

Matemáticas, espacios públicos e integración vecinal. El caso de Cuernavaca (México)

Igor Barahona, Lucia López de Medrano, Barbara Martínez-Moreno y Beatriz Limón

Resumen

El objetivo principal es investigar el impacto que tienen un conjunto de actividades de comunicación de las matemáticas realizadas en espacios públicos de colonias con marginación alta, en el fortalecimiento del tejido social y mejoramiento de la percepción de seguridad. Una plaza de la colonia Chamilpa en Cuernavaca, México es tomada como caso de estudio. Esta colonia se encuentra entre las de mayor marginación de la ciudad. Los resultados proporcionan evidencia empírica para soportar que la comunicación de las matemáticas en espacios públicos aumenta la percepción de seguridad y mejora la cohesión social.

Palabras clave

Popularización de la ciencia y la tecnología; Percepción pública de la ciencia y la tecnología; Apropiación social de la ciencia

DOI

<https://doi.org/10.22323/3.03020210>

Fecha de recepción: 21 de abril de 2020

Fecha de aceptación: 9 de julio de 2020

Fecha de publicación: 6 de noviembre de 2020

Introducción

En su tesis, Vanessa Reyes Calderón describe un acontecimiento que ilustra el nivel de degradación en el que se encuentran los espacios públicos de las principales áreas urbanas de México. —*¡Ahí mire! ¡Junto a la barda esta, ahí es donde venden!*— Comenta un vecino de la colonia Barros Sierra en la delegación Magdalena Contreras de la Ciudad de México. Lo anterior durante entrevista realizada para recopilar datos relacionados con aspectos de seguridad y mantenimiento de la Unidad deportiva “Las Torres”. La venta de drogas es un hecho al que se han acostumbrado los habitantes de esta colonia. El testimonio de uno de los entrevistados por Reyes-Calderón [2014], proporciona elementos adicionales de análisis y reflexión. —*Uno mejor ni se mete, hacemos como si no viéramos nada, porque si llamamos a la patrulla, hasta ellos mismos nos acusan con los delincuentes.*

De acuerdo con Ramírez-Kuri [2015], la subordinación de lo público a lo privado, así como el predominio de la propiedad privada sobre el interés común, ha

cambiado radicalmente la forma en que la sociedad concibe los espacios públicos. Los modelos económicos preponderantes, basados en el libre mercado, y los cuales privilegian la propiedad privada, cambian radicalmente el sentido de los espacios públicos. Bajo este paradigma es común observar mayor preocupación por mantener limpia la cochera de casa, que el jardín público que se encuentra en la colonia. Las manifestaciones de la subordinación de lo público a lo privado son variadas: espacios públicos inseguros, sucios y descuidados, sólo por mencionar algunas. Aunado a lo anterior, el mantenimiento y mejora de los espacios públicos han estado ausentes de las políticas públicas urbanas en México [Ramírez-Kuri, 2014]. Durante las últimas tres décadas, las políticas de desarrollo urbano han concebido a los espacios públicos como elementos de equipamiento (en fraccionamientos y unidades habitacionales), áreas verdes, de vía pública y residuales. Autores como Bernard y Rowles [2013], Ramírez-Kuri [2014] y Ramírez-Kuri [2015], afirman que uno de los principales problemas con los espacios públicos en México es que, desde su concepción y diseño, se encuentran disociados de la cohesión social e integración vecinal.

Recientemente, grupos de vecinos, líderes sociales y organizaciones civiles han reclamado su derecho a espacios públicos seguros y de calidad, los cuales vayan más allá de simples equipamientos o áreas verdes. En la literatura aparecen un importante número de casos, los cuales proporcionan evidencia sobre la importancia que tienen los espacios públicos en el fomento de conductas sociales íntegras. Mulgan y col. [2006] ponen de manifiesto la capacidad que tienen los espacios públicos en la generación de percepciones de seguridad, sentimiento de comunidad y confianza mutua. Chanes y Sanz [2012], afirman que los espacios públicos de calidad facilitan la adherencia a las normas, valores y códigos de conducta; los cuales permiten a los habitantes de un barrio o colonia una coexistencia armoniosa. Lo anterior queda en evidencia, cuando diferentes actividades matemáticas son realizadas en espacios públicos. Además de mejorar el desarrollo de las habilidades de pensamiento en los participantes, se contribuye a la coexistencia vecinal armoniosa. En las investigaciones conducidas por Davies [2000], se demuestra que los espacios públicos correctamente diseñados, y que se encuentran bajo estrictos esquemas de mantenimiento, fomentan valores como la sensación de seguridad, la cohesión social y la satisfacción vecinal.

Por el contrario, autores como Lyndhurst [2004] y Mulgan y col. [2006], demuestran que espacios públicos en condiciones de abandono se convierten en inductores para conductas violentas y antisociales. La teoría de las *Ventanas Rotas* propuesta por Wilson y Kelling [1982], sostiene que la apariencia física de los objetos y espacios públicos influye en buena parte el comportamiento de los individuos. Por ejemplo, una casa con las ventanas rotas podría causar una percepción de abandono, y por consiguiente, tener una mayor probabilidad de ser objeto de robos o saqueos. Autores como De-Roda y Moreno [2001] y Chanes y Sanz [2012], han proporcionado evidencia empírica para afirmar que la permanencia residencial está directamente relacionada con el sentido de pertenencia vecinal. Es decir, la intención de residir en un determinado barrio está en función del grado de identificación del individuo con los valores y hábitos que ahí se preservan. Los espacios públicos representan los principales medios de contacto con otros vecinos, en los cuales se da un intercambio de información (e.g. consejos sobre uso del transporte público, recetas de cocina o escuelas de los hijos). De ahí la importancia que tienen los espacios públicos de calidad, para generar mayores niveles de confianza vecinal y fortalecer el tejido social.

Con base en lo anterior, es incorrecto afirmar que si las áreas urbanas son dotadas con espacios públicos amplios, limpios y funcionales; entonces los índices de violencia disminuirán automáticamente. Tampoco es cierto que los espacios públicos por sí solos, producirán un aumento de la interacción social y la comunicación vecinal. Bentley [1985], Ferguson y Mindel [2007] y Chanes y Sanz [2012], señalan que actividades que estimulen la apropiación del espacio público, favorezcan el apoyo vecinal y aumenten el nivel de percepción de seguridad, entre otras, son necesarias. Sobre esta premisa, se pone en evidencia la principal limitante del “Programa de Rescate de Espacios Públicos”, inicialmente a cargo de la Secretaría de Desarrollo Social en el año 2010, y posteriormente bajo la responsabilidad Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). Durante los años 2016 y 2017, el programa asignó el 16.3% de su presupuesto total para la realización de actividades sociales, lo cual es insuficiente. Por ejemplo, en los años 2015 y 2016, este programa organizó 890 eventos deportivos, 4 000 funciones de cine y 1 362 partidos de fútbol. Esto representa un total de 6 252 actividades realizadas en espacios públicos para un país de aproximadamente 115 millones de habitantes [Parques Alegres AC, 2020]. Es decir, 5.4 actividades sociales por cada cien mil habitantes en un periodo de dos años.

En este trabajo se toma como caso de estudio la plaza principal de la colonia Chamilpa en Cuernavaca, México. La ciudad se caracteriza por tener una precaria infraestructura de recreación y ocio, además, la colonia Chamilpa se encuentra entre las de mayor marginación. El presente artículo intenta hacer una contribución, en el sentido de aportar elementos adicionales a la investigación sobre espacios públicos destinados a la realización de actividades de comunicación científica. Después de una búsqueda exhaustiva en la literatura, no se encontraron investigaciones dentro del contexto Latinoamericano, las cuales evalúen el efecto de la comunicación pública de las matemáticas, en el bienestar psicológico y social de los participantes. Por lo tanto, investigar el impacto que tienen un conjunto de actividades matemáticas realizadas de forma sistemática en espacios públicos de colonias con marginación alta, en el fortalecimiento del tejido social y mejoramiento de la percepción de seguridad, se presenta como objetivo general. Este trabajo se compone de cinco secciones, los materiales y métodos aparecen a continuación. La tercera sección se reserva para los resultados. Una discusión, que contrasta nuestros resultados con otros trabajos, se presenta en la sección cuatro. La última sección se reserva para las conclusiones.

Materiales y métodos

Proyecto ARTEMAT: “Matemáticas para la Paz”

Este es un proyecto enfocado en fortalecer el tejido social y ampliar la visión que se tiene de las matemáticas. Esta iniciativa consiste en la instalación de estaciones de trabajo, en las cuales se desarrollan talleres, demostraciones, juegos y exposiciones. Todas las actividades presentadas están relacionadas con las matemáticas, dentro de un ambiente que estimula la creatividad y la convivencia (Figuras 1A y 1B). Uno de los objetivos específicos de ARTEMAT consiste en enseñar a los participantes, de forma lúdica e interactiva, el lado artístico de las matemáticas y a la vez, favorecer la interacción entre los vecinos de la colonia. El proyecto fue financiado por el Programa Nacional de Prevención de la Violencia y el Delito [Programa Nacional de Prevención de la Violencia y el Delito, 2016], implementado por el Instituto de Matemáticas de la Universidad Nacional Autónoma de México y la organización

civil Arte Sustentable [Arte Sustentable A.C., 2020]. En esencia, se busca mejorar la cohesión social y la visión que se tiene de las matemáticas.



Figura 1. (a). Los asistentes. (b). Apariencia física del evento.

Desde la perspectiva de los participantes, ARTEMAT busca la creación de experiencias elocuentes, en donde cada asistente tenga un tiempo valioso, formativo y agradable, al mismo tiempo en que se estimula la creatividad e imaginación. El común denominador es que todas las actividades tienen un fundamento matemático, sobre el cual se busca mejorar el razonamiento lógico y de toma de decisiones. Entre las disciplinas matemáticas sobre las cuales se fundamenta ARTEMAT se encuentran la Geometría, Enigmas Matemáticos, Simetrías, Series, Lógica, Teselaciones, Teoría de gráficas, Topología, Fractales, Polígonos y Poliedros. En lo que respecta al diseño de las actividades, éstas se dirigen al público en general, con especial énfasis en niños y adolescentes. Las disciplinas matemáticas antes mencionadas, son enmarcadas sobre artes visuales y escénicas. Esta mezcla permite generar experiencias ricas, originales y atractivas entre los asistentes, las cuales a su vez tienen un efecto bidireccional. Por una parte, se busca un cambio de mentalidad hacia las matemáticas. Por la otra, un aumento en la percepción de seguridad entre los asistentes, así como un incremento en la cohesión social entre los vecinos (Figuras 1A y 1B).

ARTEMAT tuvo lugar en la comunidad de Chamilpa, la cual se ubica al norte del municipio de Cuernavaca. Las razones para seleccionar esta comunidad (y no otras) obedecen a criterios de marginación y violencia. De acuerdo con datos del Diagnóstico Integral de Morelos, en el año 2016 esta comunidad se encontró en el polígono 1. Este último identificado como el más violento e inseguro, el cual reportó la tasa más alta de violencia del municipio en 2015, igual a 13.9 delitos por cada 1 000 habitantes [Gobierno del Estado de Morelos, 2016]. Por otra parte, los talleres se llevaron a cabo en 6 estaciones de trabajo. La coordinación de cada estación estaba a cargo de 2 personas con diferentes perfiles. Mientras un experto en matemáticas facilitaba el desarrollo de las habilidades del pensamiento analítico y numérico, un especialista en talleres comunitarios aseguraba que la actividad tuviera un alto contenido de creatividad e innovación. Las actividades ofrecidas se presentan en la Tabla 1.

El proyecto se llevó a cabo a lo largo de 12 sesiones, comenzando el 21 de octubre y finalizando el 26 de noviembre de 2017. Cada sesión tuvo una duración de entre 6 h y 8 h. Con la finalidad de captar la mayor cantidad de asistentes, se realizaron

Tabla 1. Descripción de las actividades proporcionadas.

Estación	Descripción
Pequeñitos	Actividades dirigidas a niños de 2 a 6 años. Se presentan temas como clasificación de objetos, pulseras y collares para tratar series, simetrías, figuras geométricas, tangrams.
Hilorama	En esta estación se dirige tanto a niños mayores de 8 años, así como a los adultos de cualquier edad. Aquí se presentan diferentes juegos con hilos para ilustrar conceptos matemáticos como tangentes, curvas, series, números primos y primos relativos.
Simetrías	Actividad enfocada a explicar el concepto de simetría (y sus implicaciones matemáticas). Para lo anterior, utilizamos caleidoscopios, mosaicos y espejos [Cunningham y col., 2015].
Enigmas, Magia y Nudos	Dinámicas grupales donde el razonamiento matemático es la clave para encontrar las soluciones. Aquí trabajamos principalmente con nudos [Eudave-Muñoz, 2006].
Poliedros y Polígonos	Las figuras geométricas regulares y sus propiedades matemáticas son aquí el tema central. Se realizan actividades colectivas, entre las cuales destacan pirámide de Sierpinski, papalote geométrico y las lámparas simétricas [Galarza y Seade, 2007].
Juegos	Esta estación se enfoca a realizar juegos de pareja o colectivo que involucren razonamiento matemático. Entre los juegos que aquí se ofrecen, se encuentran Nim, Hex y Sudokus [Galarza y Seade, 2007].

actividades de difusión previas. Se visitaron 16 escuelas primarias, 7 de ellas de turno matutino, 6 de turno vespertino y 3 más de tiempo completo, 2 escuelas secundarias de ambos turnos y 1 preparatoria de turno matutino.

Instrumentos y mediciones

La Escala de Percepción del Control de La Violencia, desarrollada por Ramos [1990], mide las creencias que tiene un individuo, con respecto a quien tiene el control en hechos y/o sucesos delictivos. Los 21 ítems que componen la escala están dados en un intervalo tipo Likert con 5 valores posibles. Mientras un valor igual a uno hace referencia a “En total desacuerdo” el valor cinco es “En total acuerdo”. La escala no tiene preguntas invertidas. El Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), el cual consiste en realizar comparaciones por pares, aplicando los principios del álgebra lineal [Saaty, 2015], fue utilizado para priorizar los 21 ítems en base a su grado de contribución a nuestros objetivos de investigación. De acuerdo al algoritmo PAJ, 8 ítems tuvieron una contribución alta, y por lo tanto, fueron incorporados al cuestionario. Adicionalmente, se incluyeron 2 ítems enfocados en medir el grado en que los asistentes perciben que las actividades matemáticas contribuyen, tanto al mejoramiento de la percepción de seguridad, como a la integración vecinal. Con lo anterior, el cuestionario se compone de 10 ítems tipo Likert, los cuales se complementaron con 5 preguntas categóricas y referentes al perfil sociodemográfico de los asistentes.

Por otra parte, como resultado de una revisión de la literatura, se identificaron formas en que las actividades matemáticas, artísticas y culturales, realizadas en espacios públicos, impactan la integración vecinal y la cohesión social. Al respecto, otras investigaciones [Mallart, 2008; Arteaga, 2010; Mallart y Deulofeu, 2017],

ponen de manifiesto la importancia del pensamiento creativo y las artes, para lograr un alto impacto de las matemáticas durante festivales en espacios públicos. Sobre la base de este marco de referencia, se construyó el mapa conceptual para este trabajo, el cual está alineado al objetivo de investigación (Figura 2).

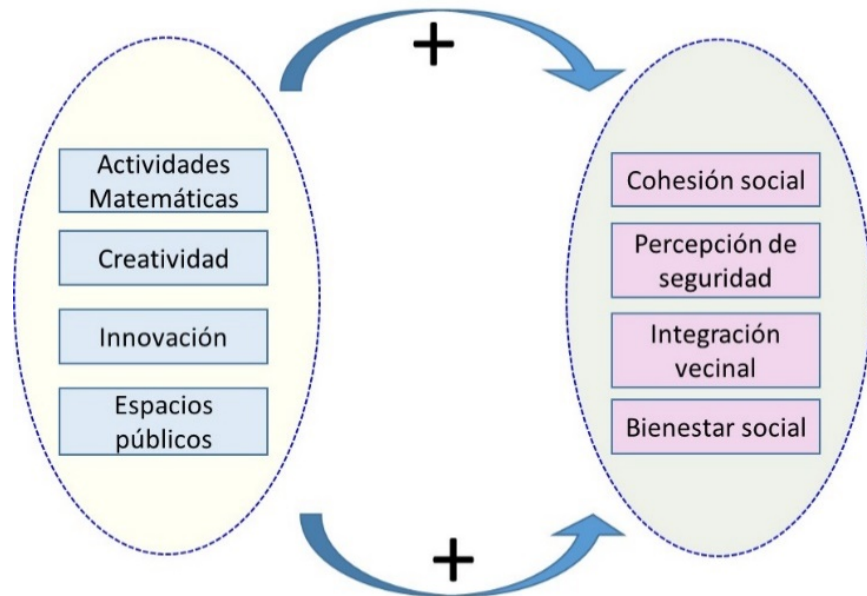


Figura 2. Mapa conceptual de la investigación.

Métodos de análisis

Primeramente, se realizó un análisis estadístico descriptivo del perfil sociodemográfico de los asistentes, consistente en calcular los promedios de los ítems del cuestionario con respecto a las variables edad y género. Adicionalmente, se evaluaron las medidas de validez y confiabilidad del instrumento a través de tres indicadores: el alfa de Cronbach, el λ de Guttman y el Coeficiente de Correlación Inter-clase. Un Análisis de Componentes Principales (ACP) nos permitió estudiar las relaciones entre las variables objeto de análisis. Una explicación detallada sobre el uso del ACP en la investigación de fenómenos sociales está disponible en Barahona [2016]. Los resultados obtenidos con la aplicación de los métodos antes mencionados, así como su respectiva interpretación, aparecen en la siguiente sección.

En la segunda parte del análisis, elaboramos un modelo de ecuaciones sobre la base del algoritmo denominado “Cuadrados Mínimos Parciales” (CMP). Esta técnica estadística, propuesta por Wold [1985] y por Lohmöller [1989], se enfoca en maximizar la varianza explicada de las variables dependientes del modelo, y estimar los parámetros del modelo, siguiendo el algoritmo de los CMP. Al ser un método no paramétrico, no requiere que los datos tengan ajuste de normalidad o bien, de alguna otra distribución. De acuerdo con Hair, Ringle y Sarstedt [2013] y Hair, Hult y col. [2016], estos modelos se dividen en dos: el interno y el externo. Mientras el interno cuantifica las relaciones entre los constructos, el externo indica

las relaciones entre las variables observadas y los constructos. En nuestro caso, obtuvimos una solución numérica para el modelo que se presenta en la Figura 6. Además, se reportan el Índice Normalizado de Ajuste y el Error Cuadrático Medio Estandarizado como indicadores de calidad del modelo. Está fuera del alcance de este trabajo proporcionar una explicación detallada de las formulaciones matemáticas atrás de la técnica de los CMP. Se dejan las referencias previamente mencionadas para tales fines. A continuación, enfocamos nuestra atención en presentar los resultados obtenidos.

Resultados

Perfil sociodemográfico de los asistentes

En cuanto a las características sociodemográficas, se menciona que el rango de edad de los asistentes estuvo entre los 3 y 65 años. En total se recibieron a 1 302 personas, de los cuales el 29 % tenía entre 3 y 11 años de edad. Un 54 % entre un rango de 12 a 17 años. El 10 % de los asistentes estaba entre 18 y 29 años. Finalmente, el 7 % de ellos contaba con 30 años o más. En cuanto al género, 54 % fueron mujeres y un 46 % hombres. Adicionalmente, cada participante fue consultado si estaría interesado en responder la encuesta. Durante las 12 jornadas que duró el festival, un total de 583 personas aceptaron a responder nuestra encuesta, de los cuales 337 fueron mujeres (58 %), y 246 hombres (42 %). De esta forma, se recibieron en promedio 46 encuestas por día, con desviación estándar igual a $\pm 8,5$ (Figura 3).

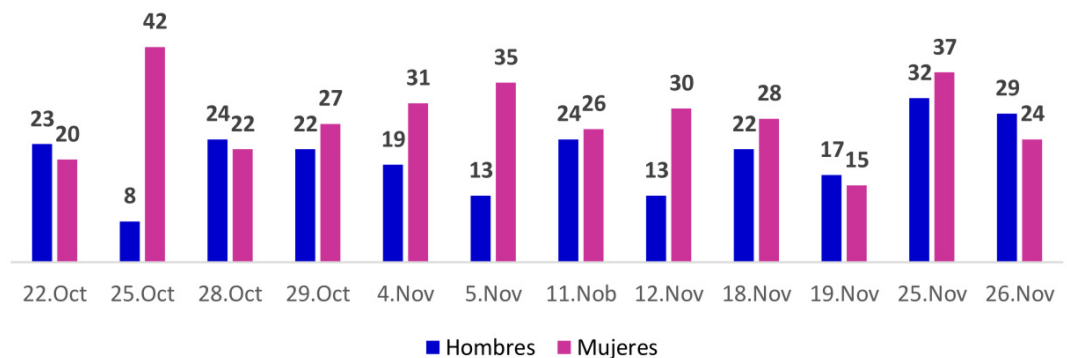


Figura 3. Encuestados por género.

Se consultó a todos los encuestados si estarían interesados en responder el instrumento en más de una ocasión. Es decir, aplicaciones repetidas de un mismo cuestionario, pero en diferentes contextos y tiempos, permitirían identificar el grado en que las actividades de ARTEMAT afectaban la percepción de los asistentes. Aunque los cuestionarios se administraron anónimamente, evitando recopilar los nombres y domicilios de los asistentes, se les incluyó un ítem dicotómico, el cual preguntaba si estaban contestando por primera vez la encuesta (SI o NO). Mientras que en la primera sesión de ARTEMAT el 100 % de los encuestados respondieron que SI en esta pregunta, para la octava, este número disminuyó a 50 %. En promedio el 30 % respondió la encuesta en más de una ocasión, en contraste con el 70 % que lo hizo solamente una vez (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de participantes que respondieron una sola vez (SI) el cuestionario.

	22. Oct.	25. Oct.	28. Oct.	29. Oct.	4. Nov.	5. Nov.	11. Nov.	12. Nov.	18. Nov.	19. Nov.	25. Nov.	26. Nov.
SI	100 %	96 %	78 %	84 %	80 %	65 %	66 %	49 %	50 %	66 %	68 %	55 %
NO		4 %	22 %	16 %	20 %	35 %	34 %	51 %	50 %	34 %	32 %	45 %

Medidas de validez y confiabilidad del instrumento

Los valores para los coeficientes α de Cronbach y λ de Guttman fueron iguales a 0.73 y 0.75, respectivamente. El valor para el Coeficiente de Correlación Inter-clase (CCI) fue de 0.72. De acuerdo a la literatura, estos valores corresponden a una confiabilidad alta en el instrumento [Greenacre, 2017]. En cuanto al ACP, utilizamos un método de extracción “Varimax”, el cual es del tipo ortogonal. El valor propio del primer componente fue de $\lambda_1 = 2,07$, mientras que el segundo tuvo un valor propio igual a $\lambda_2 = 1,46$. El índice de Tucker Lewis, el cual es una medida de bondad de ajuste para el ACP fue igual a 0.89, así también, el Error Cuadrático Medio resultó igual a 0.06. Los 10 ítems incluidos en el estudio mostraron cargas de 0.41 y superiores en los 2 componentes retenidos. Así también, la matriz de carga muestra las propiedades convergencia y discriminación. Por lo anterior, se dice que las variables latentes bajo estudio están correctamente operacionalizadas en términos de los ítems incluidos en el cuestionario. (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de Componentes Principales (matriz de cargas).

Item	PC1	PC2	Comunalidades
X8_ActiHoyEviDelitos	0.676		0.48
X7_ContribResolSeg	0.630		0.40
X6_OrgaVecSeg	0.614		0.38
X10_ActPubcColSegur	0.531		0.31
X2_UniVecViola	0.493		0.25
X1_LlevBienMolest	0.431		0.20
X9_RelVecDelito		0.566	0.37
X4_MalaRelVec		0.621	0.40
X5_SimpSegurPer		0.727	0.53
X3_PoliciaSeg		0.405	0.17
Valores Propios	2.07	1.46	

Las matemáticas, la percepción de seguridad y la integración vecinal

En la Figura 4 aparece una representación visual del ACP. Los ejes horizontal y vertical representan el primer y segundo componente respectivamente. Las flechas representan cada uno de los ítems incluidos en el cuestionario. Al tratarse de una visualización vectorial de los ítems, es posible hacer interpretaciones en relación su magnitud, dirección y sentido. En el primer cuadrante se encuentran los ítems que hacen referencia a la seguridad y violencia. Estos se han agrupado en la variable latente: *Auto-percepción de seguridad*, la cual responde a la pregunta *¿Qué tan seguro me siento?* Por otra parte, en el cuarto cuadrante se localizan ítems relacionados con la cohesión e integración vecinal. Esta segunda variable latente se denominó *Integración vecinal* y responde a la pregunta: *¿Qué tan integrado estoy con mis vecinos?*

Los vectores son interpretados de la siguiente forma: entre más a la derecha se encuentra posicionado el vector, indica mayor intensidad de tal variable. Por ejemplo, el ítem X10. *Las actividades matemáticas en lugares públicos pueden mejorar la seguridad en mi colonia* es la más cercana a la parte derecha del primer componente. Por el contrario, la pregunta X3 *La policía es la única que puede darme seguridad* resulta la más alejada al primer componente. Lo anterior aporta evidencia parcial a favor de que la comunicación de las matemáticas mejora la percepción de seguridad entre vecinos y fortalece el tejido social en colonias marginadas.

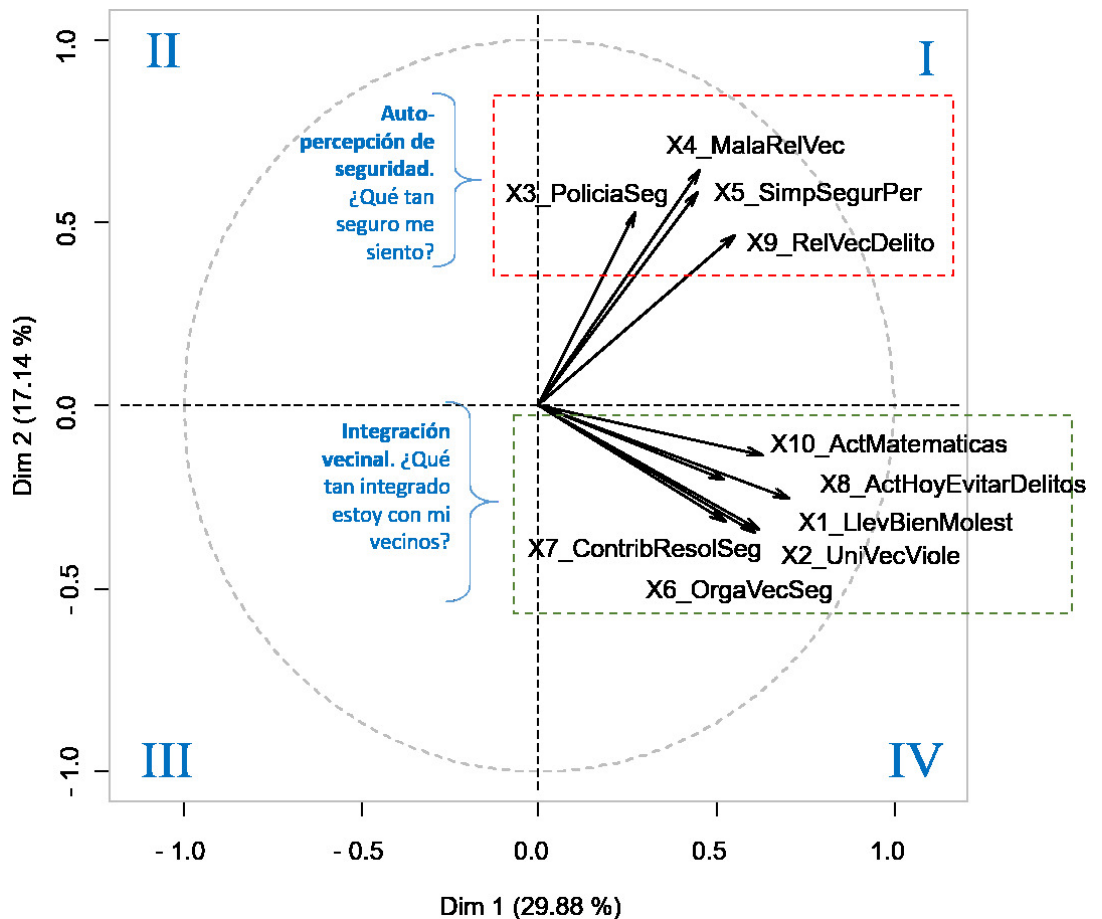


Figura 4. Círculo de correlaciones en su forma vectorial.

Posteriormente, se obtuvo una nube de puntos sobre el plano factorial, la cual está dada por la contribución que tiene cada uno de los individuos ($n = 583$) a los componentes principales. La variable fecha se incorpora al análisis como variable suplementaria. Aunque tiene una coordenada del tipo $c(x,y)$ en el plano, al ser suplementaria no contribuye a la generación de los valores propios de los ejes (componentes). Esto permite crear visualizaciones de las fechas con respecto a los individuos. Por ejemplo, dos fechas aparecerán muy cercanas en el plano, si obtuvieron resultados semejantes en la encuesta. Por el contrario, dos fechas estarán lejanas, cuando sus resultados en la encuesta sean diferentes. En la Figura 5, aparecen las 12 fechas, en las cuales se llevó a cabo el evento ARTEMAT. Por una parte, en el tercer cuadrante (III) se encontraron las fechas iniciales del evento (22, 25 y 28 de octubre). Por la otra, las fechas para las últimas jornadas aparecen en los cuadrantes primero (I) y cuarto (IV). Estas son 12, 19 y 25 de noviembre.

Una interpretación simultánea de las Figuras 4 y 5 es la siguiente: mientras en el primer cuadrante (I) se encuentran los ítems relacionados con la *Auto-percepción de seguridad*, las fechas que aparecen en este mismo cuadrante son el 29-oct, 25-nov y 26-nov. Por otra parte, los ítems concernientes a la integración y cohesión vecinal se encuentran en el cuarto cuadrante, y los cuales tienen de contraparte las jornadas 12 y 19 de noviembre. Se muestra que las fechas se han movido de izquierda a derecha sobre el eje horizontal. Con lo anterior se proporciona evidencia adicional, la cual soporta que la comunicación de las matemáticas en espacios públicos contribuye al mejoramiento de la cohesión social y al fortalecimiento del tejido social. Además, en la Figura 5 aparece una trayectoria, la cual es representada por flechas rojas que aparecen entre las fechas. Las puntas de las flechas indican la dirección de la trayectoria. Al inicio se localizaron las primeras jornadas para ARTEMAT (flechas "a" y "b"), en las últimas aparecen las fechas finales ("e" y "f"). Nótese que el eje horizontal está caracterizado principalmente por las preguntas X8. *Actividades como la de hoy evitan que sucedan actos delictivos* y X10. *Las actividades matemáticas en lugares públicos pueden mejorar la seguridad en mi colonia*. Además, la trayectoria de las flechas rojas es de izquierda a derecha sobre el mismo eje horizontal. Las fechas iniciales (22 y 25 oct) se encuentran más alejadas de los vectores para las preguntas X8 y X10. En contraste, las fechas finales del evento (25 y 26 de nov) se encuentran más cercanas a tales vectores (X8 y X10). Conforme fueron transcurriendo las jornadas del evento, la percepción de los individuos fue cambiando. Al final del evento, los asistentes reportaron que la comunicación de las matemáticas en espacios públicos mejoraba la percepción de seguridad entre el grupo de vecinos.

En la última parte de los resultados se utilizaron cinco ítems para evaluar el impacto de la comunicación de las matemáticas en la percepción de la seguridad e integración vecinal. Primeramente, agrupamos los ítems X8 y X10 en una variable latente denominada *Actividades matemáticas en espacios públicos*. Por otra parte, tres ítems X2 *La violencia puede disminuir si existe unión entre los vecinos de mi colonia*, X6 *Si los vecinos de mi colonia nos organizamos, podríamos evitar que sucedieran actos delictivos* y X7 *Si me lo propongo, puedo contribuir en algo para resolver el problema de la violencia* conformaron la variable latente denominada *Seguridad y unión vecinal*. Las razones para incluir estos ítems y no otros, se basan en la definición operativa de variables realizada para tales efectos. Desde una perspectiva conceptual, nótese que los 5 ítems incluidos en el modelo hacen referencia a constructos como comunicación de las matemáticas, unión vecinal, violencia, seguridad y actos delictivos.

En la Figura 6 aparece un diagrama para el modelo de ecuaciones estructurales. En este caso la variable independiente se conforma por *las actividades matemáticas en espacios públicos*. Por otra parte, *seguridad y unión vecinal es la variable de respuesta*. Tales constructos se encuentran unidos por el coeficiente de trayectoria (path coefficient). Este a su vez indica la dirección de la relación (en este caso de izquierda a derecha). Valores cercanos a 1.0 indican una relación fuerte. En este caso, el coeficiente es igual a 0.783. Lo anterior aporta elementos a favor de que las actividades matemáticas en espacios públicos mejoran la percepción de seguridad y unión vecinal.

Adicionalmente, se calculó el estadístico *t*-student para todos los coeficientes que integran el modelo. Lo anterior para evaluar la hipótesis nula H_0 : los coeficientes son significativamente diferentes de cero. Con una significancia de $\alpha = 0,05$, el umbral de rechazo es menor o igual a 1.96. En este caso, se falla en rechazar H_0 en

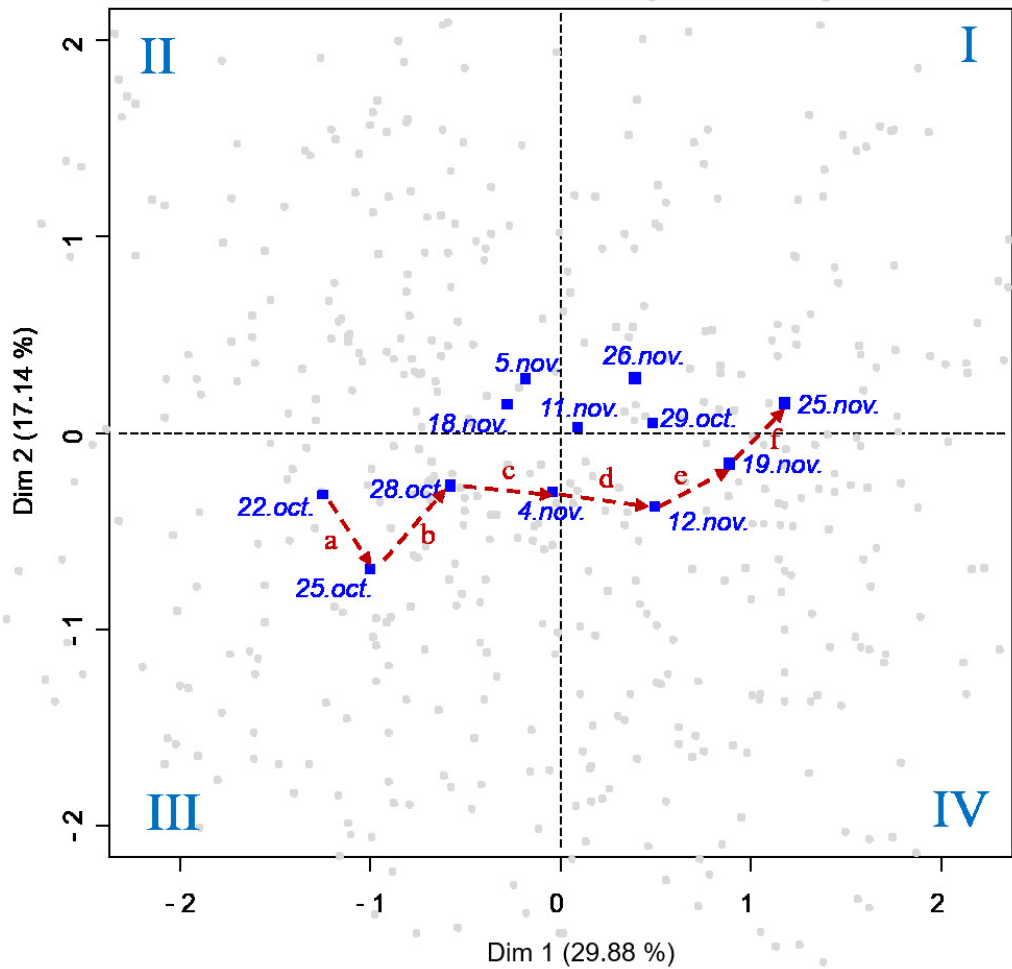


Figura 5. Nube de puntos y fechas sobre el plano factorial.

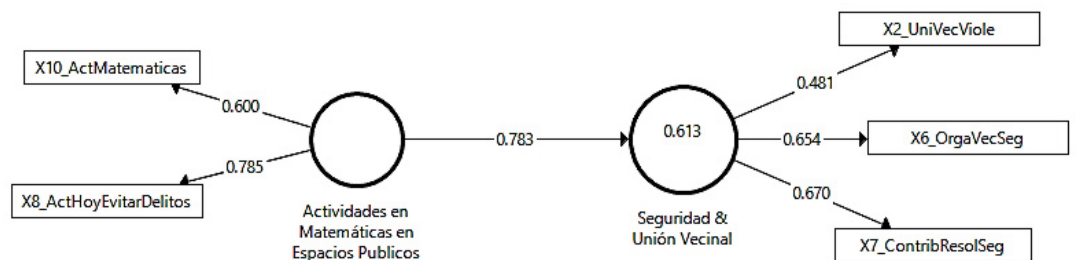


Figura 6. Modelo de ecuaciones estructurales.

todos los casos y por lo tanto los coeficientes del modelo son significativos (Figura 7). Se reportan como medidas de bondad de ajuste Índice Normalizado de Ajuste (INA), igual a 0.998 y el Error Cuadrático Medio Estandarizado con valor de 0.008.

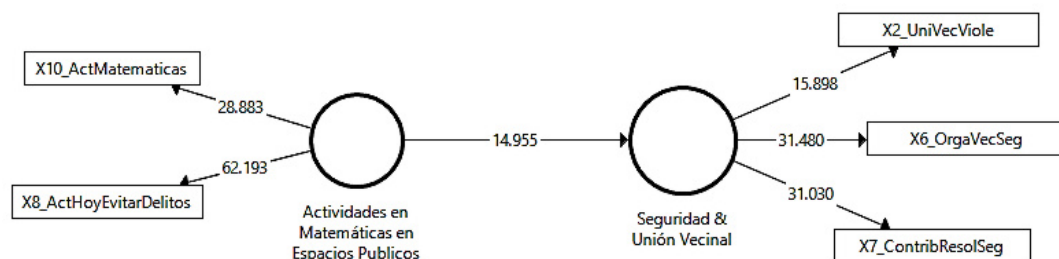


Figura 7. Pruebas de hipótesis para el modelo propuesto.

Discusión

Tal como se mencionó, del total de los asistentes, 54 % fueron mujeres y un 46 % hombres. Lo anterior es congruente a lo observado durante otros eventos similares y relacionados con la difusión de las ciencias. Por ejemplo, durante la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología en México, que es el evento más grande sobre la difusión de la ciencia que se realiza en México, se recibieron durante su edición del año 2016 alrededor de 120 000 visitantes, de los cuales 80 % estaban en un rango de edad de entre los 3 y 30 años según información del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2016]. De manera similar a ARTEMAT, este evento reportó una mayor participación de las mujeres (55 %) con respecto a los hombres (45 %). El hecho de que las mujeres muestren mayor entusiasmo en asistir a eventos científicos y culturales es una tendencia internacional. Por ejemplo, en la Encuesta de Hábitos y Prácticas Culturales en España 2014–2015, realizada por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, las mujeres aparecen por encima de los hombres en la asistencia a eventos culturales en espacios públicos, de acuerdo con información del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte [Ministerio de educación, Cultura y Deporte, 2016].

Continuando son las diferencias entre hombres y mujeres, captan nuestra atención las diferencias existentes en la variable autopercepción de seguridad. Los hombres se auto perciben más inseguros que las mujeres. En la pregunta *X4. Las cosas malas que me suceden dependen de cómo me llevo con los vecinos*, los hombres obtuvieron una media igual a $\mu_h = 2,83 \pm 1,4$. En contraste, las mujeres que lograron una media de $\mu_m = 2,41 \pm 1,38$. Por otra parte, para la pregunta cinco *X5. Mi seguridad personal depende de qué tan simpático y agradable soy con los vecinos*, las medias fueron $\mu_h = 2,78 \pm 1,41$ y $\mu_m = 2,44 \pm 1,32$ para los hombres y mujeres respectivamente. Estos hallazgos se relacionan con las cifras de homicidios reportadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en el 2015. Durante ese año se registraron 20 762 homicidios, de los cuales 88 % correspondieron a hombres y el 12 % a mujeres [Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2015]. La probabilidad de que un hombre se encuentre involucrado en un suceso delictivo ya sea como víctima o perpetrador, es más alta para los hombres en comparación con las mujeres. Este hecho parcialmente explica porque los hombres se auto perciben más inseguros. ARTEMAT intenta hacer una contribución positiva al respecto, a través de organizar actividades de comunicación pública de las matemáticas, las cuales mejoren la percepción de seguridad, así como la cohesión social entre vecinos.

Con la finalidad de generar evidencia del impacto de ARTMAT en la sociedad en general, se hace la siguiente interpretación de la Figura 4: a medida que aumentan la integración vecinal y las actividades comunicación pública de las matemáticas en espacios públicos, se registra un incremento en los niveles de auto-percepción de

seguridad. Durante la realización de este trabajo, no se identificaron otros que propusieran mediciones del impacto que tiene la comunicación pública de las matemáticas en la percepción de la seguridad en México. Por lo anterior, nuestros resultados se contrastan con investigaciones similares. Albanese y Perales [2014] estudian la relación existente entre pensamiento matemático, artesanías y espacios públicos. Carro, Valera y Vidal [2010], proporcionan un marco conceptual, en el cual diferentes constructos afectan, ya sea de manera positiva o negativa, la percepción de seguridad en los espacios públicos. Por ejemplo, la falta de iluminación de los espacios disminuye la percepción de seguridad. Por el contrario, la utilización de estos con fines lúdicos, de comunicación de la ciencia y de actividades culturales se asocia mayores niveles en la percepción de seguridad. Valera y Guàrdia [2014] validaron el marco teórico antes mencionado con datos obtenidos mediante una encuesta, y los cuales se analizaron con un modelo de ecuaciones estructurales. En tal estudio, se proporciona evidencia, la cual soporta que la percepción de inseguridad en espacios públicos es explicada por tres variables latentes: las características físicas del propio espacio, el nivel de socialización los vecinos y las competencias propias del individuo. Nuestros resultados se suman a la evidencia existente en la literatura a favor del uso de los espacios públicos con fines de comunicación de la ciencia en general. En el estudio realizado por Ferraro [1995] se analiza el impacto que tiene el hecho de compartir información sobre un espacio público en la percepción de seguridad. Este trabajo evidenció que la percepción de seguridad disminuye en la medida en que los individuos comparten información sobre ciertos hechos delictivos. El trabajo realizado por Tejera [2012], se realizaron observaciones sistemáticas durante 4 meses en 6 diferentes espacios públicos. Esto con la finalidad de identificar diferentes niveles de percepción de seguridad. El autor encontró diferencias significativas entre los parques estudiados, tales diferencias estaban principalmente en función al uso que se daba a cada parque. Siendo los parques utilizados para actividades artísticas y de comunicación de la ciencia, los que registraron niveles más altos de percepción de seguridad.

Conclusiones

En este trabajo se investigó el impacto de la comunicación pública de las matemáticas, tanto en la percepción de seguridad como en el fortalecimiento del tejido social. El festival ARTEMAT, matemáticas para la paz, se llevó a cabo en diferentes sesiones en una colonia marginada de Cuernavaca, Morelos México. A lo largo de 12 semanas de duración del evento, se identificaron cambios en los niveles de percepción en la seguridad con respecto al tiempo. En la medida en que los asistentes socializaban su experiencia lúdica con las matemáticas, reportaron una percepción de seguridad mayor, así como niveles de integración vecinal más altos. También evaluamos la relación causal entre las actividades de comunicación de las matemáticas realizadas en lugares públicos, y la seguridad e integración vecinal por la otra. Al respecto, en la sección de resultados se aporta evidencia a favor de que la comunicación de las matemáticas en espacios públicos contribuye a mejorar la percepción de seguridad y fortalece el tejido social.

Finalmente agregar que este trabajo tiene la limitante de que los datos recopilados se refieren a una colonia de Cuernavaca, por lo tanto, las conclusiones aquí presentadas no pueden generalizarse para el municipio, estado o país. Tomando en cuenta que el número de festivales matemáticos que se realizan en México ha aumentado de forma importante en los últimos años, la contribución de este trabajo consiste en ilustrar la forma en que las metodologías aquí presentadas pueden

ayudar a conocer el impacto social de actividades de comunicación pública de la ciencia. Si bien es importante llevar a cabo divulgación de las matemáticas y mostrar su parte artística, también es importante generar registros de su impacto en el mejoramiento de la sociedad.

Referencias

- ALBANESE, V. y PERALES, J. (2014). 'Pensar matemáticamente: una visión etnomatemática de la práctica artesanal soguera'. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 17 (3), págs. 261-288.
<https://doi.org/10.12802/relime.13.1731>.
- ARTE SUSTENTABLE A.C. (2020). *Matemáticas para la paz*.
URL: <https://artesustentable.org/> (visitado 8 de mayo de 2020).
- ARTEAGA, E. (2010). 'El desarrollo de la creatividad en la Educación Matemática'. En: *Congreso Iberoamericano de Educación*. Buenos Aires, Argentina.
- BARAHONA, I. (2016). 'Poverty in Mexico: its relationship to social and cultural indicators'. *Social Indicators Research* 135 (2), págs. 599-627.
<https://doi.org/10.1007/s11205-016-1510-3>.
- BENTLEY, I. (1985). *Responsive environments: a manual for designers*. London, U.K.: Architectural Press.
- BERNARD, M. y ROWLES, G. D. (2013). *Environmental gerontology: making meaningful places in old age*. New York, NY, U.S.A.: Springer Publishing Company.
- CARRO, D., VALERA, S. y VIDAL, T. (2010). 'Perceived insecurity in the public space: personal, social and environmental variables'. *Quality & Quantity* 44 (2), págs. 303-314. <https://doi.org/10.1007/s11135-008-9200-0>.
- CHANES, D. V. y SANZ, M. M. (2012). 'El papel de los espacios públicos y sus efectos en la cohesión social: experiencia de política pública en México'. *Estudios Sociológicos* 30 (90), págs. 897-914.
URL: <https://www.jstor.org/stable/41938041>.
- CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2016). *Semana Nacional de Ciencia y Tecnología*.
URL: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fordecyt/convocatorias-cerradas-fordecyt/fordecyt-2016-05/11135-fordecyt-demandas-2016-05/file> (visitado 22 de julio de 2020).
- CUNNINGHAM, G., DEL RÍO-FRANCOS, M., HUBARD, I. y TOLEDO, M. (2015). 'Symmetry type graphs of polytopes and maniplaxes'. *Annals of Combinatorics* 19 (2), págs. 243-268. <https://doi.org/10.1007/s00026-015-0263-z>.
- DAVIES, L. (2000). *Urban design compendium*. London, U.K.: English Partnership y the Housing Corporation.
- EUDAVE-MUÑOZ, M. (2006). 'Incompressible surfaces and (1,1)-knots'. *Journal of Knot Theory and Its Ramifications* 15 (07), págs. 935-948.
<https://doi.org/10.1142/s0218216506004804>.
- FERGUSON, K. M. y MINDEL, C. H. (2007). 'Modeling fear of crime in Dallas neighborhoods'. *Crime & Delinquency* 53 (2), págs. 322-349.
<https://doi.org/10.1177/0011128705285039>.
- FERRARO, K. F. (1995). *Fear of crime: interpreting victimization risk*. New York, NY, U.S.A.: SUNY press.
- GALARZA, A. I. R. y SEADE, J. (2007). *Introduction to classical geometries*. Basel, Switzerland: Springer Science & Business Media.
<https://doi.org/10.1007/978-3-7643-7518-8>.

- GOBIERNO DEL ESTADO DE MORELOS (2016). Diagnóstico integral Morelos — cuernavaca. Mexico. URL: https://www.hacienda.morelos.gob.mx/images/doc_u_planeacion/planea_estrategica/diagnosticos_tematicos/Diagnostico_Morelos-Cuernavaca.pdf (visitado 9 de junio de 2019).
- GREENACRE, M. (2017). Correspondence analysis in practice. New York, NY, U.S.A.: Chapman y Hall/CRC.
- HAIR, J. F., HULT, G. T. M., RINGLE, C. M. y SARSTEDT, M. (2016). A primer on Partial Least Squares Structural Equations Modeling (PLS-SEM). 2.^a ed. London, U.K.: SAGE publications.
- HAIR, J. F., RINGLE, C. M. y SARSTEDT, M. (2013). 'Partial least squares structural equation modeling: rigorous applications, better results and higher acceptance'. *Long Range Planning* 46 (1-2), págs. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2013.01.001>.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (2015). *Defunciones por homicidio*. URL: <https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/mortalidad/defuncioneshom.asp?s=est> (visitado 10 de mayo de 2017).
- LOHMÖLLER, J.-B. (1989). 'Predictive vs. structural modeling: PLS vs. ML'. En: Latent variable path modeling with Partial Least Squares. Berlin, Germany: Springer, págs. 199-226. https://doi.org/10.1007/978-3-642-52512-4_5.
- LYNDHURST, B. (2004). Research report 11: environmental exclusion review. London, U.K.: Office of Deputy Prime Minister.
- MALLART, A. (2008). 'Estratègies de millora per a la resolució de problemes amb alumnes de segon d'ESO: ús de la matemàtica recreativa a les fases d'abordatge i de revisió'. Tesis doctoral. Barcelona, Spain: Universitat Autònoma Barcelona. URL: <http://hdl.handle.net/10803/4719> (visitado 6 de enero de 2018).
- MALLART, A. y DEULOFEU, J. (2017). 'Estudio de indicadores de creatividad matemática en la resolución de problemas'. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 20 (2), págs. 193-222. <https://doi.org/10.12802/relime.17.2023>.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (2016). *Encuesta de hábitos y prácticas culturales en España 2014-2015*. URL: <https://www.culturaydeporte.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/cultura/mc/ehc/2014-2015/presentacion.html> (visitado 22 de julio de 2020).
- MULGAN, G., POTTS, G., AUDSLEY, J., CARMONA, M., DE-MAGALHAES, C., SIEH, L. y SHARPE, C. (2006). Mapping value in the built urban environment. London, U.K.: The Young Foundation.
- PARQUES ALEGRES AC (2020). *SEDATU— programa de rescate de espacios públicos*. URL: <https://parquesalegres.org/programa-de-rescate-de-espacios-publicos> (visitado 22 de julio de 2020).
- PROGRAMA NACIONAL DE PREVENCIÓN DE LA VIOLENCIA Y EL DELITO (2016). *Programa nacional de prevención de la violencia y el delito*. URL: <http://parquesalegres.org/programa-nacional-prevencion-del-delito-pronapred/> (visitado 11 de abril de 2017).
- RAMÍREZ-KURI, P. (2014). 'La reinención de la ciudadanía desde el espacio público en la ciudad fragmentada'. *INTERdisciplina* 2 (2). <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2014.2.46525>.
- (2015). 'Espacio público, ¿Espacio de todos? Reflexiones desde la ciudad de México'. *Revista mexicana de sociología* 77 (1), págs. 7-36. URL: <http://mexicanadesociologia.unam.mx/docs/vol77/num1/v77n1a1.pdf>.

- RAMOS, L. (1990). 'Un modelo explicativo del miedo a la victimización y sus consecuencias en dos comunidades de la ciudad de México'. Tesis de Maestría. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
URL: <http://132.248.9.195/pmig2017/0132284/0132284.pdf> (visitado 12 de marzo de 2018).
- REYES-CALDERÓN, V. (2014). 'El programa rescate de espacios públicos favorece la cantidad y no la calidad'. Tesis de Maestría. Ciudad de México, Mexico: Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE).
URL: <http://hdl.handle.net/11651/455> (visitado 25 de enero de 2018).
- DE-RODA, A. B. L. y MORENO, E. S. (2001). 'Estructura social, apoyo social y salud mental'. *Psicothema* 13 (1), págs. 17-23.
URL: <http://www.psicothema.com/pdf/408.pdf>.
- SAATY, T. (2015). 'Rank preservation and reversal in decision making'. *Journal of Advances in Management Sciences & Information Systems* 1, págs. 34-37. URL: <http://www.lifescienceglobal.com/pms/index.php/jamsis/article/view/3190>.
- TEJERA, F. P. (2012). 'Differences between users of six public parks in Barcelona depending on the level of perceived safety in the neighborhood'. *Athenea Digital. Revista de pensamiento e investigación social* 12 (1), pág. 55.
<https://doi.org/10.5565/rev/athenead/v12n1.930>.
- VALERA, S. y GUÀRDIA, J. (2014). 'Perceived insecurity and fear of crime in a city with low-crime rates'. *Journal of Environmental Psychology* 38, págs. 195-205.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.02.002>.
- WILSON, J. Q. y KELLING, G. L. (1982). 'Broken windows'. En: *Critical issues in policing: contemporary readings*. Prospect Heights, IL, U.S.A.: Waveland Press, págs. 395-407.
- WOLD, H. (1985). 'Partial least squares'. En: *Encyclopedia of statistical sciences*. Vol. 6. New York, NY, U.S.A.: Wiley.

Autores

Igor Barahona. Concluyó la maestría en sistemas de calidad y productividad en el ITESM, Campus Monterrey. En 2013 se graduó del programa de Doctorado en Estadística e Investigación Operativa por la Universidad Politécnica de Catalunya. En 2014 realizó una estancia Posdoctoral en la Universidad de Manchester, RU. Sus líneas de investigación se enfocan en la aplicación de métodos estadísticos orientados en investigar diferentes fenómenos sociales, la sensometría estadística de alimentos y bebidas; y el análisis bases de datos textuales de gran envergadura (big-data).

Lucía López de Medrano. Estudios de licenciatura en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Tesis de licenciatura bajo la dirección de Guillermo Sienna titulada "Automorfismos de CP²". Estudios de maestría y doctorado en la Universidad de París VII. Tesis de doctorado bajo la dirección de Jean-Jacques Risler titulada "Curvatura total de hipersuperficies algebraicas reales y patchwork". Posdoctorados en la UNAM y en el MSRI en Berkeley, California. Mis áreas de estudio son las Geometrías algebraicas compleja, real y tropical, y también algunos aspectos de la geometría enumerativa real.

Bárbara Martínez Moreno. Es licenciada en Etnología. Ha estudiado diferentes técnicas de investigación en la Sociedad, Cultura y Comunicación. Es especialista en intervención comunitaria. Actualmente es Directora de Capacitación Cultural en la Secretaría de Cultura del Gobierno del Estado de Morelos.

Beatriz Limón Gutiérrez. Realizó su doctorado en ciencias en el Instituto de Matemáticas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es profesora de diferentes asignaturas en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Cómo citar

Barahona, I., López de Medrano, L., Martínez-Moreno, B. y Limón, B. (2020). 'Matemáticas, espacios públicos e integración vecinal. El caso de Cuernavaca (México)'. *JCOM – América Latina* 03 (02), A10.
<https://doi.org/10.22323/3.03020210>.



© El autor o autores. Esta publicación está bajo los términos de la licencia [Creative Commons Atribución — No Comercial — Sin Derivadas 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). ISSN 2611-9986. Publicado por SISSA Medialab.
jcomal.sissa.it