Expociencia ha tenido el objetivo de fomentar la cultura científica desde el núcleo familiar, escolar, académico y de medios reconociendo el valor del conocimiento científico generado en esta región.

Los protagonistas en Expociencia son los más de 5000 niños, niñas y jóvenes que exponen sus proyectos de ciencia, tecnología e innovación y que participan en las actividades lúdicas y encuentros realizados a lo largo del proyecto. Expociencia abrió sus puertas en Ibagué con actividades como, por ejemplo, las exposiciones itinerantes interactivas sobre las cuales se hará referencia a su desarrollo en este número; de igual manera, con las presentaciones de instituciones y empresas de la región realizadas en instalaciones de la Gobernación del Tolima.

El encuentro principal se llevó a cabo en la Universidad de Ibagué con la presen-

tación de más de 200 proyectos de ciencia y tecnología de niños, niñas y jóvenes, el desarrollo de talleres de experiencias y la socialización de proyectos relevantes, como el proyecto Red de Monitores del Agua (Remona) de la Universidad Nacional de Colombia, así como el desarrollo de una agenda académica en la Universidad del Tolima, nutrida de charlas de conferencistas nacionales y extranjeros.

Este número monográfico de Innovación & Ciencia está dedicado a compartir las experiencias logradas en Expociencia Tolima 2022 desde diferentes perspectivas y ámbitos, tales como la investigación-creación, el desarrollo tecnológico, la innovación, la apropiación social del conocimiento y la construcción de políticas de CTel. También expone cómo Expociencia puede incidir en la forma como las personas y las organizaciones se involucran con la ciencia y cómo la cultura científica va más allá de la percepción que tienen las personas sobre la ciencia.

Conceptos, como la cultura científica, entendida como el conjunto de conocimientos, percepciones y actitudes que comparten los ciudadanos hacia la ciencia y cómo

aprovecharla, son aspectos que son abordados por Cristhian Mejía. En estos artículos se resalta que aquellos niños, niñas y jóvenes que se conviertan en profesionales STEM tendrán más y mejores oportunidades y esto es una forma de cerrar brechas de inequidad. Por otra parte, también están las ferias de ciencia, las cuales les ofrecen a los estudiantes la oportunidad de desempeñar el rol de hacer preguntas, aplicar el método científico, hacer experimentos, presentar resultados, entre otras prácticas de científicos, por lo tanto, contribuyen a promover la cultura y las vocaciones científicas. De igual forma, entornos como las ferias de ciencia pueden contribuir al rendimiento académico de los estudiantes, así como a despertar su interés, su curiosidad o a mejorar sus habilidades de investigación y de resolver problemas.

Adicionalmente, Mejía identifica barreras como las relacionadas con la falta de recursos económicos para participar en ferias como Expociencia, la autopercepción negativa de algunos estudiantes sobre sus capacidades o la incertidumbre sobre su futuro, como es el caso de niños de municipios lejanos que tienen dificultades para acceder a materiales, equipos e infraestructura para hacer ciencia.

Desde la perspectiva didáctica, Humberto Muñoz presenta cómo Expociencia se concibe como una estrategia informal de aprendizaje alrededor de las ciencias y también como un camino para acercar la ciencia al entorno escolar y relacionar a la

comunidad científica con los colombianos. Asimismo, señala el rol fundamental que juega la feria, ya que “resulta ser como en antiguos tiempos una estrategia social, cultural y económica útil al servicio de propósitos e intereses diversos”. Este autor también resalta las implicaciones de participar en la feria de ciencia, en cuanto a lo que es preparar un proyecto, realizar y documentar el experimento, prepararse para comunicarlo y presentarlo a los jóvenes de otras instituciones y, a su vez, conocer las propuestas de otros ponentes. Para lo anterior, expone los aspectos previos que se deben tener en cuenta antes de la feria para la presentación de los proyectos, como es el origen del tema, las razones de su elección, los referentes teóricos y científicos, el aprendizaje que se desprende de la realización del proyecto, entre otros.

Humberto Muñoz, en su artículo, expone el valor de este tipo ferias, sobre todo, en edades tempranas es despertar el interés por la ciencia, así como la posibilidad de desarrollar destrezas y apropiar el manejo de conceptos básicos sobre ciencia. Nos cuenta por qué Expociencia es un universo o ambiente que muestra la diversidad y la riqueza que implica el sector de la ciencia, para concluir que son “aspectos que, sin lugar a duda, abren la oportunidad de considerar el camino de la formación científica en la edad posterior”.

En otro artículo, se encuentra una interesante metáfora sobre la

cuádruple hélice. Mejía nos cuenta que una economía basada en el conocimiento, el saber, la información y lo intangible se torna más importante que el petróleo, las plantas de producción o los recursos físicos. De igual manera, expone cuáles son los roles que desempeñan la sociedad civil, el Estado, la Academia y la empresa en la misión de generar desarrollo y bienestar social.

En este mismo artículo, el autor realiza un análisis de los vínculos que se generaron durante la versión de Expociencia Tolima 2022, particularmente, en el espacio “Expo-institucional Expoempresarial”, con el fin de entender la incidencia que tiene la feria en la generación de nexos y redes de conocimiento entre los actores de la cuádruple hélice.

Por su parte, la Universidad Nacional, con el Laboratorio de Innovación en Alta Tensión y Energías Renovables (Liater), elabora una recopilación de su experiencia en la participación del evento, así como una explicación de los equipos desarrollados y las herramientas didácticas que facilitan la comprensión de los conceptos más importantes detrás de los fenómenos asociados a la interacción diaria de la humanidad con la energía y la luz.

La Universidad de Ibagué, aliado principal del proyecto, presenta un artículo del rector Alfonso Reyes con la reflexión sobre la experiencia de esta universidad a la hora de formar pensamiento científico en los niños, niñas y adolescentes, con iniciativas

como el programa Pequeños Científicos que evolucionó en el 2018 en el programa Stem-Academia; asimismo, menciona el programa Galileo para desarrollar una cultura científica en niños, niñas y adolescentes del Tolima. Por lo tanto, el Tolima ha sido pionero en el desarrollo de proyectos dirigidos a la población infantil y adolescente.

Humberto Muñoz presenta las exposiciones itinerantes, desarrolladas en el marco de Expociencia Tolima 2022, con el objetivo de dejar huella, al ser una estrategia que fortalece el mensaje sobre la importancia de continuar y aumentar esfuerzos para consolidar estrategias educativas de fomento a la ciencia. La propuesta del diseño/creación y construcción de cuatro módulos interactivos se realizó desde el concepto de investigación creación y en el marco de una colaboración entre el grupo TEI-D de la Universidad Nacional y el grupo de investigación en Política, Gestión y Apropiación Social de la CTel de Avanciencia.

Desde el punto de vista del diseño de políticas de CTel, Juan Pablo Isaza nos muestra las características y los antecedentes de la política pública nacional de la apropiación social del conocimiento y el impacto esperado en regiones de Colombia, como herramienta de consolidación para una cultura de investigación e interacción entre grupos, instrumentos, así como culturas sociales de expertos y no expertos. Nos indica que, aunque diversas acciones de apropiación

suelen aparecer de forma espontánea, en cada escenario o contexto en particular son inevitables algunas situaciones, eventos, o circunstancias que estimulan y promueven su desenlace. Comenta, de igual forma, que el MinCiencias ha hecho ejercicios de formulación y diseño en política pública de apropiación social del conocimiento considerándola como el fundamento de cualquier forma de innovación y tomando en cuenta que la producción de conocimiento, no ajena a la sociedad, “se desarrolla dentro de ella, a partir de sus intereses, códigos y sistemas.”

Por ello, Isaza indica que, en la Política Nacional de Ciencia, Tecnología, e Innovación se observa la apropiación como uno de los pilares y el potencializador del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación por lo cual se hace necesario identificar cómo apropiarse del conocimiento, bien de manera individual o grupal, desde el sector público o el privado, y la forma como surgen procesos de apropiación regional y territorial.

Expociencia es una forma de motivar a los niños y niñas a pensar de una manera distinta y encontrar en la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico una alternativa para sus vidas profesionales. Por ello, en Avanciencia estamos convencidos de que proyectos como este dejan una huella muy importante en los niños, niñas y jóvenes siendo un contrapeso fundamental a la fuerte saturación de información ligera y sin sustento

científico que se encuentra hoy en día a través de medios y redes sociales.

El papel que juegan las familias y los medios de comunicación es fundamental para el reto que se plantea Expociencia. Por ello, crear y fortalecer una cultura científica requiere que todos hagamos el esfuerzo de indagar, consultar diversas fuentes, cuestionar opiniones sin fundamento o simplemente observar y hacernos preguntas. Acciones como estas podemos enseñarlas a nuestros niños, niñas y jóvenes, con lo cual, con seguridad, estaremos contribuyendo a formar personas creativas, curiosas y con criterio para opinar y tomar decisiones relevantes para el desarrollo del país.

Por último, somos conscientes del significado de Expociencia para Colombia por lo cual, en Avanciencia, seguiremos trabajando con persistencia en mantener esta estrategia en diversas regiones del país y promoviendo nuestra misión de conectar la ciencia con la sociedad.



ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Este volumen especial de la revista Innovación y Ciencia cuenta con ocho artículos de divulgación científica desarrollados por académicos y expertos alrededor de los escenarios, fortalezas, retos y aprendizajes de sus participaciones en ExpoCiencia Tolima 2022.

Cada uno de los artículos cuenta con la convención “A”, para su identificación.

A1	A3	A5	A7
A2	A4	A6	A8



GALERÍAS Y EXPERIENCIAS EXPOCIENCIA 2022



Los contenidos bajo la convención “G”, presentan una galería de los escenarios más representativos de ExpoCiencia Tolima 2022 y las percepciones de sus participantes; quienes compartieron sus experiencias más memorables del evento y conclusiones.

Artículo de Divulgación Científica:



Expociencia como escenario didáctico, hacia una sociedad colombiana basada en el conocimiento científico

Avanciencia - Universidad Nacional de Colombia (grupo TEI-D)
Humberto Muñoz Tenjo

Por cerca de 30 años, la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (Avanciencia), junto a otra serie de actividades, le ha apostado a un evento como estrategia para el logro de la popularización, apropiación de la ciencia en Colombia. Desde la perspectiva didáctica, la Feria de Ciencia, o Expociencia, como se le conoce, ha sido, desde sus inicios, una apuesta desde tres enfoques: por un lado, lo que se podría identificar como una estrategia informal de aprendizaje¹ alrededor de las ciencias, por otro, como un camino para acercar la ciencia al entorno escolar, pero también, para relacionar a la comunidad científica con la sociedad en general, con los colombianos.

El propósito de este escrito es explorar cómo ha sido esa relación Expociencia-comunidad escolar, cuáles los alcances en dicha relación, igualmente, los factores por mejorar en el propósito de contribuir a una sociedad basada en el conocimiento científico, en la realización de la Expociencia - Expotecnología.

De manera general, la feria, en esencia, y desde sus orígenes en la baja Edad Media, se puede reconocer como un evento social o cultural, que, en un principio, buscaba aprovechar la afluencia organizada de muchos visitantes,

en ocasión de celebraciones de carácter religioso y eventos festivos que garantizaban dicha afluencia de visitantes en un tiempo corto y específico.

Lo festivo le daba un tinte de informalidad a un propósito más estratégico que se enfocaba, esencialmente, en actividades de comercio, por lo que los escenarios eran plazas o espacios arquitectónicos públicos de cierto control, que definían una zona diferenciadora entre el lugar del evento y el resto de la ciudad.

Esa función “estratégica” dio lugar a la aparición y la evolución de ese tipo de evento en todo lo corrido, desde dicha referencia inicial, hasta nuestros días, enfocando su propósito a diversidad de intereses, ferias realizadas y ubicadas en zonas estratégicas,

¹ El Instituto Internacional de Planificación Educativa (IIPE), auspiciado por la UNESCO, The World Educational, en 1968 publicó Crisis [1]. En dicho texto se enfatiza en la necesidad de desarrollar medios educativos diferentes a los escolares, los cuales se denominan indistintamente como educación informal y educación no formal. La educación informal se relaciona con procesos que se presentan en la vida y en el que las personas adquieren conocimientos, habilidades, actitudes y modos de discernimiento mediante su relación con hechos de la vida diaria y con el medio ambiente.

según algún propósito para cada momento, pero intentando conservar ese carácter de evento festivo-informal, en el que las personas tienen cierta libertad para entablar una relación e interés en un tema, producto, servicio u objeto específicos.

Tal situación define el rol fundamental que juega la feria, como es ofrecer una “experiencia”, una vivencia positiva, un momento de placer en un ambiente limitado en tiempo y espacio, por lo que todavía, actualmente, resulta una estrategia social, cultural y económica útil al servicio de propósitos e intereses diversos.

Ahora, de manera más específica, en lo que se refiere a las ferias de ciencia no es claro el momento en el que se estableció como evento para realizar actividades alrededor de la comunicación y difusión de la ciencia. Algunos investigadores, como William F. McComas, fechan 1928 como el momento del surgimiento de lo que hoy en día son las ferias de ciencia, a propósito de un concurso de investigación realizado por el Museo Americano de Historia Natural, lo que dio lugar a que se repitiera ese tipo de competencias y se popularizaron como recurso de encuentro de carácter nacional y local.

En el contexto escolar colombiano, la feria de ciencias es uno de los escenarios de referencia desde el cual los maestros pueden motivar y estimular a los estudiantes y, a su vez, la feria como tal puede ser escenario y parte esencial en la enseñanza, la comunicación y la popula-

rización de las ciencias, así como unos de los escenarios que permiten acercar a los jóvenes a la investigación y a los protocolos de su comunicación.

Interpretando la idea de ferias de ciencia, como referente de proyectos y programas que les brindan a los estudiantes experiencias que los acercan al ambiente que hace parte del mundo científico, ello a través de exposiciones, muestras, charlas, conferencias e intercambio con otros.

Los maestros comprometidos siempre están buscando cosas y actividades que motiven a los estudiantes, por lo que una de las alternativas es motivarlos a participar en la feria de ciencia; ello implica preparar un proyecto, realizar y documentar el experimento, y luego prepararse para comunicarlo y presentárselo a los jóvenes de otras instituciones y, a su vez, conocer las propuestas de los otros. Ello implica un proceso inicial en el aula, un trabajo entre el maestro y los alumnos, proponerse llevarlo a la feria para exponerlo, como también, querer ir a la feria para conocer, para intercambiar.

Adicionalmente, la feria de ciencia, especialmente Expociencia - Expo-tecnología es un escenario diverso, en la que, junto con los proyectos de los estudiantes, los posters de semilleros de investigación, se realizan conferencias, se muestra lo que hace el sector industrial, las instituciones estatales, las universidades y sus investigadores e, incluso, los estudiantes pueden interactuar con

exposiciones interactivas o participar en talleres que permiten tener experiencias prácticas sobre diversas temáticas; en suma, un universo o ambiente que muestra la diversidad y la riqueza que implica el sector de la ciencia.

El participar en la feria no es un asunto menor, es un ejercicio que, como anotan Laurence J. Bellipenni y James Edward Lilly [2] implica “hacer preguntas, planear y hacer investigación, usar y hacer uso apropiado de técnicas para recopilar

datos, así como, pensamiento crítico y lógico para relacionar evidencia y explicaciones, construir y analizar alternativas, como también, comunicar con argumentos científicos”. En edad temprana, tener la experiencia de la feria, además de despertar el interés por la ciencia, permite desarrollar destrezas y apropiar el manejo de conceptos básicos sobre ciencia. Aspectos que, sin lugar a duda, abren la oportunidad de considerar el camino de la formación científica en la edad posterior.



Figura 1. Cuadro de relaciones pedagógicas/aprendizajes que propicia la feria
Fuente: elaboración propia.

Para los maestros y la institución escolar, a su vez, acompañar y motivar a los alumnos es un reto pedagógico que implica despertar el interés por el evento, orientar la elección del tema, los pasos por seguir, la metodología, acompañar la experimentación y la preparación de la estrategia de comunicación; en síntesis, estar ahí para dar respaldo y confianza, así como reconocer los logros y los

aspectos de aprendizaje de los fracasos, él, el maestro, es el alma y la constancia para que los alumnos mantengan el interés. Pero también, es quien, muchas veces, tiene que conseguir y asegurar los recursos económicos, los respaldos administrativos y los permisos que implican llevar los alumnos fuera del aula, convencer sobre la importancia de vivir y participar en la feria para sus alumnos, estar pendiente

de ellos, de su seguridad y bienestar.

En específico, haciendo seguimiento a los proyectos presentados en la Expociencia Tolima 2022, indagamos e hicimos seguimiento a los cerca de 440 grupos que presentaron proyectos², para conocer el momento antes y los preparativos para presentar la propuesta (la experiencia en el aula), en concreto lo que pasa en el aula para preparar su participación en la feria con el proyecto:

A) El origen del tema, las razones de su elección: en gran medida, los temas tratados en esta versión surgieron de situaciones o necesidades propias, por afectaciones que tiene de la comunidad y la intención de dar solución a ellas. De ahí que, la mayoría de los proyectos trataron de asuntos ambientales y se enfocaron a solucionar problemas de contaminación del suelo y del agua, problemas sociales y situaciones que afectan las relaciones entre jóvenes, así como proyectos que intentan apropiación e implementación de principios acerca de la tecnología electrónica y de sistemas.

B) Sobre los recursos materiales, aspectos y tareas realizadas: los autores de los proyectos presentados anotaron cómo se vieron obligados a hacer uso de la creatividad para reutilizar mate-

riales y de cosas a la mano, partiendo de esquemas, uso de marcadores, documentando las situaciones que muestran el problema, trabajando en grupos y acompañando el proceso de la mano de padres y maestros. Algunos relacionan el uso de diario de campo, otros trabajaron apoyándose con el uso de computadoras, como también, utilizando componentes electrónicos, impresión 3D o sensores de diverso tipo para avanzar en sus proyectos.

C) Los referentes teóricos y científicos: tal vez, es el aspecto más débil, en relación con lo que debería ser un proceso riguroso, pues, aunque respondieron a la pregunta suministrando evidencias de referentes y soporte teórico en el avance de los proyectos como guías técnicas, manuales, enlaces de Internet o videos, se trata de información muy general y parcialmente verificada en redes y textos básicos. Algunos mencionaron como fuente algunos

² Encuesta realizada a través de Google, Expociencia-experiencia en el aula realizada desde el 8 de abril del 2022 hasta un día antes de la feria. Igualmente, se tomó información de las propuestas presentadas para participar en la feria, en la cual ellos deben indicar y suministrar información sobre algunos de los aspectos del proyecto presentado.

documentos de instituciones de apoyo, como el SENA o el proyecto ONDAS. Llama la atención el reclamo por falta de biblioteca en algunas instituciones escolares.

D) Las fuentes para participar y quién las gestiona: en este punto se constata cómo los gestores principales de los proyectos son los docentes y la principal fuente económica de financiamiento son las mismas instituciones escolares y los padres de familia. Aunque algunos proyectos presentados tenían origen en el apoyo de instituciones estatales del sector de la educación.

E) Los ensayos, pruebas y montajes, experimentos que anteceden: de los proyectos presentados se puede comentar que son el fruto de procesos y situaciones informales, elaboraciones artesanales apoyadas en bocetos y prototipos básicos, contruidos con materiales de objetos reciclados, perfeccionados por el proceso de ensayo y error. La observación sistemática, la elaboración y el seguimiento a través de instrumentos no es común. Los proyectos que se enfocan en montar, demostrar o lograr algún funcionamiento a partir de partes electrónicas, se

apoyan en manuales técnicos y videos demostrativos; en estos casos, la prueba se enfoca en lograr el efecto o funcionamiento del recurso electrónico utilizado aplicándolo a alguna situación o problemática específica de su interés.

F) El aprendizaje que se desprende de la realización del proyecto: es evidente que los docentes que participan apoyando a los alumnos en la presentación de los proyectos saben el valor y el potencial formativo que aporta la participación de sus alumnos, anotan y resaltan la importancia del reto que ello significa, del valor del trabajo en colectivo, el potencial del aula para abordar temas de la comunidad, lo importante y pertinente para avanzar e instalar conciencia ambiental y social en los alumnos. Resaltan que los alumnos mejoran en sus capacidades de comunicación y gestión de conocimientos, que los alumnos logran en motivación e interés por los temas científicos, que desarrollan destrezas y competencias para la realización de documentos, para el uso de elementos técnicos y electrónicos, así como, en seguir protocolos y procesos de seguimiento y observación para la investigación.

También se pudo evidenciar que el proceso de aprendizaje trasciende al ámbito escolar, pues, en muchos casos, los padres y familiares de los alumnos apoyaron y se hicieron partícipes de las actividades que se desprenden de la realización del proyecto.

Los maestros también constatan cómo el hecho de participar en la feria les permite a los alumnos mejorar y avanzar en su capacidad de argumentación y apropiación, así como, en el interés en realizar actividades extra clase en la institución escolar.



Figura 2. Estudiantes en ExpoInfantil 2022
Fuente: Colegio Franciscano Jiménez de Cisneros.

Ya en la realización del evento realizamos seguimiento al proceso de comunicación e intercambio que se propicia (la experiencia en la feria), especialmente, enfocando la observación en:

A) Cómo se organizan en el espacio: se apropian del espacio con entusiasmo, mostrando imágenes y elementos relacionados con la institución a la que pertenecen y al proyecto, lo decoran con elementos típicos de su región e,

incluso en algunos casos, se visten como pequeños científicos para mostrar el proyecto, con el traje típico o con el uniforme del colegio.

B) Lo que presentan: no se complican, sus pequeños stands se componen de fotos, carteleras con diagramas o posters, montajes del experimento a escala, equipos portátiles o pequeñas muestra de plantas o de resultados del proyecto.

- C) **Cómo comunica:** los jóvenes creen y son muy orgullosos de su proyecto; cuentan con entusiasmo y buscan personas, y las llevan hasta su stand para mostrar su proyecto; se evidencia un pequeño guion que repiten e intentan mostrar las evidencias de sus logros. Están atentos de los otros grupos y de lo que presentan; recorren otros stands y otras actividades de la feria en intercambio entre su rol como expositores y cómo experimentadores esta.



Figura 3. Estudiantes expositores en ExpoInfantil 2022
Fuente: recopilación fotográfica ExpoCiencia

A manera de conclusión

No cabe la menor duda del valor y la importancia de que los jóvenes de las diferentes instituciones escolares participan en la feria, de cómo ello se convierte es un rito que implica y potencia actividades en el aula y la escuela, y que luego, ya en la feria, al tener que presentar su proyecto, permite que esos jóvenes se acerquen y construyan imágenes sobre las prácticas de la ciencia. Los pasos que implica participar, el rol que juegan los tutores que asigna Avanciencia para orientarlos y acompañarlos, el compromiso de los maestros y de los jóvenes y sus familias construyen vivencias e imágenes positivas que pueden propiciar vocaciones científicas.

Sin embargo, hay algunos aspectos que hay que mejorar en la organización, como más claridad en las reglas de participación, en el momento de intervención de los tutores y en plantear estrategias para motivar a los estudiantes a participar con proyectos que relacionen y traten principios sobre

química, física y matemáticas, temas, en gran medida, ausentes en la versión 2022 y fundamentales en el avance de la investigación científica.

No es fácil participar y realizar la feria en las distintas regiones de Colombia, pero es indudable que la feria de ciencias, la xpotencia-empotecnología que organiza Avanciencia funge como ambiente de aprendizaje y motivador fundamental para que los jóvenes colombianos conozcan lo que hace la comunidad, tengan “experiencias” y conozcan algunos de sus discursos, se familiaricen con las prácticas y formas en las que se comunica y avanza la ciencia y complementen la formación y educación que reciben en sus instituciones escolares.

Bibliografía

[1] SM Scripps Science Fairs Before Sputnik: Adolescent Scientific Culture in Contemporary

America. University of North Carolina. 2014.

[2] J Lawrence Bencze, G Bowen. A National Science Fair: Exhibiting support for the knowledge economy. International Journal of Science Education. 2009. 2459-2483.

[3] L Belipanni, L James Edward. Science and Children. 1999; 36(8): 46-50.

[4] J Max. "Queen Science" Lost Her Crown: A Brief Social History of Science Fairs and the Marginalization of Social Sociation. Sociation Today. 2004; 2(2).

[5] DS Preciado García. La enseñanza de la física; una mirada desde expotencia Juvenil. Bogotá: tesis grado, Universidad Caldas; 2014.

[6] GA Stresman. A rationale for the development of science fairs as a tool for effective science research education. 2007.

[6] F William, T Mc Comas. The Science Fair: A New Look at an Old Tradition. The Science Teacher. November 2011; 34-38.



Humberto Antonio Muñoz Tenjo

Director Área de Diseño- Facultad Artes

Profesor titular Universidad Nacional de Colombia.
Egresado del doctorado en Diseño y Creación de la Universidad de Caldas en el año 2015.

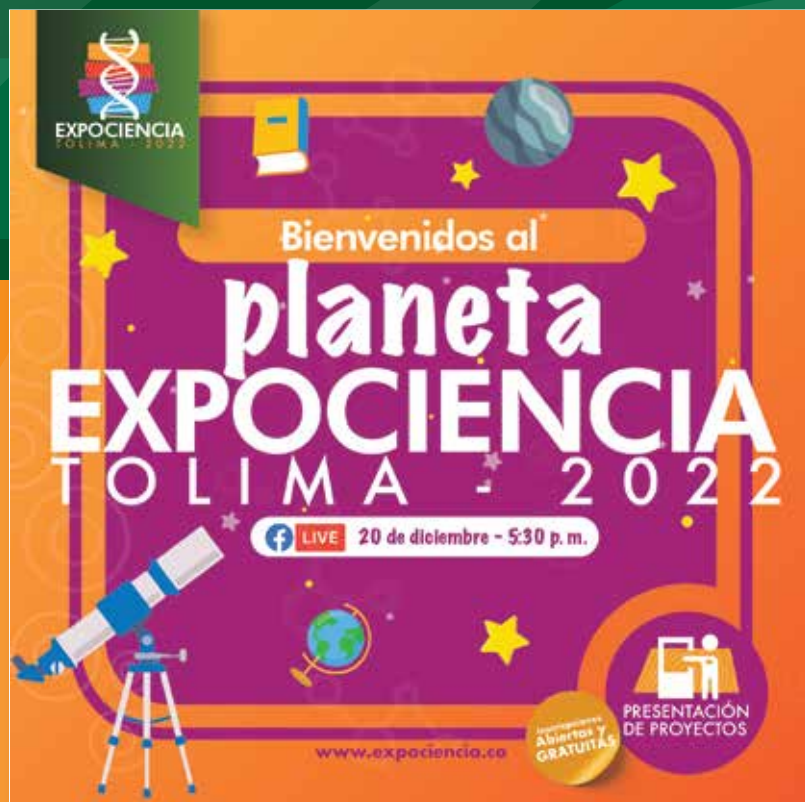


Galerías y Experiencias ExpoCiencia 2022

Divulgación y alcance de EXPOCIENCIA 2022

ExpoCiencia Tolima 2022 contó con una amplia estrategia de divulgación, que involucró medios escritos, gráficos y audiovisuales, así como el desarrollo y participación en eventos de divulgación, lanzamiento y promoción en múltiples modalidades.

Esta estrategia fomentó la participación de 3166 asistentes, 444 proyectos escolares y la construcción de una comunidad virtual de aproximadamente 3704 personas.





“La estrategia de divulgación del evento, abarcó una gran variedad de actores y medios, procurando alcanzar a la mayor cantidad de instituciones y actores educativos posibles.

En total el evento alcanzó a más de dos mil estudiantes provenientes de 28 departamentos de Colombia.”

Jessica Nomensqui, participe del equipo de conceptualización.





Artículo de Divulgación Científica:

Todos sabemos que la ciencia es importante, pero ¿cómo nos involucramos?

Cristhian Mejía Nieto

Resumen

La mayor parte de las personas consideran que la ciencia es importante, pero ¿participan activamente en el proceso de entender, generar o aprovechar el conocimiento científico? Ahora bien, es cierto que no todos queremos ser científicos, ni tampoco tenemos que serlo. Entonces, ¿cómo nos involucramos? En este artículo de divulgación analizamos cómo ExpoCiencia, una feria colombiana con más de 30 años de trayectoria, puede incidir en la forma como las personas y las organizaciones se involucran con la ciencia.

Palabras clave: Ferias de ciencia, cultura científica, vocaciones científicas, apropiación social del conocimiento.

Introducción

Si preguntamos sobre la importancia de la ciencia, seguro la gran mayoría de las personas responderán que es importante. De hecho, hicimos el experimento con el público de ExpoCiencia Tolima 2022, antes de que participaran en el evento: el 98 % de los encuestados respondieron afirma-

tivamente y el 96 % tuvieron una opinión positiva sobre la ciencia. Lo anterior quiere decir que dicha percepción no es necesariamente un resultado de la feria.

Sin embargo, la cultura científica va más allá de la percepción que tienen las personas sobre la ciencia, puesto que implica, entre otras cosas, su participación en la construcción y el uso del conocimiento, especialmente, en la toma de decisiones que los afectan, así como en la vocación de cierto número de esas personas para convertirse en científicos.

En este sentido, se reconoce, generalmente, que las ferias de ciencia contribuyen al propósito de promover la cultura y las vocaciones científicas. Por ello, en Colombia se han llevado a cabo distintas ferias de este tipo, dentro de las que se destaca ExpoCiencia por su trayectoria y reconocimiento en el ámbito nacional.

En el 2022, esta feria se realizó en Ibagué (Tolima). A través de encuestas y entrevistas realizadas a los participantes, antes y después del evento, buscamos entender cómo ExpoCiencia puede incidir en el involucramiento de

las personas con la ciencia; de lo anterior evidenciamos que la feria no solo afianza su percepción positiva, sino que también genera espacios, experiencias y oportunidades para promover las vocaciones científicas, así como para entender, generar y aprovechar el conocimiento científico, a pesar de que existen barreras por superar en este sentido.

Cultura y vocaciones científicas

Se ha dicho mucho acerca de la cultura científica. Resumiendo, algunos la entienden como el conjunto de creencias, prácticas y valores que comparten los científicos. Otros la conciben como el conjunto de conocimientos, percepciones y actitudes que comparten los ciudadanos hacia la ciencia y sobre cómo aprovecharla¹ [1],[2]. Para ser prácticos, haremos referencia en este artículo a la segunda de estas dos definiciones, porque, en el marco de la apropiación social del conocimiento, nos interesa entender cómo las personas perciben, comparten y aprovechan la ciencia, más que adentrarnos de forma aislada en el mundo de los científicos.

Con el propósito de promover dicha cultura, una de las prioridades ha sido incentivar vocaciones y profesiones científicas en niños y jóvenes, especialmente, en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería, y matemáticas, conocidas como áreas STEM (por sus siglas en inglés) [3] y [4].

La justificación, en este mundo, esencialmente práctico, es que se requiere urgentemente de talento humano calificado para la economía basada en el conocimiento [5] y [6]. Pero, más allá de eso, con decisiones políticas y económicas adecuadas, la promoción de vocaciones científicas es también una forma de cerrar brechas de inequidad, ya que aquellos niños y jóvenes que se conviertan en profesionales STEM tendrán más y mejores oportunidades.

Por lo anterior, si entendemos que la ciencia y la tecnología son actualmente herramientas indispensables para el desarrollo económico, educativo y cultural de los pueblos [1], la promoción de la cultura y las vocaciones científicas, desde la temprana edad [7], debería involucrarnos, y ser un compromiso de todos, especialmente en Colombia, entre otras razones, porque somos uno de los países donde existe mayor desigualdad, de acuerdo con el Coeficiente de Gini, porque

¹ Por ejemplo, de acuerdo con [1], la cultura científica corresponde a “Conjuntos de representaciones (creencias, conocimientos, teorías, modelos), de normas, reglas, valores y pautas de conducta que tienen los agentes de los sistemas técnicos, científicos o tecnocientíficos, y que son indispensables para que funcione el sistema, por un lado; y los conjuntos de esos mismos elementos que son relevantes para la comprensión, la evaluación, y las posibilidades de aprovechamiento de la técnica, de la tecnología, de la ciencia y de la tecnociencia por parte de una sociedad, de un pueblo o de ciertos grupos sociales. Es decir, se trata del conjunto de elementos que conforman las actitudes sobre la ciencia y la tecnología”.

nuestros resultados en innovación² y competitividad³ aún pueden mejorar significativamente, y porque, a pesar de lo anterior, tenemos la oportunidad y la capacidad de transformar el futuro de nuestro país, si encontramos un propósito como sociedad y aprovechamos el conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación para alcanzarlo.

Las ferias de ciencia y la cultura científica

Generalmente, se reconoce que las ferias de ciencia contribuyen a promover la cultura y las vocaciones científicas, entre otras razones, porque les ofrecen a los estudiantes la oportunidad de ponerse en la piel de los científicos [8], es decir, en el rol de hacer preguntas, aplicar el método científico, hacer experimentos, presentar resultados, entre otras prácticas que forman actitudes hacia la ciencia y que se mantienen, incluso, hasta la edad adulta. En el caso de los estudiantes que se convertirán en científicos, ayudan a construir bases sólidas para sus futuras prácticas de investigación [9] y [10].

Adicionalmente, los entornos de aprendizaje extraescolar, como las ferias de ciencia, pueden contribuir al rendimiento académico de los estudiantes; así como a despertar su interés, su curiosidad, y su

motivación; a mejorar sus habilidades de investigación, comunicativo - sociales y para resolver problemas, entre otras [4], [11], y [12].

ExpoCiencia Tolima 2022

En Colombia se han llevado a cabo distintas ferias de ciencia, de mayor y menor magnitud, dentro de las que se destaca ExpoCiencia por su trayectoria de más de 30 años y su reconocimiento en el ámbito nacional. ExpoCiencia es una feria organizada por AvanCiencia, desde 1989, como espacio dedicado a la promoción de vocaciones científicas en niños y jóvenes en el territorio nacional, y además con el objetivo de “articular en un mismo escenario, a diferentes actores sociales, de manera amplia y pública, tejer puentes y propiciar espacios de encuentro entre la comunidad educativa, los científicos, los jóvenes, los ciudadanos y los responsables del sector público y de Gobierno [13].

La última versión de Expociencia, llevada a cabo en Ibagué (Tolima), en el 2022, contó con la participación de más de 3100 asistentes, 249 proyectos de ciencia presentados por niños y jóvenes expositores, y 33 organizaciones entre universidades, empresas, instituciones gubernamentales y entidades sin ánimo de lucro, que concurrieron para contribuir al objetivo de esta versión de la feria: “Fomentar a nivel regional, la cultura científica desde el núcleo familiar, empresarial, académico y medios de

² Colombia ocupa el puesto 67 entre 132 países en el Índice Global de Innovación.

³ Colombia ocupa el puesto 34 entre 43 países en el Índice Global de Competitividad.

comunicación, para re- conocer el valor del conocimiento científico para el progreso del país” [14].

ExpoCiencia, la cultura y las vocaciones científicas

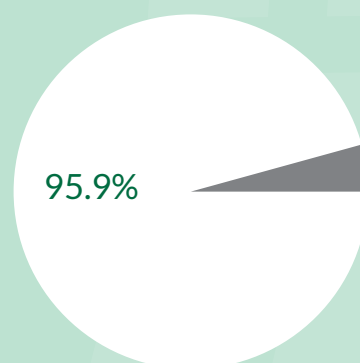
Aprovechando esta oportunidad, decidimos indagar acerca de la incidencia que tiene ExpoCiencia en la cultura y las vocaciones científicas de sus participantes. Para ello, se realizaron encuestas antes y después del evento, sobre la percepción de la ciencia en el público general de la feria y también sobre

vocaciones profesionales; en este último caso, solamente se aplicó la encuesta a estudiantes de grado 11.º quienes estaban a punto de tomar decisiones sobre su futuro profesional.

Al respecto, se evidenció que, incluso, antes de la feria, las personas tienen por regla general posiciones favorables hacia la ciencia, el valor del conocimiento científico y las profesiones científicas, y solo un porcentaje muy pequeño no ha formado una opinión al respecto.

Calificarías tu opinión sobre la ciencia como: 245 respuestas

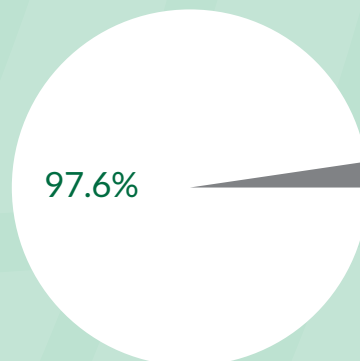
- Positiva
- Negativa
- No he formado una opinión sobre la ciencia



*Figura 1. Calificación de opiniones sobre la ciencia
Fuente: elaboración propia.*

¿Consideras que el conocimiento científico es importante? 245 respuestas:

- Si
- No
- No lo sé



*Figura 2. ¿Consideras que el conocimiento científico es importante?
Fuente: elaboración propia.*

Por lo anterior, no es posible atribuirle a la feria la percepción favorable que tienen los asistentes sobre la ciencia. Sin embargo, si entendemos que la cultura científica es algo que debe fortalecerse constantemente, es claro, de acuerdo con las encuestas, que ExpoCiencia genera experiencias significativas para reforzar o afianzar esa percepción, por ejemplo, al permitir el contacto cercano con los

científicos o cuando se amplía el panorama sobre la ciencia y sus aplicaciones; o simplemente al promover la idea de que todos podemos ser científicos.

A continuación, algunos de los comentarios realizados por los encuestados después del evento, sobre la incidencia que tuvo la feria en su opinión sobre la ciencia.

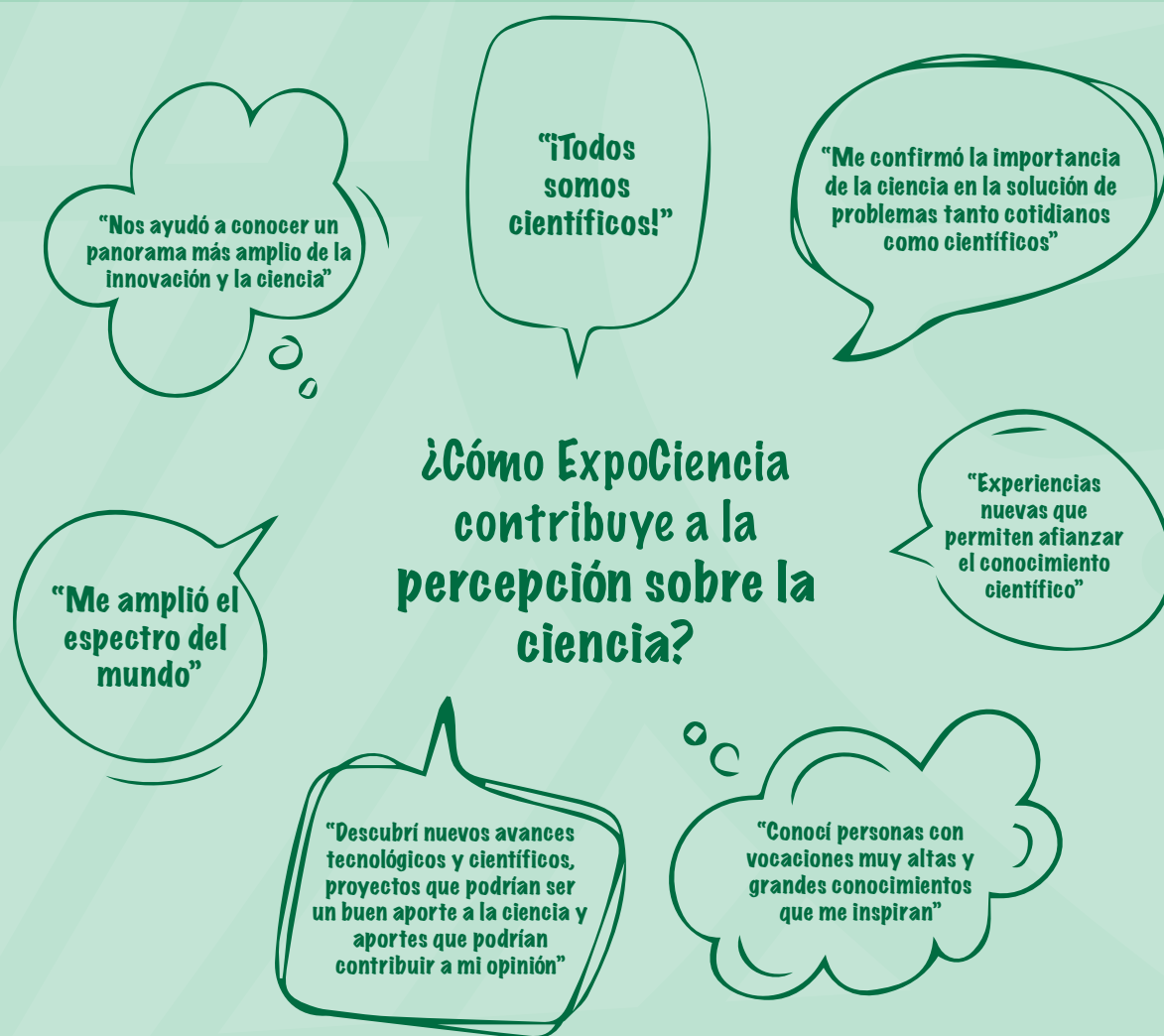


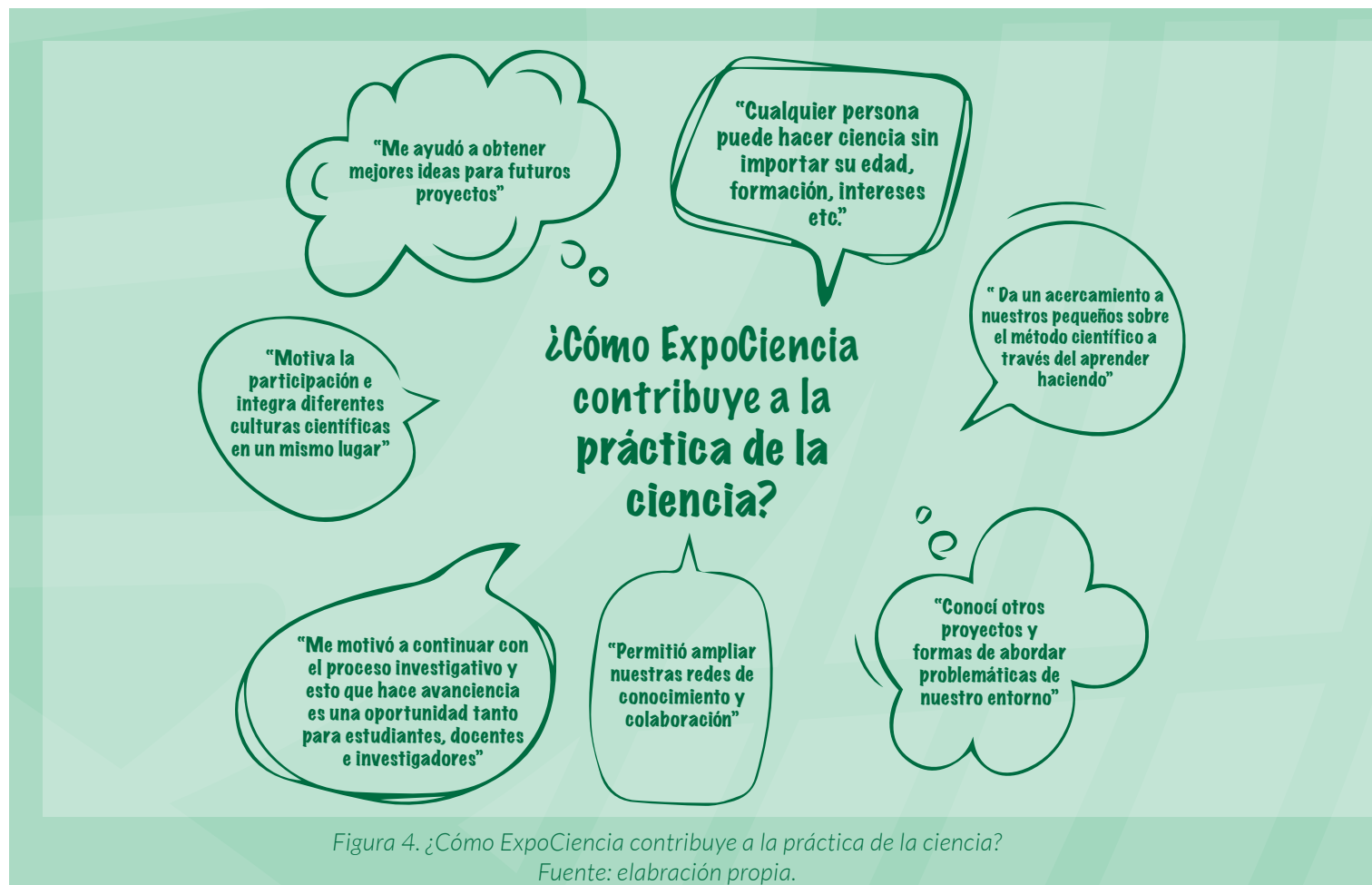
Figura 3. ¿Cómo ExpoCiencia contribuye a la percepción sobre la ciencia?
Fuente: elaboración propia.

Pero, además, ExpoCiencia aporta valor al generar espacios, experiencias y oportunidades a través de las cuales, las personas se involucran con la ciencia. Por ejemplo, los niños y jóvenes que presentan sus proyectos aprenden y se involucran en las prácticas científicas en conjunto con sus compañeros, maestros y familiares, quienes desempeñan un rol fundamental en la selección, la preparación y la presentación de los proyectos.

Por su parte, las universidades, las empresas, el gobierno y las organizaciones participantes presentan sus

propias iniciativas en ciencia y tecnología, generan oportunidades y contribuyen con incentivos para premiar a los mejores proyectos de los estudiantes. También los asistentes a la feria participan activamente en las experiencias científicas y, en resumen, todos los actores interactúan, generan redes e identifican posibilidades de colaboración alrededor de la ciencia.

A continuación, algunos comentarios que evidencian la incidencia de la feria en la forma como las personas se involucran a través de la práctica de la ciencia:



En relación con la promoción de vocaciones científicas, el 85,7 % de los estudiantes de grado 11.º que participaron y respondieron la encuesta después de la feria

manifestaron que esta incidió en su decisión sobre vocación profesional, lo cual podría motivarlos a involucrarse en una carrera científica o tecnológica.

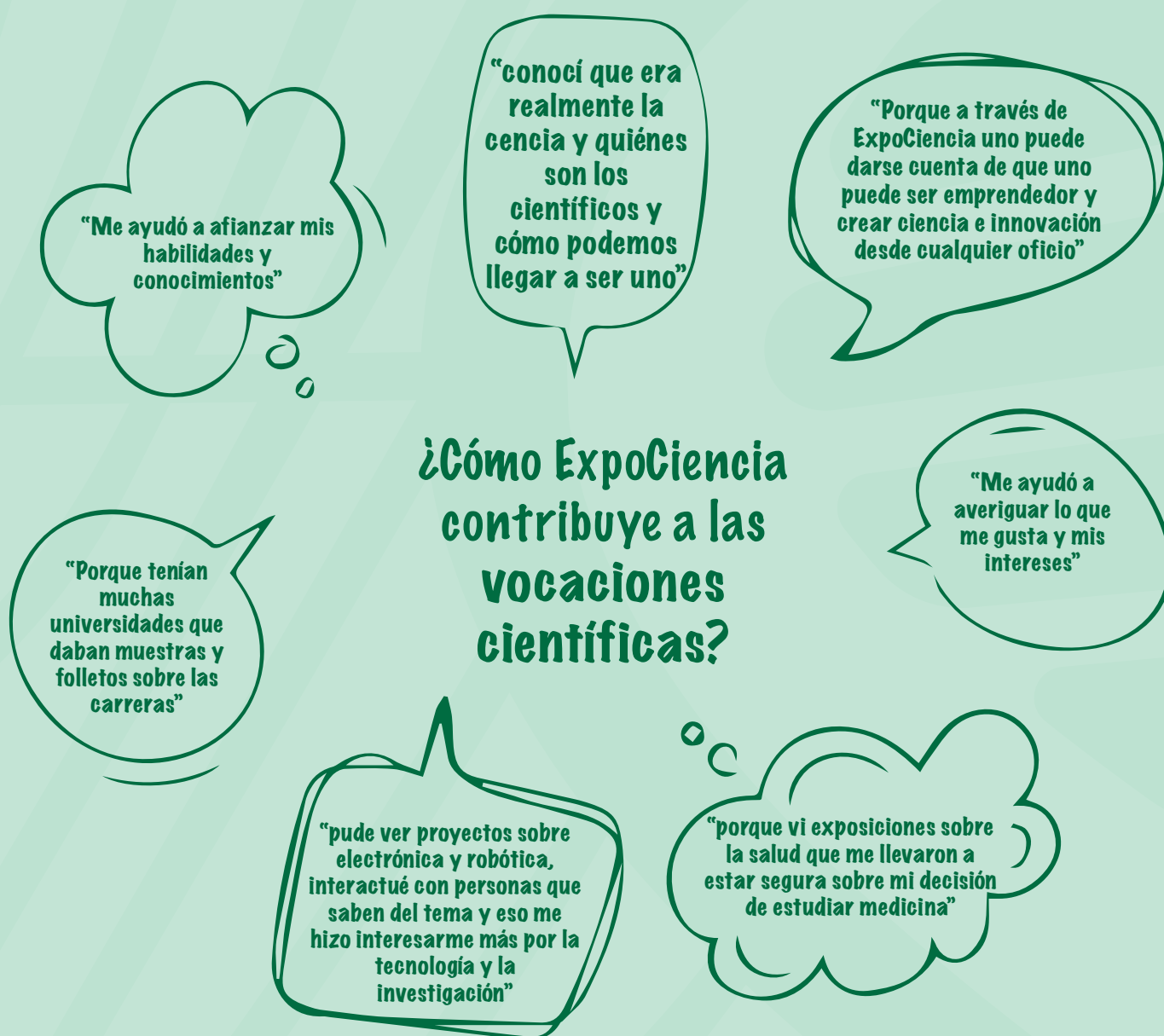


Figura 5. ¿Cómo ExpoCiencia contribuye a las vocaciones científicas?
Fuente: elaboración propia.

Barreras para el involucramiento en la ciencia

A pesar de lo anterior, también identificamos que existen algunas barreras para que las personas, especialmente niños y jóvenes que participan en la feria, se involucren con la ciencia. Por ejemplo, al indagar sobre las vocaciones profesionales de los estudiantes de grado 11.º, el 8,4 % de los encuestados aún no sabían si seguirían estudiando, y aunque es un porcentaje aparentemente bajo, preocupa que la falta de recursos económicos sea uno de los obstáculos más mencionados, al igual

que la autopercepción negativa de algunos estudiantes sobre sus propias capacidades, y la incertidumbre sobre el futuro.

Adicionalmente, se manifestó que los niños de municipios lejanos pueden tener dificultades para acceder a materiales, equipos e infraestructura para hacer ciencia, ya que algunos colegios no cuentan con estos recursos. Para enfrentar esta situación, los encuestados resaltaron la importancia de vincular a las universidades y también la necesidad de gestionar financiación para la realización de los proyectos.

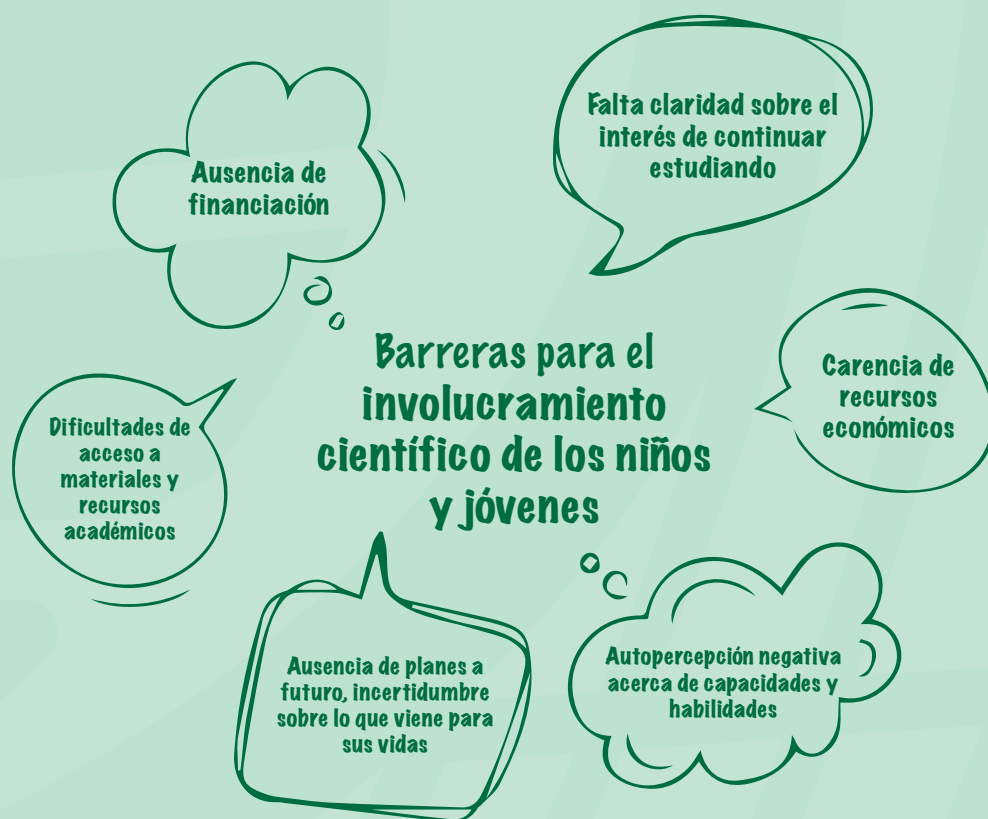


Figura 6. Barreras para el involucramiento científico
Fuente: elaboración propia.

Conclusión

Casi todos sabemos que la ciencia es importante, pero no todos sabemos cómo involucrarnos. Por esta razón, Expociencia es un espacio valioso, no solo para afianzar la percepción favorable que tienen las personas sobre la ciencia, sino también para contribuir a que esas mismas personas, especialmente niños y jóvenes, se involucren, aprendan y participen activamente en la práctica de la ciencia, generen redes de conocimiento y, en la medida de lo posible, encuentren o fortalezcan sus vocaciones científicas.

Esto solo seguirá siendo posible gracias al involucramiento y el compromiso de los distintos actores: universidades, empresas, Estado y sociedad civil que concurren en esta feria; de los profesores y familiares que creen en su importancia y, a pesar de las dificultades, apoyan la iniciativa de los estudiantes; de los organizadores que articulan todos los esfuerzos alrededor de este propósito común y que, ahora, deberán seguir

convocando a más actores con el fin de que cada vez más personas quieran involucrarse con la ciencia, y se eliminen las barreras existentes para que puedan hacerlo.

Bibliografía

- [1] O León. La cultura científica y tecnológica en el tránsito a la sociedad del conocimiento. Revista de la Educación Superior. 2005; XXXIV, No. 136: 49-63.
- [2] MA Quintanilla Fisac. La ciencia y la cultura científica. ArtefaCToS; 2010; 3(1): 31-48.
- [3] J Yang, T LaBounty, S Ekker, C Pierret. Students being and becoming scientists: measured success in a novel science education partnership. Palgrave Communications; 2016.
- [4] M Koomen, M Hedenstrom, M Moran. Rubbing elbows with them: Building capacity in STEM through science and engineering fairs. Science Education. 2021;105: 541-579.
- [5] JL Bencze, GM Bowen. A National Science Fair: Exhibiting support for the knowledge economy. International Journal of Science Education. 2009. 2459-2483.

[6] JA López Cerezo. Participación ciudadana y cultura científica. ARBOR Ciencia Pensamiento y Cultura. 2005; CLXXXI(715): 351-362.

[7] M Luraschi, R Rezzonico, G Pellegrini. The Chemist, that Madman! How Children Perceive Science. CHIMIA. 2012; 66(11): 820-825.

[8] F Grinnell, S Dalley, K Shepherd, J Reisch. High school science fair: Student opinions regarding whether participation should be required or optional and why. PLOS ONE. 2018: 1-16.

[9] K Mackey, T Culberston. Science Fairs for Science Literacy. Eos. 2014; 95(10, 11): 89-90.

[10] M Koomen, E. Rodríguez, A. Hoffman, C Petersen, K Oberhauser. Authentic science with citizen science and student-driven science fair projects. Science Education. 2018; 102: 593-644.

[11] F Grinnell, S Dalley, J Reisch. High school science fair: Positive and negative outcomes. PLOS ONE. 2020: 1-17.

[12] HI Yildirim. The Effect of Using Out-of-School Learning Environments in Science Teaching on Motivation for Learning Science. Participatory Educational Research (PER). 2020; 7(1): 143-161.

[13] H Muñoz Tenjo. Definiendo el sentido de la XIV Expociencia - Expotecnología 2015.

[14] Avanciencia, Universidad de Ibagué. Propuesta SIGP: Expociencia Tolima: Hacia una cultura científica regional. Código SIGP No. 74448. 2020.



Cristhian Mejía Nieto

Consultor en transferencia de tecnología y gestión de ciencia, tecnología e innovación

Miembro Activo de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia - AvanCiencia. Consultor de Connect Bogotá Región y Créame Incubadora de Empresas. Magíster en Derecho Privado Económico. Universidad Nacional de Colombia. 2021.



Galerías y Experiencias ExpoCiencia 2022

Innauguración de EXPOCIENCIA 2022

El pasado 19 de Abril de 2022, se realizó la sesión de inauguración de ExpoCiencia Tolima 2022 en la Gobernación del Tolima. Un escenario que dió inicio la feria y que contó con más de 200 asistentes entre estudiantes, docentes, administrativos e instituciones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

En este espacio, directivos y organizadores de ExpoCiencia Tolima 2022 presentaron al público el evento y la amplia variedad de experiencias disponibles para los asistentes durante los tres días de feria del evento y la amplia variedad de experiencias disponibles para el público.



“Quedé sorprendido por la gran diversidad de proyectos y aprendí demasiado, no dudaré ni un poco en lanzarme a la próxima convocatoria.”

Ernesto Romero, Docente ponente en la feria.





“Llegamos al evento se sentía un ambiente de alegría pero sobre todo de curiosidad por saber que podía venir más adelante, siempre les hable a mis estudiantes que debemos disfrutar el camino, el proceso de estar ahí, de exponer, de conocer otras personas que llegan a hacer preguntas sobre lo que implementamos”

Carlos Vega, docente participante de la feria.





Artículo de Divulgación Científica:

Innovando en la feria

Rafael Hurtado

Resumen

Los procesos de innovación se dan en contextos en los que convergen visiones, experiencias y conocimiento. Este escrito presenta a las ferias de ciencia y tecnología como escenarios privilegiados para procesos de innovación debido a el papel que juegan la comunicación, la novedad y las emociones relacionadas con las sorpresas. Asimismo, trata como caso el de Expociencia 2022, en la cual varios grupos de investigación y dos instituciones de educación media tuvieron la oportunidad de exhibir sus experiencias sobre el monitoreo del agua. Por último, presenta brevemente las innovaciones que resultaron de sus interacciones.

Palabras clave: agua, feria, innovación.

Abstract

Innovation processes occur in contexts where visions, experiences and knowledge converge. This paper presents science and technology fairs as privileged scenarios for innovation processes due to the role played by communication, novelty and emotions related to surprise. It deals with the case of

Expociencia 2022, where several research groups and two secondary education institutions had the opportunity to exhibit their experiences on water monitoring and briefly presents the innovations that resulted from their interactions.

Keywords: fair, innovation, water.

A los seres humanos nos encantan las emociones. Charles Darwin propuso que las emociones son necesarias para la vida de los animales y los humanos ya que hacen parte de nuestros ritos de reproducción, nos alertan y estimulan para salvar los peligros, también configuran fuerzas que determinan los caminos de la evolución. Más allá de esta visión, las emociones no solo nos sirven para sobrevivir, sino que también nos dan retribuciones especiales tanto a los seres humanos como a otros seres vivos; claramente, se las dan a mi perro que disfruta el juego, tal vez, tanto o más que yo.

Entre las emociones más fuertes se encuentran aquellas relacionadas con la sorpresa y que ocurren tanto en nuestro cuerpo; por ejemplo, cuando nos montamos

en una montaña rusa, como en nuestra mente, un caso es el del humor que siempre viene de lo inesperado, muchas veces de lo irracional o lo absurdo.

La sorpresa hace parte de nuestra vida de muchas maneras y una de ellas es la novedad. Evolutivamente, probar nuevas opciones puede aumentar o disminuir nuestras probabilidades de sobrevivir o de reproducirnos, pueden diferenciarnos de los demás individuos de nuestra especie y darnos ventajas o desventajas con respecto a ellos. De manera análoga a como los seres vivos pueden encontrar alterativas en nichos de sus ecosistemas, las empresas pueden encontrar oportunidades en el mercado y los seres humanos en su entorno social.

La innovación, al igual que el desarrollo del conocimiento humano, es un proceso social, ocurre en contextos en los que es posible poner en relación conceptos o situaciones, por decirlo desde la terminología de la complejidad, en los cuales emergen nuevas ideas que se distinguen de las previas. Posiblemente, uno de los principales motivos por los cuales las sociedades humanas llevan un proceso de desarrollo científico, tecnológico y de innovación acelerado es el aumento permanente de la comunicación y con ella de oportunidades de ver al otro, lo que hace, lo que inventa y de dialogar con él. Algo que ilustra el valor de estos procesos sociales es la naturaleza misma de la propiedad intelectual sobre las invenciones, específicamente, de las patentes

que, además de requerir una novedad, son un reconocimiento de la sociedad a quienes ponen el conocimiento propio a disposición de todos.

La comunicación humana es extraordinariamente sofisticada e involucra emociones de naturaleza muy diversa, desde aquellas que nos conectan a aspectos primitivos de nuestra evolución, digamos nuestra animalidad, o la emoción que nos produce entender conceptos abstractos. Curiosamente, la comunicación humana nos estructura como individuos y como sociedad, de manera especial aquella comunicación que es exclusiva de los seres humanos y que se basa en la construcción de representaciones mentales, como la de la lengua. Por ejemplo, el desarrollo de los mecanismos cognitivos necesarios para calcular matemáticamente depende de la construcción de representaciones lingüísticas de los números; me atrevo a afirmar que, sin las palabras adecuadas para nombrar los números, no habría matemáticas.

Además del dominio del fuego, la cerámica, la cocina y la lengua, un avance que distingue a los seres humanos es el comercio. Curiosamente, el comercio se da en escenarios de comunicación extra-ordinariamente ricos, su sentido más inmediato, que es obtener lo que no tengo y la oportunidad de conocer aquello que es distinto, convierten las plazas de mercado, los bazares y las ferias en escenarios privilegiados para, además de aprender y conocer, crear nuevas ideas e ingenios. Cuando menciono los bazares y ferias, no

puedo evitar traer a mi mente la imagen en Cien años de soledad del coronel Aureliano Buendía recordando que todos los años una familia de gitanos llevaba a Macondo los nuevos inventos y que un día su padre lo llevó a conocer el hielo. Con esta memoria llega también la de mi niñez de la Feria internacional de Bogotá, allí participaban con sus exhibiciones de productos e invenciones países de todo el mundo, entre ellos se destacaban Estados Unidos, Francia, Alemania, Japón, algunos latinoamericanos como Argentina, Brasil y México, y los misteriosos países comunistas como la Unión Soviética, Checoslovaquia y China. Todos los años esperaba esta feria con ilusión, expectante por esas maravillas que solo podía encontrar allí, y nunca salí defraudado, siempre quedé sorprendido con inventos increíbles que retaban lo que en mi lógica parecía posible.

Claro, entonces era muy niño y todo me maravillaba, aunque ya sabía que esos inventos que parecían imposibles no eran magia y debía existir alguna explicación sobre la manera como funcionaban, aun cuando no lograba imaginar cuál. Con el tiempo surgieron otras ferias que, al igual que la Feria internacional de Bogotá, tenían ese propósito comercial que motiva a los expositores y a muchos asistentes; recuerdo de manera especial Agroexpo, tal vez en esa feria no había tantos misterios, pero para mí, criado en el campo, ponía en

contacto esas invenciones y el conocimiento que las hacía posibles con un mundo que me era cercano.

Pero, en 1989, cuando me graduaba como físico de la Universidad Nacional de Colombia, todo cambió, se fundó una feria que mostraba las maravillas de la ciencia y la tecnología y sus entrañas, las mostraban muchos otros colombianos entre quienes había especialmente niños y jóvenes: Expociencia. Gracias al profesor Eduardo Posada por Expociencia, por Maloka, por el Centro Internacional de Física, gracias por haber puesto en movimiento ese talento de científicos, diseñadores, gestores, gracias por haber puesto en movimiento la mente de tantos colombianos.

Hoy por hoy, las ferias parecerían haber perdido ese sentido de ser la ocasión para maravillarnos y sorprendernos, ya que las tecnologías de la información nos han acercado tanto a las novedades del mundo y ellas mismas son tan extraordinarias que nos da la impresión de tenerlo todo en la palma de la mano, la ilusión de creer tener todas las preguntas y al mismo tiempo las respuestas, por lo que parecería que se han robado la esencia misma, el alma de las ferias. Esta nueva época en la cual el reloj imposible de Dick Tracy o el intercomunicador del capitán Kirck están en las manos de todos ¿quién no tiene o ha utilizado un celular?

En esta época de las tecnologías imposibles, nos hemos convertido en creyentes, creemos que todo es obvio y que funciona porque debe ser así; es una época en la cual no solo ignoramos y desconocemos los límites de la realidad, sino que también los negamos. La razón ha dejado de ser útil, porque se ha vuelto común que no nos hagamos las preguntas ni cuestionemos las respuestas, puesto que parecería que ya no hay posibilidad alguna de que nos sorprendamos o maravillamos con los inventos humanos y el descubrimiento de los fenómenos de la naturaleza. Pero, por fortuna, no es así, por fortuna, hay ocasiones en las cuales nos emocionamos con el conocimiento, a veces en el aula, a veces en Expociencia, frecuentemente tras los ojos de un niño o de un joven. Es esta peculiaridad que tiene Expociencia de convocar a niños y jóvenes para que sean visitantes y expositores que año a año la renueva, es como si marcarse el inicio de la primavera, aunque aquí en Colombia no tengamos estaciones.

Este año, 2022, por primera vez Expociencia no se realizó en Bogotá, sino que se realizó en Ibagué y fue la oportunidad para que esta feria volviese a ser niña, para que recobrara esa lozanía de ser ella misma: una sorpresa. Y para mí, que fui como expositor, fue la oportunidad para que

renaciera en mí ese ánimo de preguntarme y de buscar de manera sincera las respuestas. Participé en un equipo de casi cincuenta estudiantes y profesores de la Universidad Nacional, quienes fuimos invitados como Red de monitores del agua (Remona) para presentar nuestras experiencias y conocimiento sobre el agua en un lugar que bautizamos como La casa del agua y la luz, ubicado en la Casona de la Universidad de Ibagué, un escenario espectacular frente a un sonoro bosque.

El grupo de investigación de Econofísica y Sociofísica del Departamento de Física llevó sus kits de bajo costo para saber sobre la calidad del agua, que incluyen lupas, microscopios, medidores de conductividad eléctrica y de pH. Para entender el funcionamiento de estos kits y su aplicación, el Grupo de Campos y Partículas, también del Departamento de Física, realizó la presentación “Del Big bang a la molécula del agua”, un viaje desde los primeros segundos del Universo, cuando todo era una sopa de partículas elementales, al corazón de las estrellas, donde se producen los núcleos atómicos, para al final contarnos que son la carga eléctrica y los números mágicos de la mecánica cuántica los responsables de la conformación de las moléculas.



Figura 1. Del Big Bang a la molécula del agua
Fuente: elaboración propia.

Con los conceptos de carga eléctrica y de molécula, el Grupo de Microscopia Electrónica presentó experimentos sobre la conductividad eléctrica del agua, una de las propiedades más importantes para conocer sobre la calidad del agua. Se utilizó uno de los siete kits de laboratorio que desarrolló el Departamento de Física durante la pandemia, el cual tenía como objetivo realizar en las casas de los estudiantes los experimentos de los cursos de laboratorio y que ahora ofrece una solución de bajo costo para instituciones de educación media. El grupo de investigación en enseñanza de la física llevó su taller de fabricación de microscopios,

resultado de su experiencia en el diseño de soluciones de bajo costo para la educación y para las comunidades.



Figura 2. Estudiantes (IPARM) de la UNAL
Fuente: elaboración propia.

El poderoso Laboratorio de Ingeniería Ambiental, con sus semilleros de estudiantes del grupo de investigación Resiliencia y Saneamiento (RESA), presentaron los conceptos necesarios para entender de qué se trata la calidad del agua, cuáles son los factores que la determinan y cómo establecer algunas de las propiedades más importantes. Ellos, en su exhibición, llevaron pulgas de agua o Daphnias para explicar cómo estos pequeños crustáceos son bioindicadores de calidad del agua; además de mostrarlas en sus microscopios, implementaron juegos y llevaron un desarrollo llamado Acuatox, que

permite de manera simple y económica establecer si hay bacterias en el agua, uno de los problemas de contaminación más graves. Al final de su exhibición, mostraron sus filtros de agua y la manera de medir la turbidez como medio para entender su funcionamiento.

Los estudiantes del Instituto Pedagógico Arturo Ramírez Montufar de la Universidad Nacional presentaron las experiencias de sus expediciones, las cuales son más de diez y que van desde Bogotá hasta el Cabo de la Vela, pasando por zonas petroleras y carboníferas, así como por comunidades de pescadores e indígenas. En estas, además de medir la calidad del agua en más de 30 puntos y de recolectar muestras, realizan varias actividades con las comunidades.



Figura 3. Fabricación de microscopio óptico de bajo costo
Fuente: elaboración propia.

Un aliado de la Universidad Nacional en Remona es la institución de educación Manuela Ayala de Gaitán, de Facatativá, que monitorea la calidad del agua del Humedal las Tinguas. Ellos llevaron su experiencia de medición de calidad del agua y de trabajo con la comunidad para la conservación del humedal.

El Grupo de Óptica e Información Cuántica, del Departamento de Física, llevó su desarrollo para monitorear flujos en bocatomas de acueductos veredales, el cual permite saber cuándo se presentan taponamientos y tener mediciones automatizadas sobre la turbidez del agua. El Grupo de Materiales nanoestructurados y sus aplicaciones, también de Física, llevó su desarrollo del material Biochar para aplicar en filtros de agua, cuyas propiedades físicas, debidas a su nanoestructura y su fácil fabricación a partir de residuos de la soca del café, lo convierten en una solución de bajo costo.



Figura 4. Semillero de Investigación: Restauración y Saneamiento Ambiental
Fuente: elaboración propia.

El Laboratorio de Innovación en Alta Tensión y Energías Renovables (LIATER), de la Facultad de Ingeniería, integró al tema del agua su desarrollo de bajo costo para la utilización de energía solar; en este caso, para mover las bombas de los filtros de agua, y presentó su módulo para la educación de un kit sobre óptica.



Figura 5. Semillero de Investigación en Recurso Hídrico (Sigreh)
Fuente: elaboración propia.

¿Qué resultó de esta experiencia? A mi parecer, además de grandes emociones por conocer, resultaron varias innovaciones que sintetizan la diversidad de conocimientos, experiencias y visiones de quienes abrimos nuestra mente y nuestro corazón para tantos niños y jóvenes que nos visitaron y para nosotros mismos. Una de estas innovaciones es la

articulación de los desarrollos sobre filtros y energía solar, otra fue el diseño de un dispositivo de bajo costo para medir la turbidez del agua. También se encuentra la iniciativa de establecer en conjunto nuevos escenarios para presentar estas experiencias, que hemos llamado “Ferias populares del agua”, de la cual este ExpoCiencia habrá sido la primera.

¿Cuál fue el catalizador? Tal vez, el más importante fue entender lo que es importante para los demás; es decir, más que escuchar sobre una idea o posibilidad o necesidad, fue sentir la pasión con la cual reclamaban la urgencia de la innovación misma. Así, la comunicación que no solo porta información, sino que también por su expresión produce emociones es primordial. Es este hecho uno de los que hará que ExpoCiencia siempre sea un escenario privilegiado para la innovación.

Conclusión

Las ferias, y en especial las de ciencia y tecnología como ExpoCiencia, son escenarios en los cuales la lozanía de los niños y de los jóvenes, su avidez por

aprender y su disposición para emocionarse con el conocimiento los hace extraordinariamente vitales y propicios para la comunicación y con ella para la innovación, tanto tecnológica como social. ExpoCiencia en Colombia es un escenario único, insustituible, rico en emociones y en el cual chicos y grandes tenemos oportunidades singulares de construir nuevas ideas.

Referencias Fotográficas:

Foto 1. Del Big Bang a la molécula del agua: un viaje desde los primeros segundos del Universo al corazón de las estrellas, donde se producen los núcleos atómicos, para al final contarnos que son la carga eléctrica y los números mágicos de la mecánica cuántica los responsables de la conformación de las moléculas. Grupo de Econofísica y Sociofísica y Grupo de Campos y Partículas, Universidad Nacional de Colombia.

Foto 2. Estudiantes del Instituto Pedagógico Arturo Ramírez Montufar (IPARM) de la Universidad Nacional de Colombia exhibiendo los resultados de sus expediciones y realizando mediciones de calidad de muestras de agua de los participantes en Expociencia.

Foto 3. Fabricación de un microscopio óptico de bajo costo. Grupo de investigación en educación en Física, Universidad Nacional de Colombia.

Foto 4. Miembros el Semillero de Investigación en Restauración y Saneamiento Ambiental del Grupo de investigación Resiliencia y Saneamiento (RESA), Universidad Nacional de Colombia.

Foto 5. Miembros el Semillero de Investigación en Recurso Hídrico (Sigreh), Universidad Nacional de Colombia.



Rafael Germán Hurtado Heredia

Profesor de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.

Profesor asociado, líder del Grupo de investigación en Econofísica y Sociofísica, Departamento de Física. Doctor en Física nuclear y subnuclear de la Universidad de Perugia, Italia, en el año 1998.



Galerías y Experiencias ExpoCiencia 2022

EXPOINFANTIL Y EXPOJUVENIL 2022

ExpoInfantil y ExpoJuvenil, un escenario donde los protagonistas fueron los niños, niñas y jóvenes, provenientes de instituciones educativas departamentales, municipales y locales quienes desarrollaron proyectos de investigación científica.

Los estudiantes tuvieron la oportunidad de exponer y argumentar al público sus investigaciones, donde sus ideas, preguntas y curiosidad contribuyeron a la ciencia en el país.





"Fue una experiencia muy enriquecedora para mis estudiantes y para mí porque vimos proyectos muy variados, con un alto nivel y un amor por la ciencia que siempre debemos fomentar en los estudiantes. Nos sentimos acogidos, pudimos interactuar y ojalá con los contactos obtenidos, podamos generar alianzas y proyectos en conjunto."

María González, docente participante de la feria.

"Observamos el talento de exponentes muy jóvenes que se empoderan de su proyecto dando un gran ejemplo a una gran comunidad ciudadana que necesita urgente proyectos y trabajos de investigación."

Leonardo Tamayo, docente participante de la feria.





Artículo de Divulgación Científica:

Una ciencia al alcance de los niños: Expociencia en el Tolima.

Alfonso Reyes Alvarado

El pensamiento científico, como alternativa al dogma de las religiones, ha sido el principal aporte de la modernidad al desarrollo de la humanidad. Este logro se consolidó con la creación de la Universidad de Berlín hace un poco más de dos siglos. El principal distintivo de esta universidad fue el énfasis en la investigación, es decir, la creación de nuevo conocimiento que tuviese el potencial de mejorar la calidad de vida de los habitantes del planeta.

Es cierto que mal utilizados, los desarrollos de la ciencia y de su hermana melliza la tecnología ha sido responsables de los devastadores impactos de varias guerras y del calentamiento global. Pero, asimismo, a las dos les debemos el crecimiento continuo de la expectativa de vida en el último siglo, la posibilidad de los viajes espaciales, la ubicuidad que nos permiten las telecomunicaciones, la creación de nuevos materiales con propiedades fascinantes y un mejoramiento sorprendente de las medicinas y las herramientas tecnológicas, incluyendo robots, nanobots, impresoras 3D y la ingeniería genética que han revolucionado el tratamiento de enfermedades antes consideradas como incurables. Lo que era ciencia ficción, hoy es parte de nuestra vida cotidiana.

El desarrollo, en poco menos de dos años, de varias vacunas para hacerle frente a la pandemia de la COVID-19 es el ejemplo más reciente del impacto benéfico del desarrollo científico para la humanidad. Esta, ciertamente, no será la última pandemia, pero estaremos mejor preparados para la próxima. La anterior, la mal llamada “gripe española” duró dos años y dejó un poco más de 40 millones de muertos, cuando la población mundial era de 1700 millones. El desarrollo de las vacunas estaba en su infancia y producir una nueva en poco tiempo era algo poco más que utópico. No existía Internet, ni teléfonos celulares, ni redes sociales, por lo que el aislamiento, que fue la medida más efectiva para mitigar el contagio, fue también mucho más devastador, tanto por los efectos emocionales que causó en los individuos, como por la paralización de la economía al no poderse realizar ningún tipo de transacción por miedo al contagio. Afortunadamente, el planeta estaba menos interconectado, lo que hizo más lenta la propagación del virus.

Esta vez, y debido al vertiginoso desarrollo de la globalización, era prácticamente imposible detener la propagación de la COVID-19; en muy pocas semanas, el virus se esparció por todo el planeta. Se han

reportado un poco más de seis millones de fallecidos en el mundo, una cifra que, en todo caso, es mucho menor que los 40 millones que dejó la anterior pandemia.

En esta ocasión, además, teníamos internet, redes sociales y teléfonos inteligentes, lo que nos permitió sobrellevar en mejor medida el encerramiento colectivo. Pudimos mantener contacto con el mundo exterior desde nuestras casas, sostener vivas las relaciones con nuestros familiares y amigos, mantener un flujo importante de transacciones comerciales, así como actividades de trabajo y estudio desde el hogar.

Todos estos son ejemplos del impacto positivo de la ciencia para la humanidad. Por ello, es difícil comprender que en Colombia la inversión en ciencia y tecnología sea tan precaria en comparación con los otros miembros de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), grupo al cual Colombia ingresó recientemente.

Expociencia es un evento que fue concebido por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia en 1989. Su propósito es articular a los distintos actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para cultivar en los niños, niñas y jóvenes la vocación científica. Es a esa temprana edad en la que el pensamiento científico debe empezar a cultivarse, especialmente, en las niñas, quienes nuestra cultura ha marginado de este tipo de formación.



Figura 1. Expociencia 2015 - Equipo ganador
Fuente: archivo ExpoCiencia.

Por otra parte, desde el 2004 (hace casi 20 años), la Universidad de Ibagué empezó a ocuparse de este reto, la formación del pensamiento científico en los niños, niñas y adolescentes. Trajimos al Tolima la experiencia de Pequeños Científicos, una metodología de formación basada en la indagación guiada que se originó en Francia gracias al empeño del Georges Chaprack, premio Nobel de física en 1992 [1]. En estas dos décadas se han formado en esta pedagogía cerca de 2000 maestros de 57 escuelas públicas y colegios privados de Ibagué y algunos municipios, y un poco más de 44 000 niños y niñas se han acercado a la ciencia de una manera más amena. Desde el 2010, la Escuela Normal Superior de Ibagué incorporó estas prácticas pedagógicas como parte de su currículo; allí se han formado 830 estudiantes que serán los futuros profesores de ciencias en los colegios.

En el 2018, Pequeños Científicos evolucionó al programa Stem-Academia [2], promovido por la Academia de Ciencias de Colombia, que busca articular esfuerzos con múltiples actores con el fin de promover una educación en ciencia, tecnologías, ingeniería y matemáticas en los jóvenes de colegio.

Un recorrido similar ha seguido el programa Ondas [3], creado por Colciencias hace un poco más de dos décadas para estimular en esta misma población el gusto por la experimentación y el diseño de proyectos científicos. El SENA, el ICBF, el Fondo para la acción ambiental, la Alcaldía de Ibagué y de otros municipios del Tolima, la Gobernación del Tolima, Serviarroz y la Cámara de Comercio de Ibagué han sido los principales patrocinadores de este programa del cual se han beneficiado 1020 maestros y aproximadamente 70 000 niños, niñas y jóvenes de 203 instituciones educativas del departamento.

El Tolima ha sido pionero en el desarrollo de proyectos dirigidos a esta población y la gobernación ha impulsado con recursos de regalías varios de ellos. Por ejemplo, el

programa Galileo [4] para desarrollar una cultura científica en niños, niñas y adolescentes del Tolima involucró a un poco más de 5000 estudiantes y 104 docentes en 50 instituciones educativas del departamento.

No es fortuito, entonces, que el Tolima hubiera sido el anfitrión de la primera edición de Expociencia [5] que se realiza fuera de Bogotá. Durante tres días (20, 21 y 22 de abril del 2022) se llevaron a cabo múltiples eventos que incluyeron conferencias dirigidas a una gran variedad de públicos y exposiciones de proyectos científicos, tanto de grupos de investigación clasificados en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, como de grupos de niños(as) y jóvenes de varios municipios del Tolima. El reto es mantener la dinámica y llevar estos encuentros de manera regular a los municipios del departamento.

En la introducción al informe de la primera misión de sabios de 1991, el premio Nobel de literatura colombiano clamaba por un país que integrara las ciencias y las artes a la canasta familiar para que la educación

fuese el acompañante permanente de cada individuo desde la cuna hasta la tumba [6]. Los niños(as) deben aproximarse a ella de manera natural, sin temores ni falsas expectativas, para nutrir su sentido común al darle sentido a sus relaciones con la naturaleza y con los otros habitantes del planeta. Una relación basada en una ética del cuidado; el cuidado de sí mismo, el cuidado de los otros y el cuidado de nuestra casa común. Un país en paz que esté al alcance de los niños(as) y que les permita concebir y ser los protagonistas de un futuro que tenga futuro.

Bibliografía:

[1] Universidad de los Andes. Programa Pequeños Científicos: presentación y alternativas de vinculación. [En línea], disponible en:
https://pebaibague.weebly.com/uploads/2/3/4/3/2343628/pequenos_cientificos.pdf

[2] Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Programa Steam-Academia. [En línea], disponible en:
<https://cursos.stem-academia.org/>

[3] Colciencias. Programa Ondas. [En línea], disponible en:
<https://ondas.minciencias.gov.co/>

[4] Programa Galileo. Tecnología Educativa para el Aprendizaje de las Matemáticas. [En línea], disponible en:
<https://galileo2.com.mx/tolima/>

[5] Expociencia 2022

[6] G García Márquez. Por un país al alcance de los niños. En Colombia al filo de la oportunidad, informe de la Misión de Sabios. Bogotá: Tercer Mundo Editores. 1996. Bogotá. [En línea], disponible en:
https://cecep.edu.co/vd/bienestar_conocimientos/colombia_filo_de_la_oportunidad.pdf



Alfonso Reyes Alvarado
Rector - Universidad de Ibagué.

Profesor titular vinculado a la Universidad de Ibagué con Estudios post-doctorales en Aprendizaje Organizacional (Lincoln, UK) - 2002.



Galerías y Experiencias ExpoCiencia 2022

EXPOINSTITUCIONAL Y EXPOEMPRESARIAL 2022

ExpoInfantil y ExpoJuvenil, un escenario donde los protagonistas fueron los niños, niñas y jóvenes, provenientes de instituciones educativas departamentales, municipales y locales quienes desarrollaron proyectos de investigación científica. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de exponer y argumentar al público sus investigaciones, donde sus ideas, preguntas y curiosidad contribuyeron a la ciencia en el país.



“La experiencia vivida por parte del grupo de trabajo (docente y estudiantes) fue un proceso maravilloso desde todos los puntos de vista; no solo a nivel académico, sino a nivel personal, generando mucha más disciplina, entrega, compromiso, responsabilidad y demás actitudes y aptitudes que los impulsan a ser personas con proyección en diferentes aspectos en su futuro inmediato.”

Olga Solanilla, docente participante de la feria.



EXPOINSTITUCIONAL
Y EXPOEMPRESARIAL



Artículo de Divulgación Científica:

Retos de la apropiación social del conocimiento en el contexto regional

Fundación Universitaria Claretiana (UNICLARETIANA)

Juan Pablo Isaza, M.P.A.

Resumen

En este artículo se consideran las características generales de la apropiación social del conocimiento (ASC), los antecedentes de su política pública nacional desde el marco legal durante el último lustro y el impacto esperado en regiones de Colombia como herramienta de consolidación para una cultura de investigación e interacción entre grupos, instrumentos, y culturas sociales de expertos y no expertos. Al hacerlo, se toma en consideración el papel que juega en las formas de desarrollo regional hasta ahora emanadas de esta, como vehículo para la formación de investigadores, las relaciones entre entidades de investigación y los procesos de colaboración conjunta entre los diversos actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI). Finalmente, se expone el caso de Expocencia Tolima 2022, como ejemplo de un resultado esperado en región, siendo esta la feria colombiana de mayor trayectoria en ciencia, tecnología e innovación, la cual, desde 1989, convoca niñas, niños, adolescentes, jóvenes y adultos para colectivizar la investigación científica en el país.

Palabras clave: apropiación social del conocimiento, política pública, política científica, apropiación social de la CTel, ferias científicas.

Introducción

Algunos autores proponen entender la apropiación social del conocimiento (ASC) como un proceso mediante el cual, ya sea individuos o grupos sociales, se adueñan a motu proprio, aquello que encuentran más relevante del conocimiento, ya sea científico, tecnológico o, incluso ancestral, llevado a cabo en ámbitos específicos, y lo adecuan como respuesta a determinadas circunstancias o problemáticas, amplificando su creación o razón de ser para su propio beneficio [1]. Por lo tanto, se asume que la ASC es un proceso, puesto que está compuesta por un grupo de fases y etapas complejas que se edifican y llevan a cabo de diferentes formas. Aunque diversas acciones de la ASC suelen aparecer de forma espontánea, en cada escenario o contexto en particular son inevitables algunas situaciones, eventos o circunstancias que estimulan y promueven su desenlace.

En determinados casos, un proceso de ASC puede ser originado desde una polémica en ciencia, tecnología, e innovación (CT&I), por selectos desafíos sectoriales en ámbitos específicos, como serían el medio ambiente o el cambio climático. Allí, entonces, se destaca que en dicho proceso, los involucrados no solo tienen la potestad de tomar para su propiedad lo más beneficioso de ese conocimiento científico y tecnológico, sino que adicionalmente, con el fin de alcanzar ciertas soluciones a sus problemas, mediante algunos componentes, se terminan alcanzando logros epistémicos relacionados con la CT&I, que adicionan conocimientos inéditos, novedosos significados, modificaciones e, incluso, creaciones, más aún cuando resultan destacados procesos de apropiación [2].

Parecería evidente que los procesos de ASC nacen y se desenvuelven ante ausencia de políticas públicas que motiven activismo público, especialmente, en poblaciones vulnerables; pero, la ASC, comúnmente, no desemboca en participación ciudadana, pues es más bien un proceso que comienza de forma individual y no promovido por el Estado, ya que la ciudadanía alude un aspecto más de índole conceptual. Con todo ello, es de destacar que una contundente ASC será esa que logre suscitar, promover y generar políticas públicas que se formulen por demandas o quejas de la población, en general, o incluso actúen como un factor emancipador de ortodoxia, asimetrías y desigualdades.

Es entonces cuando, dado el escenario anterior, nos topamos ante los procesos de participación pública en la ciencia, nuevos modos de pensar la relación entre ciencia, tecnología y sociedad, políticas científicas y tecnológicas, innovación o comunicación pública de la ciencia [3]. Se hace indiscutible y necesaria la aparición en el Estado de iniciativas de formulación de documentos de política pública. El sector público evidencia el uso del conocimiento y su desarrollo, la ciencia y la tecnología, de manera que permitan ser contemplados como una cualidad del uso de conocimientos en los procesos de innovación, o en asociación a procesos que ponen énfasis en el uso y el aprecio de la ciencia por la sociedad, como base del desarrollo y del crecimiento [4].

Es así como durante el último lustro, el MinCiencias, en su calidad de órgano rector del del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación (SNCTI), ha venido realizando sendos ejercicios de formulación y diseño en política pública de apropiación social del conocimiento, no sin antes haberla definido como “el fundamento de cualquier forma de innovación, porque el conocimiento es una construcción compleja que involucra la interacción de distintos grupos sociales. La producción de conocimiento no es una construcción ajena a la sociedad, se

desarrolla dentro de ella, a partir de sus intereses, códigos y sistemas.”¹

Uno de los primeros ejercicios que se llevó a cabo en mayo del 2020, denominado Lineamientos para una Política Nacional de Apropiación Social del Conocimiento: Ciencia, Tecnología e Innovación de los ciudadanos para los ciudadanos [5] define la ASC, como aquella: “que se genera mediante la gestión, producción y aplicación de ciencia, tecnología e innovación, es un proceso que convoca a los ciudadanos a

dialogar e intercambiar sus saberes, conocimientos y experiencias, promoviendo entornos de confianza, equidad e inclusión para transformar sus realidades y generar bienestar social”.

Ahora bien, específicamente para efectos de la manera como esta generará impacto en la categorización de los diferentes gestores en Colombia, y se asume en sus regiones, este documento presenta el escenario que se expone la siguiente gráfica:



Figura 1. Gestores de las iniciativas de ASCTel según mapeo
Fuente: Mincincias, 2019.

En esta gráfica resulta clave observar que solo el 20,2 % de los gestores de las iniciativas lo componen individuos, grupos u organizaciones comunitarias, lo cual deja en evidencia y confirma que la ASC aún dista mucho de ser validada como una práctica e iniciativa que

no obligatoriamente emana desde una institucionalidad. Este hecho es sumamente desafiante y constituye un notable reto en un país donde los saberes ancestrales son tan diversos y

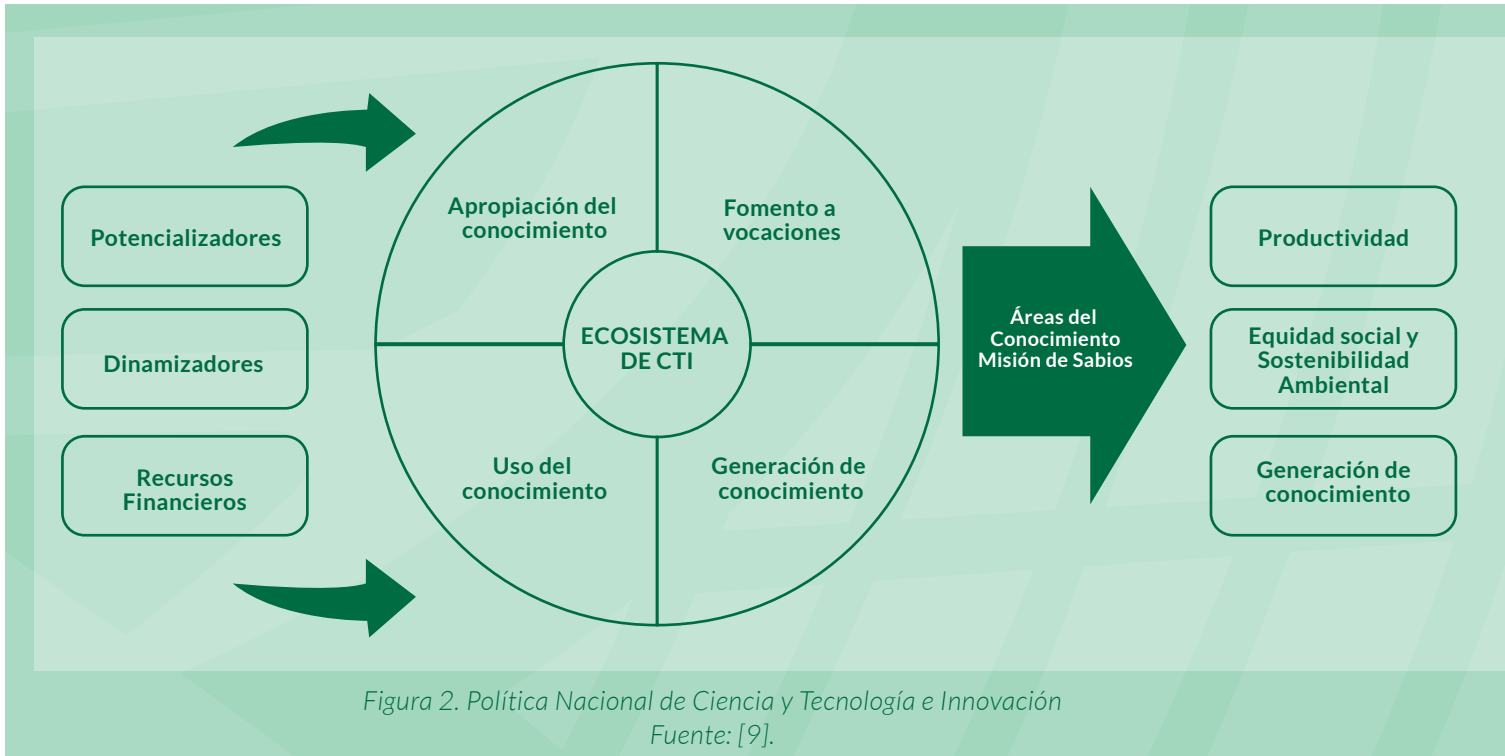
¹https://legadoweb.mincincias.gov.co/programa_estrategia/apropiacion-social-del-conocimiento

abundantes. Es decir, donde no se consideran la diversidad cultural, el reconocimiento de los conocimientos tradicionales, la necesidad del diálogo de conocimientos o la participación de diferentes actores en los procesos de toma de decisiones, frente a una ASC integral e incluyente.

Para el filósofo, investigador, y académico mexicano León Olivé [6], exponente de filosofía de la ciencia y planteamientos pluralistas que se construyeron en la última época de su filosofía, el cuadro de conceptos que asume aquella necesidad del diálogo de saberes y la construcción de sociedades de conocimientos, considerando la diversidad cultural, se proyecta hacia modelos de apropiación social del conocimiento, en los que la

clave es la adaptación del conocimiento al contexto natural y cultural de las diversas comunidades. Sin embargo, a lo largo del documento no se encuentra cómo aprovechar este modo potencial de la diversidad del conocimiento regional colombiano, ya sea local, comunitario, cultural o ancestral.

Posteriormente, encontramos que, en su calidad de máxima autoridad nacional de planeación y como organismo asesor del Gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país, el Consejo Nacional de Política Económica y Social, en el documento CONPES 4069 del 2021 [8] se expone la siguiente conceptualización de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación:



Aquí, se observa a la ASC como uno de los pilares y un potencializador del ecosistema de CT&I, siendo entonces reconocida como tal. En el diagnóstico se encontraron las siguientes realidades; primero, los centros de ciencia exponen un bajo relacionamiento con academia (29 %), empresas (20 %) y grupos ciudadanos (13 %) [7]. Segundo, un limitado alcance de instrumentos de política pública en la promoción y la comunicación de la CT&I. Tercero, en cuanto a la percepción ciudadana, aunque el 75 % considera relevante a la ciencia, expresa bajo interés por esta. Llegamos, entonces, a los primeros retos que este contexto expone y es de esperarse que dichas realidades se acentúen aún más en las recónditas y apartadas regiones del país, lo que supone un desafío monumental para los próximos años.

Por consiguiente, al definir la política, establece que el objetivo estratégico cuatro (4) de cultura CT&I y divulgación tendrá como principales acciones, implementar un programa de experimentación con enfoque transformativo para promover la innovación social; promover la creación de museos interactivos y otros centros de ciencia; y desarrollar lineamientos técnicos y conceptuales para el fomento de estrategias, programas, y proyectos, de comunicación pública y divulgación de la CT&I. Aquí un reto clave será la participación activa de los CODECTI en la disseminación y la asimilación de dichas acciones y como dinamizadores que convoquen comunidades aisladas de este proceso.

Desafíos del Programa A Ciencia Cierta

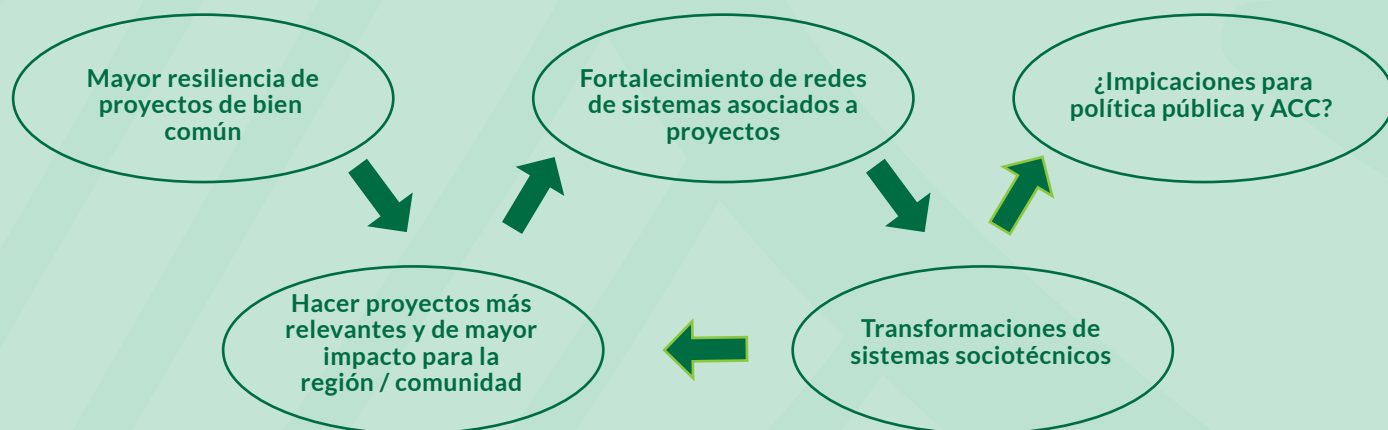


Figura 3. Desafíos del Programa A Ciencia Cierta
Fuente: Mincincias, 2022.

Todas las anteriores acciones descritas estarán en cabeza de MinCiencias, el cual, por cierto, ya ha venido generando programas para tal fin, como son, entre otros, “A Ciencia Cierta,” “Ideas para el Cambio,” y “Conectar para Fortalecer”, este último encaminado a la caracterización de los centros de ciencia. El propósito permanente es que, mediante dichos programas, las comunidades transformen el territorio, generando y apropiando conocimiento colectivamente y que dé respuesta a sus necesidades de manera ambiental y socialmente sostenible. El reto aquí será siempre que el alcance de estos catapulte la ASC en comunidades que aprenden y que comparten su aprendizaje con otras comunidades para la resolución de problemas.

Expocencia Tolima 2022

Finalmente, como caso de ejemplo de un resultado esperado en región aparece de manera inédita la versión 2022 de Expociencia, la feria colombiana de mayor trayectoria en CT&I, la cual, desde 1989, convoca niñas, niños, adolescentes, jóvenes, y adultos para colectivizar la investigación científica en el país, pero siempre llevada a cabo en Bogotá, D.C., pero en esta ocasión realizada en Ibagué(Tolima) [9].

Fue así como, desde los cuatro espacios que la componen, se evidenciaron importantes ejemplos de ASC regional y local. Expo infantil/Expojuvenil demostró ser el

escenario en el cual niños, niñas y jóvenes, que pertenecen a instituciones educativas departamentales, municipales y locales, interesados por la investigación científica, compartieron sus ideas, proyectos e investigaciones.

En segundo lugar, Expoinstitucional y Expoempresarial congregó universidades, centros de investigación, instituciones gubernamentales y sector productivo tanto público como privado, de orden regional y nacional. Tercero, Divulgación y Cultura ofreció un espacio para la presentación de posters científicos, para precisar resultados, contribuciones y métodos relacionados con un trabajo investigativo, promoviendo la interacción del conocimiento científico y cultural entre actores, académicos, sector público, privado y la sociedad como beneficiaria de esta ASC. Finalmente, el Encuentro de Experiencias contó con espacios para talleres y actividades lúdicas realizadas por miembros de universidades y organizaciones relacionadas al SNCTI. En él se desarrollaron experiencias relacionadas con temáticas como: ecosistemas, biología, tierra y espacio, física y matemáticas, química, salud y medicina, energía e ingeniería.

Un caso muy notorio y exitoso fue la exposición de la Corporación Autónoma Regional del Tolima, Cortolima, que se vinculó a la iniciativa de la Universidad del Tolima, llamada Aprociencia, estrategia de apropiación social del conocimiento para futuras generaciones,

mediante procesos educativos a partir del uso de elementos lúdicos, pedagógicos o tecnológicos, en este caso, para ayudar a mejorar la protección del ambiente. Resalta la forma como Cortolima, en el 2021, participó en las “Ferias de la Creatividad” celebradas en Melgar, Fresno y Líbano, y en las cinco más a lo largo del 2022 en Mariquita, Guamo, Venadillo, Ortega e Ibagué, con un novedoso proyecto de agroecología o agricultura de conservación [10].

El Subproceso de Gestión Socio-ambiental de Cortolima muestra que la autoridad ambiental se ha sumado a esta iniciativa y ha decidido compartir los conocimientos institucionales de innovación, como lo es el de conservar la naturaleza mediante la promoción de prácticas de agricultura sostenible, a través de la creación novedosa de germinadores caseros mediante el

empleo de los tubos de cartón sobrantes del papel higiénico.

Semejante iniciativa destaca la amplia participación de los estudiantes que han visitado las tres Ferias de la Creatividad realizadas, en las cuales, por lo menos, más de 500 de ellos han sido capacitados en el reúso de los tubos de cartón, llevando a sus hogares no solo el conocimiento para realizar estos germinadores caseros, sino además los propios germinadores, ya que presencialmente los aprendieron a realizar de manera práctica durante su paso por el stand de Cortolima en las ya mencionadas ferias. Toda una demostración de lo trascendental que representa impulsar la ASC en región.

A continuación, el listado de ganadores de Expociencia Tolima 2022:

Ganadores Expociencia 2022

Categoría - Eje temático	Proyecto	Institución
Biología, Matemáticas, Tierra y Espacio	Evaluación del crecimiento del hongo comestible <i>Orellana pleurotus pulmonarius</i> usando residuos escolares como cartón y papel en el Gimnasio Bilingüe Campestre Marie Curie	Gimnasio Bilingüe Campestre Marie Curie - Bogotá
Ingeniería y Tecnología	Smart Shangra-Lab	Institución Educativa Genaro León - Tecnoacademia Itinerante Nariño
	Estudio de Técnicas de Visión Artificial para la identificación automática del lenguaje de señas colombiano	Tecnoacademia del Oriente Antioqueño
Ciencias Sociales, Cultura y Comportamiento	Representación social sobre el trastorno de ansiedad en las estudiantes de los grados noveno y décimo en la Institución Educativa Técnica Exalumnas de la Presentación	Institución Educativa Técnica Exalumnas de la Presentación

Categoría - Eje temático	Proyecto	Institución
Medio Ambiente	RPCR (Refuerzo Positivo Control de Ruido)	María Montessori - Acacías Meta
Química, Salud, Medicina y Covid-19	Identificación in Silico De Los Componentes Responsables de la Actividad Antiartrítica y Antiartrósica de la Ortiga (Urtiga Dioica)	Universidad de Pamplona - Semillero Investigación
Mejor calificado en el proceso de evaluación Cafeto	Evaluación del cultivo in vitro e identificación cromosómica de la cholupa passiflora malformis, como especie promisoría para la floricultura en Colombia.	Gimnasio Campestre Marie Curie - Marie Curie
	Efecto de claves contextuales en estrategias de dramatización para el aprendizaje de vocabulario en segundo idioma.	Universidad de Ibagué
Mayor Impacto regional	Análisis de la Riqueza Ecosistémica, y Socioeconómica Como Eje Fundamental del Ecoturismo en el Cañón del Combeima.	Colegio Tolimense
	Propuesta para la optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales generadas por la planta de beneficio animal carlima-Ibagué Tolima, empleando técnicas de la fitorremediación.	Corporación Colegio San Bonifacio de las Lanzas
Reconocimiento a la institución que tuvo mayores visitantes en ExpoCiencia		Escuela normal superior de ibagué
Reconocimiento al mejor poster en la categoría Semilleros	Clasificación de materiales usando CNN.	Universidad de Ibagué Semillero: Lun y Novama
Asistencia a todos los espacios del evento con el Pasaporte Expociencia	6 ganadores sorteados al azar durante el desarrollo del cierre del evento	
Concurso la Idea del Futuro	"Los Pumas" del municipio de Rovira - Tolima, Universidad de Ibagué	
	Charbot en la Ecocity	
	Nano Satellite Sahara Space	
Reconocimiento especial a la categoría astronomía	Aplicación de alerta sobre cuidados de los cultivos frente a fenómenos solares, a partir de datos satelitales de NASA y EMBRACE para los campesinos y cultivadores de Sogamoso Boyacá.	Institución Integrado González Camargo - Sogamoso, Boyacá
	Jóvenes Astrónomos exploradores del universo.	Institución Educativa El Tobal - Circacia, Santander

Tabla 1. Listado de Ganadores ExpoCiencia 2022
Fuente: ExpoCiencia , 2022.

Conclusiones

En síntesis, hemos visto cómo en términos de políticas públicas, regiones y ASC, en lo que hace referencia al conocimiento, y la pregunta sobre sus diversas nociones, continúa abierto y vigente el debate en torno a la preponderancia del conocimiento científico e, incluso, la eficacia y la aserción de pensar otras formas de conocer local y ancestral. Este interrogante se agranda cuando se fusiona con la ASC, proceso que no solo reproduce y utiliza saberes científicos y tecnologías, sino que también hace preponderante aquellos modos epistemológicos específicos, que congregan diferentes niveles y ejemplos de conocimientos. En este escenario tan complejo se hace necesario identificar cómo apropiarse del conocimiento, bien de manera individual o grupal, en el sector público o el privado y la forma en la que surgen procesos de apropiación regional y territorial. Es importante, por lo tanto, seguir fortaleciendo la financiación y la realización de ferias científicas nacionales, como Expociencia, o regionales, como las Ferias de la Creatividad, llevadas a cabo en el Tolima.

Queda claro, además, que el mayor de los retos es garantizar que la disseminación de los documentos de política pública, o cualquier otra iniciativa emanada en el sector estatal, debe obligatoriamente estar garantizada en el nivel no solamente municipal, sino también corregimental y comunal, para tener un impacto contundente. Quizás, de esta manera, municipios y departamentos asignen anualmente presupuestos para la ASC y lo hagan como una política de Estado.

Bibliografía

- [1] L Dávila. Divulgación y apropiación social del conocimiento. Una manera de “reciclar” la ciencia y la tecnología. Revista Universitas Científica. 2016; 19(2): 74-79. Disponible en <https://revistas.upb.edu.co/index.php/universitas/article/view/7228/6599>
- [2] LP Dávila-Rodríguez. Apropiación social del conocimiento científico y tecnológico. Un legado de sentidos. Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad. 2020; 12(22): 127-214.
- [3] ME Estébanez. Apropiación social de la ciencia y la tecnología. En J Pasin, M Mancebo (compiladoras), Universidad y sociedad. Desafíos de la investigación interdisciplinaria (pp. 53-70). [En línea], disponible en <http://www.uba.ar/>

archivos_secyt/image/PIUBAMAS%202015%20-%20Universidad%20y%20Sociedad.pdf

[4] M Lozano Borda, T Pérez-Bustos. La apropiación social de la ciencia y la tecnología en la literatura iberoamericana. Una revisión entre 2000 y 2010. *Redes. Revista de estudios sociales de la ciencia y la tecnología*. 2012; 18(35): 45-73. Disponible en <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/551>

[5] Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación – Minciencias, Viceministerio de Talento y Apropiación Social del Conocimiento. Lineamientos para una Política Nacional de Apropiación Social del Conocimiento: Ciencia, Tecnología e Innovación de los ciudadanos para los ciudadanos. 2020. Bogotá D.C.

[6] L Olivé. Los desafíos de la sociedad del conocimiento: exclusión, diversidad cultural y justicia social. 2008. México DF: Fondo de Cultura Económica.

[7] Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación – Minciencias, Viceministerio de Talento y Apropiación Social del Conocimiento. Dirección de Capacidades y Divulgación de la CTI (2021).

2021. Documento de Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento en el marco de la Ciencia, Tecnología e Innovación. N° 2101. Bogotá D.C.

[8] Consejo Nacional de Política Económica y Social, República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación. Documento CONPES 4069, Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031. 2021. Bogotá D.C.

[9] Dirección de Innovación y Desarrollo Empresarial del DNP con información del Ministerio de Ciencia, Tecnología, e Innovación (2021).

[10] Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, Avanciencia [Internet]. [Consultado junio 2022]. Disponible en <https://expociencia.co/>

[11] Corporación Autónoma Regional del Tolima, Cortolima [Internet]. [Consultado junio 2022]. Disponible en <https://www.cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/3294-cortolima-comparte-su-conocimiento-en-innovacion-agroecologica-con-los-ninos-y-jovenes-del-tolima>



Juan Pablo Isaza Vargas
Director de Internacionalización UniClaretiana

Egresado de la Maestría en Administración Pública, M.P.A. concentración en Gerencia Internacional de George Mason University, Fairfax, Virginia, Estados Unidos; el 16 de agosto de 1997.



Galerías y Experiencias ExpoCiencia 2022

ENCUENTRO DE EXPERIENCIAS 2022

El Encuentro contó con diversos espacios donde se desarrollaron talleres y actividades lúdicas realizadas por personas vinculadas a universidades y organizaciones relacionadas con el sector de ciencia, tecnología e innovación.

Se contó con varios escenarios interactivos y talleres de trabajo, entre ellos la “Exposición Itinerante” y el “Cacharreo con Ciencia”, donde se desarrollaron experiencias enfocadas en la tecnología y la innovación.



“Estos eventos valen más que muchas horas de clase y eso lo está entendiendo la Institución Educativa, los docentes al indagar a los estudiantes sobre la participación en evento, evidenciaron el crecimiento y la madurez en cada uno de sus relatos, quedaron muy impresionados y motivados a trabajar más para desarrollar proyectos”.

Olga Solanilla, docente participante de la feria.

“Fué una experiencia fascinante para ellos, ya que compartieron conocimiento y experiencias con pares, y se dieron cuenta que la ciencia está presente en todos los aspectos de la vida, y que con las herramientas que ofrece la tecnología, pueden resolver muchas dudas, incógnitas y necesidades, con las que se encuentran a diario”.

Diana Mora, docente participante de la feria.





Desarrollos didácticos y portátiles para la apropiación científica y tecnológica de la energía, la electricidad y la iluminación

L. Alejandro Cárdenas, Samuel Gélvez, Fernando Herrera,
David Nova y Juan C. Rodríguez

Resumen

Las sociedades humanas, actualmente, interactúan a diario con la energía y con la luz para el desarrollo de sus actividades cotidianas, por lo cual, se hace necesario disponer de herramientas didácticas que faciliten la comprensión de los conceptos más importantes detrás de los fenómenos asociados a estas. Por lo anterior, el laboratorio LIATER de la Universidad Nacional de Colombia desarrolló una serie de equipos portátiles para la exploración práctica-demostrativa de estos fenómenos. Los dispositivos mencionados fueron empleados durante la edición del 2022 de Expociencia en Ibagué al público infantil, juvenil y adulto de la región.

Palabras clave: Expociencia, laboratorio, energía, luz.

Abstract

Human societies interact with energy and light for the development of their daily activities. Then it is necessary to

have educational tools that facilitate the understanding of the most important concepts behind the phenomena associated with them. For this reason, the laboratory LIATER of the National University of Colombia developed a series of portable equipment for the practical-demonstrative exploration of these phenomena. The devices were presented during the 2022 edition of Expociencia in Ibagué to children, young people and adults in the region.

Keywords: Expociencia, laboratory, energy, light.

Introducción

El Laboratorio de Innovación en Alta Tensión y Energías Renovables (LIATER) de la Universidad Nacional de Colombia es una escuela de formación en innovación e investigación de ingeniería. Uno de los fines misionales del laboratorio LIATER es fortalecer los procesos de divulgación y apropiación del conocimiento relacionados con la energía en la sociedad; para ello ha desarrollado una serie de equipos

portátiles para difundir las experiencias y los conocimientos de forma práctica y didáctica.

En el marco de Expociencia 2022, realizado en Ibagué, el laboratorio LIATER, junto con otros semilleros y grupos de la Universidad Nacional, le presentó al público asistente de diversas edades, los desarrollos didácticos en los temas de seguridad y riesgos asociados al uso de la energía eléctrica, en el aprovechamiento de energía renovable con el laboratorio portátil “Caja Solar”; finalmente, el conjunto de dispositivos de la “Caja de la Luz”, utilizado para el

estudio experimental de los fenómenos físicos y ópticos de la luz.

La experiencia de divulgación en Expociencia 2022 nos permitió interactuar con un público diverso abierto a la exploración y el entendimiento de nuevos conceptos. También nos facilitó, como laboratorio de aprendizaje e innovación, identificar los aspectos sobresalientes en los laboratorios desarrollados y algunos aspectos de mejora para facilitar y motivar el aprendizaje experimental de los jóvenes y los niños del país



Figura 1. Grupo de la Universidad Nacional de Colombia en ExpoCiencia Tolima 2022
Fuente: elaboración propia.

Metodología

El desarrollo de los laboratorios didácticos y portátiles sigue la metodología presentada en la figura 2 en cuatro etapas. La primera etapa corresponde a la conceptualización del laboratorio mediante la formulación de los objetivos de aprendizaje, la selección de los fenómenos físicos y los conceptos de aplicación en ingeniería. La segunda etapa es la construcción de los equipos portátiles del laboratorio, mediante el

diseño conceptual, la selección de los componentes requeridos y el diseño del empaque para transporte.

La tercera etapa es la de elaboración de guías de aprendizaje mediante la selección de experimentos, materiales y componentes de ensayo. La cuarta etapa trata el desarrollo de experimentos, talleres y demostraciones con los estudiantes, la interpretación y el análisis de los resultados, así como su aplicación en la solución de problemas de ingeniería.



Figura 2. Metodología de diseño en los equipos didácticos
Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, la metodología seguida durante la divulgación de Expociencia fue la siguiente.

1. Explicación de los fenómenos estudiados: durante los talleres se explicaban los fenómenos eléctricos y físicos evidenciados con los laboratorios portátiles mediante la demostración

práctica. En forma complementaria, se motivaba a los participantes a proponer nuevos experimentos y la interpretación de los fenómenos observados desde su conocimiento.

2. Experimentación: luego de describir algunos de los fenómenos físicos, cada asistente experimentaba con los

laboratorios portátiles, excepto los equipos de seguridad eléctrica por el riesgo.

3. Retroalimentación: finalmente, luego de las exposiciones, el intercambio de ideas con los asistentes y la experimentación, se recibió retroalimentación de forma oral por parte de los asistentes. La retroalimentación se fundamentaba en su experiencia con los laboratorios, el entendimiento de los conceptos explicados, las recomendaciones sobre la usabilidad de los equipos y su aplicación en proyectos de ingeniería.

4. Análisis cualitativo: durante la presentación de los fenómenos en Expociencia, el grupo de expositores del laboratorio LIATER realizó un análisis cualitativo de la comprensión y la apropiación de los conceptos por parte de los participantes, especialmente, en la formulación de los retos, las preguntas y las discusiones sobre los principios de conversión y aprovechamiento de energía, la estimación de distancias de seguridad y la aplicación de las leyes físicas.

A continuación, se presenta una explicación de los equipos y los laboratorios portátiles presentados en Expociencia y las principales conclusiones de las vivencias en el evento.



Figura 3. Módulos de seguridad eléctrica desarrollados por el LIATER
Fuente: elaboración propia.

El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) contempla que la interacción de seres humanos con equipos energizados representa un riesgo para la salud de las personas, por lo cual, se debe seguir las precauciones dadas por el reglamento, incluso cuando es personal calificado [1].

Como respuesta a la anterior problemática, el laboratorio LIATER diseñó dos equipos práctico - demostrativos con el objetivo concientizar a las personas sobre los riesgos por descarga eléctrica y sus posibles consecuencias. El primer equipo produce “disrupción en el aire” mediante una tensión eléctrica de unos 20 kV producida por un circuito oscilador. El segundo es el equipo de corriente de arco, el cual genera el fenómeno de flameo en el aire o en un material sólido. El fenómeno de disrupción en el aire y flameo por arco eléctrico simula, en pequeña escala, las condiciones generadas por un rayo o las sobretensiones en instalaciones eléctricas.

Durante las jornadas en Expociencia, la mayoría del público infantil y juvenil pertenecían a colegios y universidades, quienes fueron cautivados por los retos y las demostraciones de los fenómenos físicos, manifestando un mayor interés en la exposición. Por otro lado, mediante preguntas verbales realizadas a los asistentes, se identificó poco conocimiento de los riesgos asociados a la energía eléctrica, aunque manifestaban haber sufrido choques o descargas electroestáticas. Por ejemplo, tan solo 1 o 2 personas de un grupo de 6 personas identificaban o conocían estos riesgos eléctricos. Adicionalmente, 1 de cada 20 niños (entre 6 y 10 años) eran más curiosos e ignoraban los riesgos al intentar tocar los módulos; en estos

casos, era necesario hacer mayor énfasis en las consecuencias a la salud y mantenerlos distanciados de los equipos.

Finalmente, evaluando la cantidad de asistentes y sus diferentes niveles de conocimiento, el laboratorio LIATER califica como satisfactorio el cumplimiento del objetivo de las presentaciones de los equipos de seguridad eléctrica en Expociencia 2022.

Laboratorios portátiles de enseñanza

Caja solar

Las energías renovables han surgido como una alternativa limpia para suplir las necesidades energéticas de las sociedades humanas. Especialmente, la energía solar fotovoltaica ha sido la más ampliamente masificada en el uso para generación de energía eléctrica por parte del usuario final. A raíz de ello, se ha identificado por parte del laboratorio LIATER la necesidad de construir equipos experimentales para la apropiación del conocimiento de los sistemas de generación fotovoltaica en el público participante.

Por lo anterior, el laboratorio LIATER diseñó un laboratorio portátil práctico-demostrativo de la Caja Solar y está enfocado en fomentar el conocimiento científico y tecnológico en un público general, sin importar la edad o nivel educativo. La figura 4 presenta la

Caja Solar compuesta por un controlador de carga, un sistema de posicionamiento del módulo FV, un medidor de energía y un trazador de curvas V-I desarrollado por el laboratorio LIATER.



Figura 4. Laboratorio Caja Solar diseñado por el LIATER
Fuente: elaboración propia.

Con el fin de cumplir los objetivos de la Caja Solar, se presentó el laboratorio portátil en Expociencia 2022, para divulgar la importancia de los sistemas de generación fotovoltaica como una solución a los problemas energéticos de las zonas rurales del país. Durante el evento, se presentaron diversas funcionalidades como, por ejemplo, el bombeo de agua, el almacenamiento de energía eléctrica en baterías para el consumo en ausencia de radiación solar, la medición en tiempo real de variables energéticas y eléctricas, la producción de luz en diferentes tonalidades, entre otras.

Finalmente, considerando la diversidad del público visitante, se pudo observar un interés general del público asistente sobre esta fuente de energía. Lo anterior, considerando la diversidad del público presente en las explicaciones, las preguntas y los comentarios formulados y la buena receptividad recibida por parte del público. Por otro lado, se evidencia la necesidad de fortalecer estos espacios de divulgación del conocimiento en todas las regiones de Colombia, debido a la masificación de la energía solar fotovoltaica en el país como alternativa a las fuentes convencionales.

Caja de la luz

El ser humano ha evolucionado con la luz, principalmente, debido a la importancia de la iluminación en el desarrollo de las tareas visuales. Durante mucho tiempo, la sociedad humana tuvo interacción con muy pocas fuentes de luz, entre ellas, el sol, el fuego y las velas. Sin embargo, hoy en día, la humanidad pasa la mayor parte de su tiempo bajo la influencia de fuentes de luz artificial, como lo es una bombilla, la pantalla del computador o del celular. Por lo anterior, se hace necesario que todos conozcamos los principales conceptos de la luz, así como la influencia de la iluminación sobre el desarrollo de las tareas cotidianas.

Considerando lo anterior, el laboratorio LIATER diseñó la Caja de la Luz para impulsar la concepción de fenómenos ópticos y lumínicos. Este laboratorio integra los siguientes elementos: un juego de fuentes de luz y láser monocromáticos; un sistema de posicionamiento de lentes para estudiar fenómenos ópticos; un sistema de calibración para emplear celulares como luxómetros, el cual, permite evaluar las condiciones lumínicas de espacios comunes; gafas de realidad virtual para vivir experiencias virtuales con el material audiovisual científico y académico. El laboratorio Caja de la Luz se presenta en la figura 5.

Adicionalmente, con el fin de que quienes tengan acceso a la caja de la luz puedan desarrollar los experimentos y talleres, se desarrolló la guía de experimentos, la cual puede ser consultada libremente en medio digital.

El laboratorio Caja de la Luz también fue presentado en Expociencia, buscando motivar el aprendizaje de la óptica y la iluminación en los estudiantes, profesores y profesionales asistentes. Durante el evento, se mostraron explicaciones y experimentos relacionados con los tipos de fuentes de luz; fenómenos ópticos como la reflexión, refracción y dispersión de la luz; también, se explicó el funcionamiento del ojo, el espectro de la luz y la aplicación de filtros en fuentes de luz RGB. Por otro lado, fue interesante observar cómo algunos niños y jóvenes mostraron gran interés por los conceptos y las manifestaciones de la luz, lo que evidencia una interpretación adecuada de los fenómenos estudiados y la solución de los retos y preguntas planteadas.



Figura 5. Laboratorio Caja de luz diseñado por el LIATER
Fuente: elaboración propia.

Considerando la diversidad del público visitante y las dinámicas observadas durante el evento, se puede recalcar cómo el laboratorio portátil cumple el objetivo de incentivar la apropiación del conocimiento en torno a la luz.

Conclusiones

Durante el evento de Expociencia 2022, el laboratorio LIATER pudo ejecutar el objetivo de difundir el conocimiento en el campo de la energía e iluminación, en este caso, a los niños y los jóvenes de la región del Tolima, mediante la experimentación práctica con los equipos desarrollados.

Se recomienda la formación e inserción curricular de los temas de energía y luz desde la educación básica y, de ser posible, la aplicación de los equipos y los laboratorios portátiles en las prácticas de los colegios y las universidades. De esta

forma, se puede contribuir y promover la visión de la sostenibilidad y la transición energética hacia las energías renovables.

Se deben fortalecer los espacios de divulgación del conocimiento científico y tecnológico en todos los departamentos del país, como fue en esta ocasión, que se realizó en el Tolima, con el fin de promover el desarrollo académico e investigativo en las comunidades de todo el territorio nacional. Esta apuesta debe ser liderada por las entidades gubernamentales y los institutos educativos, con el apoyo de los grupos y los semilleros de las universidades de Colombia, como lo hizo la Universidad Nacional de Colombia en esta ocasión.

Referencias

[1] Ministerio de Minas y Energía. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-tecnico-de-instalaciones-electricas-retie/>



LIATER

Laboratorio de Innovación en Alta Tensión y Energías Renovables

Red de conocimiento, investigación e innovación en tecnologías para el sector eléctrico enfocada a la creación soluciones eficientes y sostenibles para el futuro energético de las nuevas generaciones. de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ingeniería.



Galerías y Experiencias ExpoCiencia 2022

DIVULGACIÓN Y CULTURA 2022

Convocó a la comunidad de científicos, divulgadores, innovadores y familias, en torno a la apropiación y la promoción de la cultura científica en el Tolima.

Se presentó en formato híbrido, aprovechando aforos aproximados de 90 personas de manera presencial con participaciones de públicos de todas las edades.



"Hasta este año participé en Expo-Ciencia, fue muy gratificante y enriquecedora especialmente para los jóvenes expositores."

Rosana Galeano, docente participante de la feria.



“Celebramos estos espacios que propicia Expociencia Tolima para un desarrollo a nivel cultural que potencie un país con enorme talento.”

Leonardo Tamayo, líder de semillero participe de la feria.





Artículo de Divulgación Científica:

Exposición itinerante-Expociencia Tolima 2022. Investigación/creación, seguimiento a la interacción

Humberto Antonio Muñoz Tenjo

Introducción

Son muchas las actividades que se realizan en el marco de la realización de la feria de ciencia Expociencia por parte de Avanciencia. Desde diversas perspectivas, se planea y se organiza dicho evento; ello en consideración a la diversidad de público en el que se enfoca y el objetivo de mostrar imágenes de la ciencia en todo nivel.

La feria Expociencia se constituye de una atmósfera rica y compleja de vivencias, especialmente, para los jóvenes y los estudiantes de colegio que la recorren con intensidad; junto con los proyectos, los talleres, los espacios de conferencias, los posters y la muestra empresarial y cultural. Los jóvenes pueden experimentar con exposiciones interactivas.

En el caso de la Expociencia-Tolima 2022, primera ocasión en la que el evento se realizó en la región, considerando dejar huella y alguna estrategia que diera continuidad al mensaje sobre la importancia de continuar y aumentar esfuerzos para consolidar estrategias educativas de fomento a la ciencia, como

camino “ideal” para acompañar e impulsar el desarrollo de las regiones. Como parte de la propuesta del proyecto “Expociencia Tolima: Hacia una cultura científica regional”, se propuso el diseño, la construcción y el montaje de una exposición interactiva, complementaria a la muestra que se realizó con la participación de diferentes centros de ciencia, planetarios, jardines botánicos e instituciones enfocadas en la comunicación de la ciencia a través de recursos didácticos interactivos.

Exposición interactiva itinerante que, luego de que se presentó al público en el evento Tolima 2022, quedó a cargo del centro interactivo Innovamente, de Ibagué, para que sea utilizada para recorrer y ser presentada en las diversas regiones y municipios del Tolima.

Igualmente, es importante indicar que el diseño y el desarrollo de la propuesta de la exposición interactiva de Expociencia Tolima 2022 se realizó desde la idea de investigación creación, por lo que el grupo TEI-D de la Universidad Nacional y el grupo de Avanciencia realizaron la propuesta para el diseño, creación y

construcción de cuatro módulos interactivos, a los cuales se les realizó seguimiento, de acuerdo con el enfoque de la investigación/acción, con la intención de entender lo que pasa y lo que logra la exposición, tratando entender la interacción. Lo anterior, a partir de documentar la experiencia que las personas logran al interactuar con ella, haciendo observación y documentación en el momento de la realización del evento en abril del 2022, luego de lo cual se espera desarrollar una segunda versión mejorada, que contribuya en el propósito de sensibilizar alrededor de la importancia de la ciencia y la comprensión/comunicación del conocimiento científico, y que pueda ser llevada a diferentes lugares en las poblaciones colombianas.

La temática y propuesta de diseño / interacción

La exposición interactiva desarrollada tuvo como fin reforzar, y mostrar efectos y fenómenos de la ciencia relacionados con los ocho temas en los que se enfocó la convocatoria de presentación de proyectos del espacio Expojuvenil, de la feria; ellos son: química, física y matemáticas, medio ambiente, salud y medicina, energía y tecnología, biología, tierra y espacio, y ciencias sociales. Se tuvo como requisito el diseño de una exposición que respondiera a la necesidad de fácil montaje, facilidad de manutención, que permitiera un uso más amplio al de la simple participación en la feria Expociencia Tolima 2022.

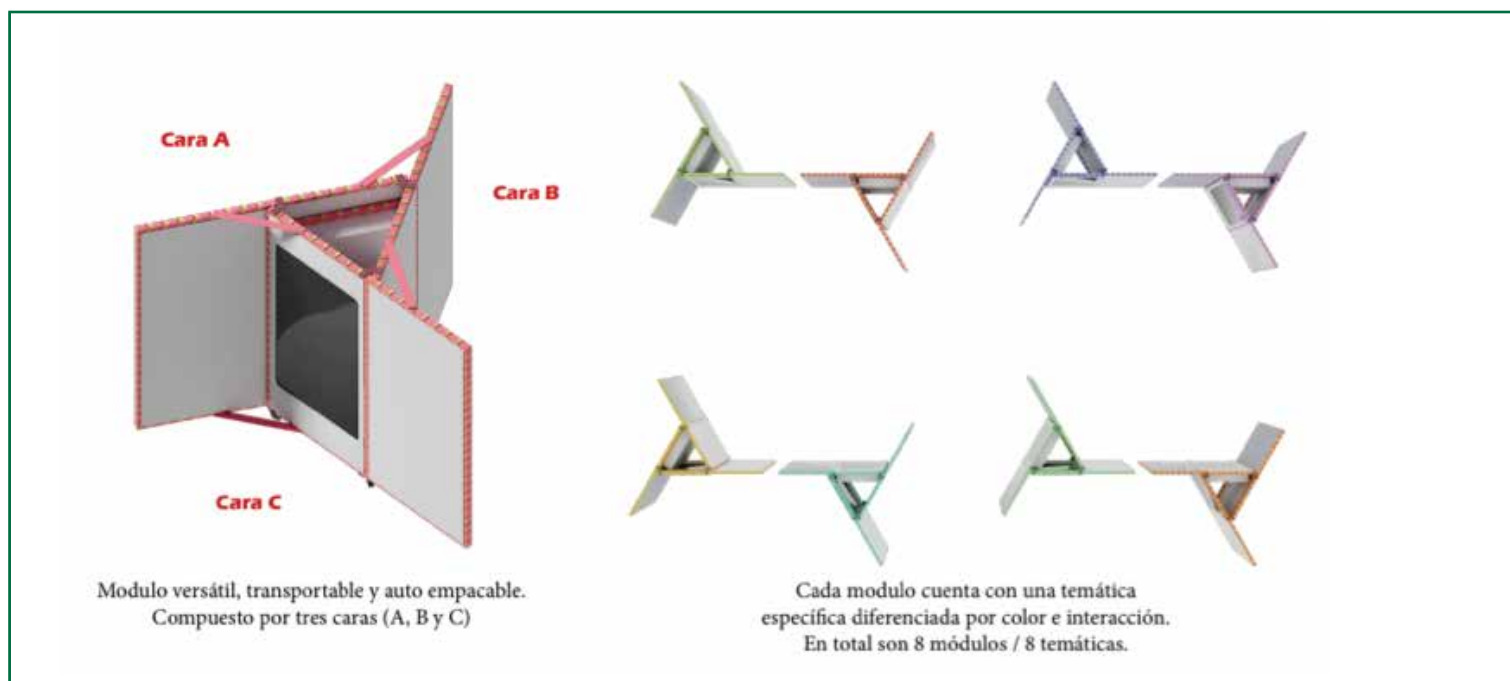


Figura 1. Módulo básico Exposición Itinerante Tolima 2022
Fuente: equipo de conceptualización - ExpoCiencia Tolima 2022.

Por lo tanto, de una etapa inicial de diseño y de desarrollo, en el que se propusieron diversas ideas, se logró una alternativa de módulos itinerantes individuales relacionados con cada uno de los temas indicados; se trata de una estructura modular que, indistintamente, permite la presentación y la exposición de cualquiera de los temas indicados.

Como parte del proceso de diseño se desarrolló, se analizó y se estudió la versatilidad, la conveniencia y la interacción que permitía el módulo propuesto, para luego aclarar su comportamiento funcional, estudiando en detalle las alternativas de fabricación y ensamblaje. Se trata de una estructura constituida por tres paneles plegables, que se ensamblan, creando un paralelepípedo triangular en posición vertical (figura 1).

El módulo desarrollado, en su configuración básica, se constituye de tres “caras de interacción”; una cara A, permite la interacción desde la demostración o puesta en escena de un fenómeno científico evidenciable, con la cual las personas pueden experimentar, conocer o constatar una demostración o fenómeno científico, a través de manipular e interactuar de manera individual o en colectivo con los acompañantes, como grupo.

Una segunda cara de interacción (cara B) permite la interacción desde una relación

individual-corporal, ello a través de lectura de datos, interacción con imágenes, lectura de textos cortos o manipulación de retos sencillos, con lo cual las personas, al interactuar y experimentar, logran conocer o llegar a explicaciones científicas de situaciones y fenómenos que se presentan en la vida cotidiana.



Figura 2. Módulo de Química
Fuente: elaboración propia.

Y una tercera cara C propone una interacción relacionada con los avances de la comunidad y la ciencia en Colombia; en ella, y a través de videos cortos, pueden conocer proyectos de científicos e instituciones colombianas, sus logros y reconocimiento, así como su historia. En la cara C, igualmente, se propone una interacción a partir de la lectura, textos e imágenes, alrededor de personajes e historia de la ciencia en el mundo.

Para el diseño de imágenes y definición de contenidos de la exposición, cada una de las “caras” plantea la interacción desde una pregunta central que, las personas al interactuar con lo dispuesto en la exposición, tratan de resolver, entender o responder, estableciendo la interacción de manera libre y espontánea. Los textos y las imágenes fueron analizados de tal manera resultaran, cortos, claros y con niveles de lectura y percepción adecuados, se definió un color para cada tema, de tal manera que cada módulo lograra una identidad propia, asociando el color al contenido científico sobre el que trata, así: amarillo para medio ambiente, naranja para salud y medicina, rojo para química, etcétera.

Luego de contruados los módulos, y ya en la exposición Tolima 2022, se procedió con la estrategia metodológica de seguimiento a su desempeño con el público en la feria, para ello se propuso dicho seguimiento desde varias perspectivas. Por un lado, se desarrolló un primer instrumento de seguimiento, con base en la lógica de diseño que indaga sobre aspectos relacionados con la aceptabilidad de la exposición desde lo que propone la apariencia estética, sobre el tipo de interacción que les sugiere a los usuarios, sobre los problemas y aciertos con las imágenes y los textos, sobre el contenido y las interpretaciones que surgen, sobre situaciones de usabilidad

y ergonomía, sobre aspectos técnicos y problemas en el momento de funcionamiento, sobre situaciones en la construcción y el mantenimiento, así como, sobre posibles situaciones no consideradas.

Igualmente, se realizó una segunda aproximación y seguimiento a la exposición diseñada de acuerdo con el modelo Selinda, propuesto por el Selinda Research Associates en Chicago, que indaga por la experiencia de aprendizaje en una exposición interactiva y en la cual se establece que son tres factores principales los que pueden ser observados e indagados; por una lado, está el factor motivacional, que se enfoca en indagar sobre situaciones de comunicación, la curiosidad que despierta la exposición en las personas, los retos que les propone y el nivel de control y juego que logran al interactúan con ella. Igualmente, está el factor compromiso, que considera la apropiación que asumen las personas al interactuar, y propone observar aspectos en torno a lo social, lo intelectual, lo emocional y físico, que considera el modelo. Estos son aspectos que condicionan a las personas cuando se encuentran en una exposición interactiva; y está el factor que se enfoca en indagar sobre los resultados de aprendizaje, especialmente, por el significado que las personas dan a lo que encuentran, a lo que se muestra y compone la

exposición, a lo que perciben de ella, indaga por la actitud que asumen, por la identidad y las destrezas que surgen, que se manifiestan en las personas y que caracterizan su interacción con la exposición.

Para hacer seguimiento a la exposición diseñada, se desarrollaron instrumentos guía, relacionados con lo que se propone de acuerdo con los tres factores indicados, de los cuales se planeó la observación, el registro fotográfico y la documentación de conversaciones de las personas que interactuaron con los módulos interactivos diseñados.

La interacción/ aprendizaje

Es evidente que los módulos interactivos diseñados y expuestos en la feria Expociencia Tolima 2022 llamaron la atención, ya que la gente se acercó en forma espontánea y con gran interés trató de interactuar con ellos, pero, igualmente, son muchos los aspectos que, en el proceso de observación y seguimiento, indican desaciertos y aspectos por mejorar.

La ubicación de la exposición en el hall anexo al centro de convenciones de la gobernación resultó un lugar poco adecuado, puesto que no permitió que los visitantes de los escenarios más importantes, especialmente de la Expo infantil, tuvieran acceso, por lo que tan solo algunos de los visitantes que asistieron al evento de inauguración y las actividades del escenario Expoinstitucional pudieron interactuar con estos.

Desde el punto de vista de la facilidad de transporte y montaje, la propuesta resultó adecuada, pues en ello no se emplea mayor tiempo, lo que permitió explorar diferentes posibilidades de distribución y organización en espacio arquitectónico, sin embargo, la conexión y puesta en funcionamiento requiere personas entrenadas. El mantenimiento, ajuste de videos o suministro de insumos durante el evento necesitan ser optimizados.



Figura 3. Módulos instalados
Fuente: elaboración propia.

Ya en la observación y el seguimiento a la interacción de las personas con el contenido de cada una de las caras en las que estaban constituidos los módulos interactivos y a partir de los instrumentos desarrollados, se pudo observar cómo desde el punto de vista estético, las imágenes, los textos y los efectos llamaron la atención, la interacción y el sentido de uso resultaron de fácil comprensión en la cara A, no obstante, no resultó igual para la cara B, en la pulsión de botones, como tampoco el código de colores establecido para la operación y el inicio de la interacción. La cara C llamó la atención por los videos, pero

no así la información e interacción sobre los personajes y la historia de la ciencia, que en esta se proponía.

En cuanto al manejo de los textos y las imágenes en los módulos, se pudo evidenciar que los usuarios son poco dados a la lectura, se lanzan a la interacción de manera espontánea e inmediata, no son muy reflexivos o analíticos en el momento de interactuar, inician la interacción a partir de las cualidades expresivas que el mismo fenómeno expuesto les sugiere. En general, los efectos propuestos capturaron la atención, así como su relación con las temáticas a las que referían.



Figura 4. Interacción con el módulo de Física

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la experiencia de aprendizaje, con el apoyo de los instrumentos desarrollados en referencia al modelo Selinda, se pudo observar que la comunicación sobre contenido de los módulos interactivos se queda corta por la poca lectura que las personas hacen de los textos, las luces y los elementos en movimiento mantienen y despiertan curiosidad. Los usuarios toman control fácil y rápido de la demostración, confían en lo que allí se demuestra o trata de explicar.



Figura 4. Interacción con el módulo de Química
Fuente: elaboración propia.

Al interactuar, las personas, sienten que la información les parece conocida, por lo que el módulo interactivo y su contenido resulta una disculpa que propicia discusión sobre la temática que propone. Algunas personas explican y guían a los otros en la secuencia de uso e interacción, y les tratan de aclarar lo que ellos consideran es la teoría o la explicación correcta que propone el módulo. Se podría afirmar que las personas se muestran receptivas y curiosas sobre lo que se trata de comunicar y enseñar en la exposición, se acercan en grupo familiar o por pertenencia a la misma institución escolar, disfrutan y ríen por los errores o las equivocaciones que los otros comenten, compiten entre ellos por hacer ver quién entiende mejor el contenido y la interacción que se propone.

A manera de conclusión, es importante comentar, que se pudo observar cómo la exposición itinerante desarrollada para la Expociencia 2022 resulta un complemento importante en la idea de crear un ambiente interactivo y

lúdico, el cual, junto con las otras actividades que se realizan en dicho evento, contribuye a la sensibilización, la comunicación y la apropiación de la ciencia en las personas que la visitan. Resulta importante seguir avanzando en mejorar su diseño y optimizando la interacción y experiencia se puede ofrecer para los próximos eventos regionales.

Bibliografía

[1] LD Perry. What Makes Learning Fun? Plymouth. United Kingdom: Altamira Press; 2012.

[2] B Martin, B Hanington. Universal Methods of Design, 100 Ways to research Complex Problems, Develop innovative Ideas, and Design Effective Solutions. Beverl, MA: QuartoKnows; 2012.

[3] H Muñoz Tenjo. Consideraciones de diseño en los centros interactivos. Bogota: U. Nacional-Informe; 2003.

[4] H Muñoz Tenjo. Gestión del conocimiento a través del diseño, vínculo diseño/estética/ASCyT en exposiciones interactivas. Manizales: Universidad Caldas, tesis; 2015.



Humberto Antonio Muñoz Tenjo
Director Área de Diseño - Facultad Artes - UNAL

Profesor titular Universidad Nacional de Colombia.
Egresado del doctorado en Diseño y Creación de la Universidad De Caldas en el año 2015.



Galerías y Experiencias ExpoCiencia 2022 EXPOITINERANTE 2022

La Exposición Itinerante permitió a los asistentes disfrutar de experiencias relacionadas con diversas temáticas relacionadas con la ciencia como: ecosistemas, biología, tierra y espacio, falsifica y matemática, química, salud y medicina, energía e ingeniería. A partir de aproximaciones interactivas y actividades lúdicas enfocadas en la experimentación y la materialización de conocimientos.



“Los felicito por tomar la iniciativa de salir de la ciudad capital y emprender nuevos espacios académicos donde tengamos la posibilidad de realizar de forma presencial estos encuentros formativos donde se resalta la importancia de la Ciencia, la Innovación, la Tecnología y otras áreas del conocimiento.”
Daniel Martínez, docente participante de la feria.





“De verdad es una experiencia pedagógica de lo mejor que un educador puede tener y sobre todo iniciando a los jóvenes y niños en la investigación básica en química y más aun dejando nuevos semilleros en el colegio ahora que vamos a cerrar nuestra actividad laboral, por edad. Muchas gracias a ustedes por todo.”

Luis Estrada, docente participe de la feria.



A8

Artículo de Divulgación Científica:

Cuatro hélices, una feria de ciencia y una misión: transitar hacia una sociedad del conocimiento.

Cristhian Mejía Nieto y Sebastián López Ospina

Resumen

Tenemos una misión: transitar hacia una sociedad del conocimiento. Al menos, 4 hélices son necesarias para lograrla: la sociedad civil, la academia, el sector productivo y el Estado. Estas hélices se encontraron en Expociencia Tolima 2022, una feria que busca entre otros objetivos, tejer puentes. Por ello, vale la pena preguntar ¿articula Expociencia las 4 hélices para el cumplimiento de esa importante misión?

Palabras clave: ferias de ciencia; cuádruple hélice; sociedad del conocimiento; economía basada en el conocimiento.

Introducción

Imaginemos un vehículo aéreo no tripulado o lo que conocemos como un dron, autónomo. Ahora, imaginemos que nuestro dron tiene 4 hélices, como el de la imagen; si las 4 hélices funcionan, están articuladas y tienen un plan de vuelo, el despegue, el vuelo y, en general, el cumplimiento de la misión tiene altas probabilidades de éxito. Ahora ¿qué

pasaría si una de esas hélices no funciona?, ¿si se rompe la conexión de alguna de ellas con el resto del aparato?, o ¿si no existe una misión o un plan de vuelo? Lo que pasaría es que el dron no despegaría, o si ya había despegado, divagaría o tendría dificultades y, muy probablemente, no podría cumplir su misión.



Figura 1. Cuatro hélices
Fuente: elaboración propia.

Ahora, metafóricamente, supongamos que las cuatro hélices corresponden a: 1) la academia 2) las empresas o sector productivo, 3) el Estado y 4) la sociedad civil, y que la misión es transitar hacia una sociedad del conocimiento, para generar bienestar social y desarrollo económico,

aprovechando la ciencia, la tecnología y la innovación ¿Cambia en algo el panorama? ¿También se requieren las cuatro hélices? ¿Qué garantizaría el éxito de la misión?

Primero, debemos saber que la sociedad y la economía, basadas en el conocimiento, se entienden como una tendencia, especialmente, en países desarrollados, hacia una mayor dependencia del conocimiento, la información y la alta cualificación [1]. En otras palabras, se trata de un escenario en el que el conocimiento, el saber y la información son más valiosas e importantes para el desarrollo económico y el bienestar social de los pueblos, que incluso el petróleo, las plantas de producción o los recursos físicos.

Por lo anterior, una de las misiones prioritarias de los países es transitar hacia esas sociedades del conocimiento; para ello, simplificando el rol que debe desempeñar cada uno de los actores, se espera que:

- A) La academia forme ciudadanos capaces e informados, genere nuevo conocimiento, desarrolle tecnología y busque proyección social.
- B) Las empresas inviertan en investigación y desarrollo, e incorporen el nuevo conocimiento en productos, procesos y servicios innovadores.

- C) Los ciudadanos se informen, construyan y aprovechen el conocimiento en la toma de decisiones que los afectan.
- D) El Estado coordine el diseño, la financiación, la implementación y la evaluación de las políticas públicas en la materia.

Los estudiosos de las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CT&I) vienen hablando desde hace un buen tiempo de este modelo de la cuádruple hélice, con antecedentes en el modelo de la triple hélice y referentes posteriores de la quíntuple hélice, la innovación abierta, entre otros modelos sobre los que no profundizaremos, pero que sirven para explicar la forma como los países pueden transformarse en sociedades del conocimiento.

Con base en estas ideas, el modelo de la cuádruple hélice ha venido permeando las políticas públicas y las iniciativas de CT&I alrededor del mundo, particularmente, en Colombia. En consecuencia, la academia, la empresa, el Estado y la sociedad civil se encuentran, cada vez más, y una de esas instancias de confluencia son los Eventos de CT&I, dentro de los cuales podemos mencionar las ferias de ciencia.

Sin embargo, este tipo de ferias han sido entendidas tradicionalmente como espacios en los que estudiantes exponen y discuten resúmenes de sus proyectos en

matemáticas, ciencias o ingeniería [2], y poco se ha analizado sobre su potencial para articular a los actores de la cuádruple hélice y contribuir a la generación de redes de conocimiento.

En este contexto, consideramos relevante entender las interacciones de la cuádruple hélice en Expociencia, feria con más de 30 años de trayectoria en el país y que tiene entre sus objetivos: “articular en un mismo escenario, a diferentes actores sociales, de manera amplia y pública, tejer puentes y propiciar espacios de encuentro entre la comunidad educativa, los científicos, los jóvenes, los ciudadanos y los responsables del sector público y de gobierno” [3].

Por esta razón, realizamos un análisis de los vínculos que se generaron durante la versión de Expociencia Tolima 2022, particularmente, en el espacio “Expo-institucional Expoempresarial”, en el que buscamos comprender la incidencia que tiene la feria en la generación de oportunidades de articulación y redes de conocimiento entre los actores de la cuádruple hélice.

¿Qué entendemos por cuádruple hélice?

En primer lugar, debemos reconocer a cuatro personajes importantes en esta historia, Botana y Sábato [4], por un lado, y Etzkowitz y Leydesdorff [5], por el otro, quienes contribuyeron significativamente a entender cómo los países podrían construir políticas de CT&I.

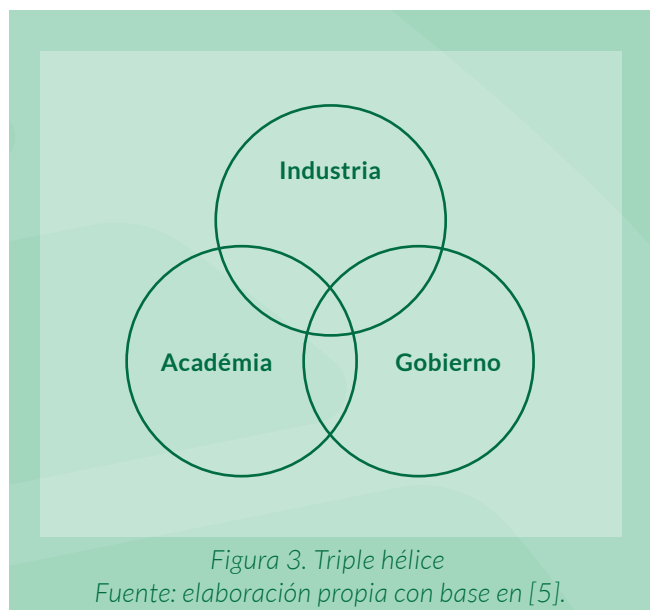
Triángulo de Sábato

En Latinoamérica, uno de los referentes de política CT&I es el llamado “Triángulo de Sábato” (1970), propuesto como una “estrategia para la innovación” que relaciona la capacidad que tiene una sociedad para innovar, con la forma cómo se vinculan tres vértices: la infraestructura científico-tecnológica, la estructura productiva y el Gobierno [4].



Triple hélice

De forma relativamente similar, Etzkowitz y Leydesdorff [5] expusieron el modelo de la triple hélice, sobre las relaciones Academia - industria - Gobierno, como un componente clave de cualquier estrategia de innovación de finales del siglo XX.



Cuádruple hélice

Ahora bien, la Cuádruple hélice contextualiza la triple hélice, puesto que se añade a “la sociedad civil”, considerando el rol que juega la ciudadanía, los medios de comunicación y la cultura. En este sentido, la cuádruple hélice es sensible a la sociedad del conocimiento y a la democracia [6].



Redes de conocimiento

Justamente, con el fin de identificar el potencial de Expociencia para fomentar vínculos entre los actores de la cuádruple hélice, es importante resaltar que una característica importante de la denominada “sociedad del conocimiento” consiste en que ya no hay un lugar central de producción de ese conocimiento, sino que este se genera de manera distribuida en muchos lugares y por actores dispersos. El conocimiento producido por un actor adquiere valor en la medida en que complementa y se suma al que producen otros actores de la red [8].

En este sentido, de acuerdo con [9], las redes son un conjunto de relaciones relativamente estables, que vinculan a varios actores que comparten metas comunes, y que admiten que la cooperación y el intercambio de recursos es la mejor manera de alcanzarlas.

De acuerdo con [10], en las redes, “la colaboración está arraigada en comunidades de aprendizaje que trascienden las fronteras de organizaciones individuales; por lo tanto, el aprendizaje se produce mediante la participación en dichas comunidades”. Adicionalmente, en [11] se afirma que el éxito de una red se relaciona con su capacidad para:

- A) | Garantizar el acceso equitativo a la información.
- B) | Activar selectivamente los actores y los recursos.
- C) | Limitar los costos de la interacción.
- D) | Apoyar la interconectividad entre los actores.
- E) | Buscar el compromiso de los participantes.
- F) | Prestar oportuna atención a los aspectos políticos e inter-institucionales
- G) | Velar por la calidad y la apertura de la interacción

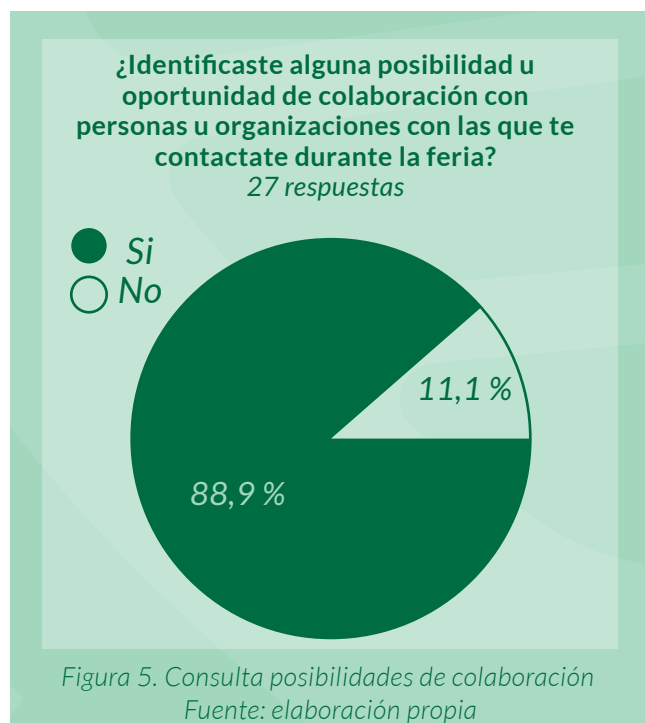
Encuentro de las cuatro hélices en Expociencia Tolima

En el marco de la gran misión de transitar hacia una sociedad del conocimiento, Expociencia es una feria que busca promover la cultura y las vocaciones científicas, pero también, y especialmente, busca generar vínculos entre los distintos actores que participan en ella.

Por esta razón, decidimos realizar un análisis sobre esos vínculos, particularmente en el espacio “Expoinstitucional Expoempresarial”, en

el cual concurren las cuatro hélices Academia-empresa-Estado-sociedad civil, alrededor de un “escenario de apropiación social del conocimiento para la comunidad, a través de la presentación interactiva de resultados y capacidades investigativas, al servicio del desarrollo sostenible del territorio y el país” [12].

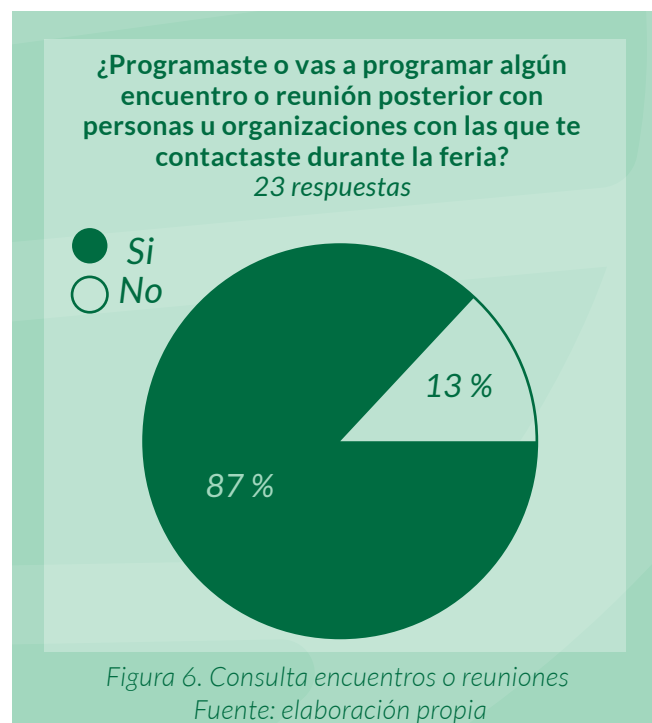
Un hallazgo importante de este ejercicio consiste en que, la gran mayoría de las organizaciones participantes del espacio identificaron alguna posibilidad u oportunidad de colaboración o articulación, como se ve en la figura 5.



Las pocas organizaciones que no lograron identificar posibilidades u oportunidades de colaboración manifestaron que no encontraron su

público objetivo durante la feria; que el uso de tres locaciones distintas para la realización del evento pudo afectar la interacción; y que no se tuvieron actividades para un mejor conocimiento de los actores, ya que la mayoría estuvieron plenamente dedicados a su rol como expositores.

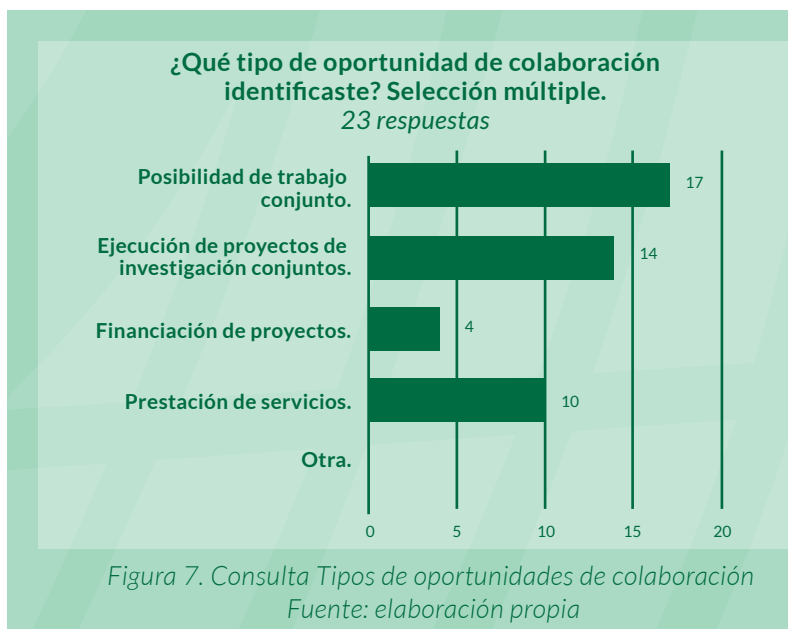
Por otro lado, se resalta que las interacciones espontaneas logradas durante la feria dan lugar a encuentros posteriores entre los actores, lo cual se evidencia por la intención de programar reuniones con los contactos logrados durante el evento:



Sobre este aspecto, y en relación con la estabilidad y el ánimo de permanencia de las redes de conocimiento, aunque se evidenció que la mayoría de las

organizaciones programaron encuentros posteriores al evento, lo cual es un indicio favorable de relaciones a futuro, aún no existe suficiente evidencia sobre el potencial de Expociencia para lograr que los actores conserven y mantengan sus relaciones a mediano y largo plazo, para lo cual se requieren mecanismos que permitan tener trazabilidad de los vínculos generados durante el evento, así como la generación de espacios intencionados de relacionamiento sostenidos en el tiempo.

En cuanto al tipo de oportunidades logradas por los actores, resaltan las posibilidades de trabajo conjunto, la ejecución de proyectos de investigación y la prestación de servicios. Con menor participación, pero igualmente importante, se encuentra la financiación de proyectos como otra forma de interacción de los actores:



También se debe destacar que, aun cuando durante la feria se generan vínculos entre las 4 hélices, son las universidades y las empresas las organizaciones con las que más oportunidades de colaboración se identifican:

¿Con qué tipo de actores identificaste una oportunidad de colaboración? Selección múltiple.
23 respuestas

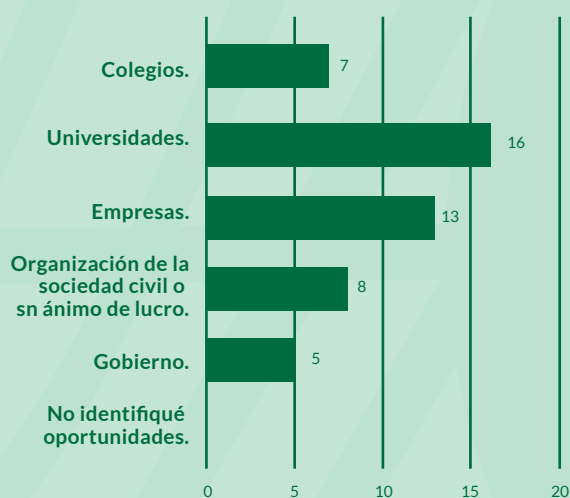


Figura 8. Consulta tipos de actores en colaboración
Fuente: elaboración propia

En lo que se refiere a la disposición de los actores hacia la colaboración, a partir de un ejercicio impulsado para registrar la experiencia, los vínculos y los intereses de los distintos actores de la feria, se logró evidenciar, entre otras cosas, que las personas y las organizaciones que participan del evento buscan aprender, intercambiar y conocer nuevos actores, nuevos proyectos y nuevas ideas, como se ve en la figura 8.

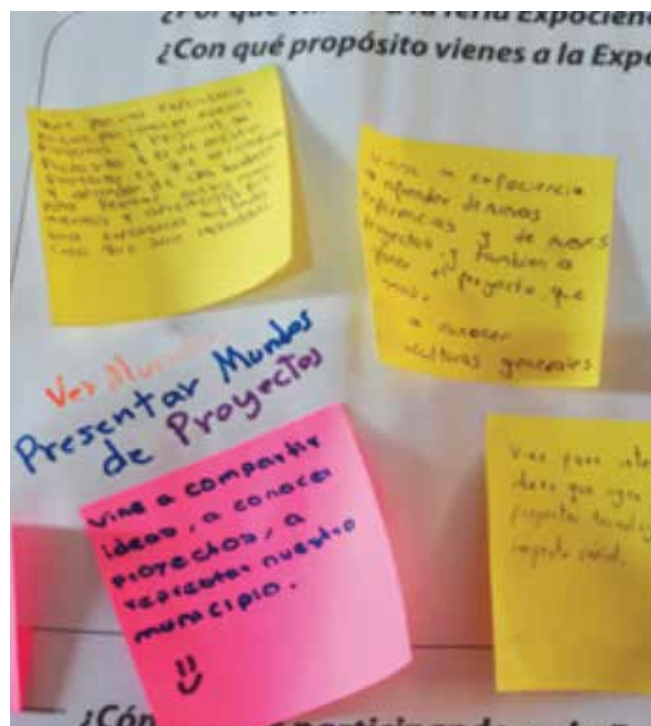


Figura 9. Registro de experiencias - ExpoCiencia 2022
Fuente: elaboración propia

En cuanto a la construcción de redes de conocimiento, en la tabla 1 se presentan algunos hallazgos de las encuestas realizadas a las organizaciones participantes de Expoinstitucional Expo-empresarial, sobre aspectos positivos y oportunidades de mejora en el objetivo de lograr el mayor potencial de Expociencia para crear o fortalecer dichas redes en cada uno de los factores de éxito identificados por [11].

Garantizar el acceso equitativo a la información

Los actores se conocen espontáneamente durante el evento y, por lo tanto, acceden a la información que cada uno prepara sobre su oferta, capacidades, intereses y expectativas, de tal forma que se puedan identificar oportunidades o posibilidades de colaboración. Sin embargo, también se identificaron dificultades debido a que las personas que participaron en representación de cada entidad, en su calidad de expositores responsables de stand, tuvieron poco tiempo para conocer a los demás actores y visitar los otros stands. Adicionalmente, el hecho de tener la feria en 3 locaciones geográficas distintas, con actividades simultaneas, pudo afectar el acceso a la información y al conocimiento de los actores. Al respecto, los encuestados sugirieron diseñar alguna actividad intencionada que permitiera el conocimiento y el contacto directo de los actores, así como herramientas tipo directorio, que dieran a conocer la información de cada uno de los participantes de forma previa a la feria.

Activar selectivamente los actores y los recursos

Los vínculos que se generan durante la feria fomentan la multidisciplinariedad y la transdisciplinariedad, de lo cual se deriva, que se logra una complementariedad de acuerdo con las fortalezas o las capacidades de cada actor en determinadas disciplinas. Como oportunidad de mejora, se identificó la ausencia de grandes empresas de la región, lo cual amerita un esfuerzo a futuro para activar selectivamente a estos actores.

Velar por la calidad y la apertura de la interacción

La percepción general fue que los actores llegan a la feria con ánimo productivo y colaborativo.

Limitar los costos de la interacción

El hecho de tener a todos los actores reunidos en un mismo espacio y en un mismo momento, reduce los costos de la interacción, en comparación con la alternativa de establecer contactos 1 a 1 por fuera del evento. Sin embargo, se resalta que debería existir un dinamizador antes de la feria para gestionar y facilitar los vínculos con los otros actores. También se le debe dar mayor importancia al reconocimiento mutuo de los actores.

Apoyar la interconectividad entre los actores

La feria permite generar conexiones entre actores que no se conocían y construir alianzas y redes, en las que se busca, entre otros fines, incentivar la investigación y el aprendizaje a partir de la cooperación y la coproducción. Las relaciones logradas durante el evento fueron interactivas e integradoras para el crecimiento de todos y se dirigen hacia resultados concretos, por ejemplo, para la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, la generación de nuevos negocios o el acceso a nuevos mercados. No obstante, como se mencionó anteriormente, se requiere eliminar algunas barreras que dificultaron el conocimiento y la conexión entre los actores, por ejemplo, la falta de actividades concretas de relacionamiento.

Buscar el compromiso de los participantes

El compromiso de los actores se evidencia en el hecho de que la mayor parte de las organizaciones participantes identificaron oportunidades o posibilidades de colaboración. Esto implica que los actores llegan a la feria con la disposición para colaborar, lo cual se materializa, por ejemplo, en alianzas para proyectos de I+D, puesta en marcha de negocios, financiación de proyectos, entre otras posibilidades.

Prestar oportuna atención a los aspectos políticos e institucionales.

El Gobierno fue un aliado clave de la feria en términos de financiación, convocatoria y apoyo logístico. No obstante, se evidenció la ausencia de representantes gubernamentales, al menos, en los momentos clave del evento. Además, pudo faltar coordinación debido a que, de forma simultánea a la feria, se realizaban otras actividades institucionales organizadas por el gobierno local. Adicionalmente, se evidenciaron limitaciones presupuestales, debido a las directrices institucionales de la fuente de financiación, que dificultan la recepción de aportes económicos no contemplados en el presupuesto aprobado, generar transacciones comerciales durante el evento o reasignar los rubros previstos para atender necesidades imprevistas.

Figura 9. Hallazgos - Oportunidades de mejora ExpoInstitucional -ExpoEmpresarial - ExpoCiencia Tolima 2022
Fuente: elaboración propia

Con base en lo anterior y de acuerdo con lo manifestado por los actores, existe, sin duda, un objetivo común, que consiste en promover la cultura científica, y para lograrlo, la participación de cada una de las hélices es necesaria. La academia, motiva a las niñas, niños y jóvenes presentando en la feria su oferta educativa, sus programas, proyectos y resultados de investigación novedosos. Las empresas evidencian el impacto de la ciencia en la práctica, exponiendo sus productos y servicios de base tecnológica. El Gobierno, además de financiar este tipo de iniciativas, convoca y evidencia el rol que desempeña la ciencia en la solución de los problemas públicos. Finalmente, las organizaciones sin ánimo de lucro y

de la sociedad civil, además de presentar iniciativas de apropiación social del conocimiento, le aportan a la feria experiencias significativas para el aprendizaje de la ciencia.

Ahora bien, sobre las relaciones, las oportunidades de colaboración y las redes de conocimiento que se generan de forma espontánea entre estas hélices, es importante mencionar que están motivadas, principalmente, por los intereses y las expectativas particulares de cada actor. En este sentido, sin buscar eliminar o controlar dichas relaciones espontaneas, las cuales son muy valiosas y necesarias para los fines de la feria, la organización del evento podría diseñar estrategias complemen-

tarias que, a futuro, permitan también focalizar los vínculos hacia propósitos comunes, definidos colectivamente y que estén relacionados con una “misión” y un “plan de vuelo”, que nos dirija hacia una sociedad del conocimiento, en el contexto regional y nacional.

Conclusión

Evidenciamos que Expociencia es un escenario propicio para generar vínculos entre las cuatro hélices Académia - empresa - Estado - sociedad civil, cuya articulación es necesaria para cumplir el objetivo de promover la cultura y las vocaciones científicas. En este proceso, los actores también logran identificar posibilidades y oportunidades de colaboración de forma espontánea, las cuales trascienden el mismo espacio de la feria.

Sin embargo, el potencial de Expociencia puede aprovecharse aún más, si además de los vínculos espontáneos, se logra un proceso de convocatoria, planificación y gestión de las conexiones de las cuatro hélices, alrededor de la misión o unos propósitos comunes definidos colectivamente. Para ese fin, sería necesaria la habilitación de espacios, actividades y herramientas que permitan un mejor conocimiento de los actores, y la construcción de redes perdurables en el tiempo.

De esta forma, se podría lograr que la feria siga cumpliendo el propósito que la ha inspirado en los últimos 30 años, y que se aproveche su potencial para contribuir de forma significativa al tránsito necesario que debemos hacer como país hacia una sociedad y una economía basadas en el conocimiento.

Cristhian Mejía Nieto

Consultor en transferencia de tecnología y gestión de ciencia, tecnología e innovación

Miembro Activo de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia - AvanCiencia. Consultor de Connect Bogotá Región y Créame Incubadora de Empresas. Magíster en Derecho Privado Económico. Universidad Nacional de Colombia. 2021.



Bibliografía

[1] Organización para la Colaboración y Desarrollo Económicos (OCDE) y Eurostat. Manual de Oslo: Directrices para la recogida e interpretación de información relativa a innovación. 3ª ed. 2005.

[2] JL Bencze, GM Bowen. A National Science Fair: Exhibiting support for the knowledge economy. *International Journal of Science Education*, 2459-2483. 2009.

[3] H Muñoz Tenjo. Definiendo el sentido de la XIV ExpoCiencia - ExpoTecnología 2015. 2014.

[4] N Botana, J Sábato. La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina. Instituto de Estudios Peruanos. 1970.

[5] H Etzkowitz, L Leydesdorff. The triple helix-university-industry-government relations: a laboratory for knowledge based economic development. *EASST Review*. 1995; 14(1): 14-19.

[6] H Park. Transition from the Triple Helix to N-Tuple Helices? An interview with Elias G.

Carayannis and David F. J. Campbell. *Scientometrics*. 2014; 99: 203-207.

[7] EG Carayannis, TD Barth, DF Campbell. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of innovation and entrepreneurship*. 2012; 1(1): 1-12.

[8] O León. La cultura científica y tecnológica en el tránsito a la sociedad del conocimiento. *Revista de la Educación Superior*. 2005; 34(136): 49-63.

[9] A Zimmermann. La gestión de las redes. Caminos y herramientas. Ediciones AbyaYala; 2004.

[10] M Perkman, K Walsh. University-industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*. 2007; 9(4).

[11] M Velásquez. Redes de propiedad intelectual. En Aterhortúa, C. et al. En C. d. Ruta N, Guía Estratégica de Propiedad Intelectual. Universidad Empresa.

[12] <https://expociencia.co> el día 28 de junio de 2022.



Sebastián López Ospina

Profesor del programa de diseño digital de la Universidad Sergio Arboleda

Profesor egresado de la Maestría en Diseño con énfasis en Investigación de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá en el año 2021.



Galerías y Experiencias ExpoCiencia 2022 CLAUSURA 2022

El 21 de junio de 2022 se llevó a cabo el evento de clausura de ExpoCiencia Tolima, un escenario donde se premió a los proyectos ganadores en las diferentes categorías concursantes.

En total, ExpoCiencia Tolima 2022 contó con 23 equipos / proyectos ganadores en las 12 categorías de participación.



“Nuestra impresión fue muy positiva al observar el buen trabajo que se está llevando a cabo en instituciones educativas del país por parte de los estudiantes y por ende los docentes; el interés por investigar e indagar a fondo cada punto de investigación a desarrollar y el apoyo con el que se está contando para ello”.

Leonardo Tamayo, docente participante de la feria.



“Expociencia fue una experiencia maravillosa para los estudiantes, el docente y para toda una institución educativa”.

Marcial González, docente participante de la feria.



Aliados

