

El enfoque de vulnerabilidad en los Sistemas de Información en Salud Ambiental: aplicación de la Metodología Diagnóstica del Riesgo de la Vivienda para la Salud (DRVS) en Belém, Brasil

Approach to vulnerability in Information Systems used for Environmental Health: application of Diagnostic Methodology to Determine Housing Risk to Health at Belém, Brazil

María del Carmen Rojas

Instituto de Investigaciones Geohistóricas. Consejo Nacional Investigaciones Científicas y Técnicas. Resistencia, Chaco, Argentina.
E-mail: dramariarojas@gmail.com

Juan Carlos Vázquez

Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba. Córdoba, Argentina.
E-mail: jcvazquez@gmail.com

Izabelle Vianna de Vasconcelos

Fundación Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
E-mail: izabellevianna@gmail.com

Julio Javier Castillo

Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba. Córdoba, Argentina.
E-mail: jotacastillo@gmail.com

Marco Lobo

Universidad de Amazonia. Belém, PA, Brasil.
E-mail: lobo2502@gmail.com

Simone Cynamon Cohen

Fundación Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
E-mail: simoneccohen@gmail.com

Francisco Berardo

Instituto de Investigaciones Geohistóricas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Resistencia, Chaco, Argentina.
E-mail: berardofrancisco@gmail.com

Resumen

Este estudio se desarrolla en el marco de la Red Interamericana de Vivienda Saludable, avalada por la OPS/OMS, y surge de la necesidad de fortalecer los sistemas nacionales y locales de vigilancia en salud ambiental con el fin de reconocer las desigualdades sociales para generar alternativas que contribuyan al desarrollo de la región latinoamericana. Con este objetivo se plantea un dispositivo para pensar la vulnerabilidad social y el riesgo de la vivienda para la salud que se traduce en la creación de una metodología diagnóstica denominada, Diagnóstico del Riesgo de la Vivienda para la Salud -DRVS- y el software asociado denominado, Riesgo de la Vivienda para la Salud -RVS v3.0-, basado en redes neuronales y variables difusas. El riesgo se analiza teniendo en cuenta no solamente el daño físico esperado, sino también los procesos sociales, organizacionales e institucionales, relacionados con el desarrollo de las comunidades. En la escala de la vivienda, la vulnerabilidad se examina como un proceso interno de riesgo que se relaciona con la exposición con respecto al contexto material, las fragilidades sociales y la resiliencia de la población propensa, que está asociada a la capacidad de respuesta y recuperación. A partir de estas consideraciones se presenta la aplicación de la DRVS en la ciudad de Belém y se muestra que el análisis de vulnerabilidad social posibilita una comprensión integral del riesgo de la vivienda para la salud.

Palabras claves: Sistemas de Información en Salud Ambiental; Vulnerabilidad; Riesgo.

Correspondência

María del Carmen Rojas
Av. Castelli 930. Resistencia, Chaco, Argentina. CP 3500.

Abstract

This study is carried out within the Inter-American Network of Healthy Housing framework, supported by OPS / OMS, and it springs from the need to strengthen national and local systems of environmental health control and monitoring so as to identify social inequalities and to promote alternative forms that foster the development of the Latin American region. With this objective in mind, the study offers a device for the analysis of social vulnerability and housing risk to health which generates a diagnostic methodology called Diagnóstico del Riesgo Vivienda para la Salud (DRVS) - Diagnosis of Housing Risk to Health- and the related software called Riesgo de la Vivienda para la Salud (RVS v3.0) - Housing Risk to Health, which is based on neuronal networks and fuzzy variables. The risk is analyzed by considering not only the expected physical damage, but also the social, organizational and institutional processes related to the development of communities. At the level of housing units, vulnerability is studied as an internal risk process related to exposure to the material context, social fragility, and resilience of the population prone to this, which is associated with the capacity for response and recovery. The application of DRVS at the city of Belém is going to be presented and described within this framework, and it will show that the analysis of social vulnerability enables a holistic understanding of the housing risk to health.

Keywords: Information Systems Used for Environmental Health; Vulnerability; Risk.

Introducción

La necesidad de dar un salto desde la vigilancia convencional de factores de enfermedad al monitoreo de las determinaciones de la salud ambiental, implica incorporar las innovaciones teóricas y metodológicas que en este estudio se plasman en la noción de vulnerabilidad. Estas transformaciones deben ser aplicadas en el panorama de las poblaciones, la vivienda urbana y la salud en América Latina de manera de combinar y ampliar con dichos avances el campo de indicadores y de conceptos para abordar los problemas críticos de la salud ambiental.

Por esto, se plantea una metodología diagnóstica para determinar el Riesgo de la Vivienda para la Salud (DRVS) y software asociado Riesgo, Vivienda y Salud (RVS v 3.0)¹ que permita fortalecer los sistemas nacionales y locales de vigilancia examinando la forma en que las familias enfrentan su cotidianidad y defienden el nivel de bienestar alcanzado haciendo uso de recursos materiales (capital físico), educativos, trabajo y cobertura de salud (capital humano) y de redes, protección y apoyos comunitarios y familiares (capital social). La distribución de esos recursos, y la utilidad que depararán, dependerá de la forma en que las estructuras de oportunidades del mercado, del Estado y de la comunidad definen las condiciones de acceso y el tipo de retornos que ofrece cada uno de estos órdenes institucionales básicos a distintos portafolios de activos familiares.

La gestión colectiva del saber desde la perspectiva de la vulnerabilidad global centrada en el análisis de la vulnerabilidad socio demográfica

Con la finalidad de remontar los estrechos límites de una gestión tecnocrática nos proponemos debatir mecanismos para enlazar la gestión del conocimiento institucional con la gestión colectiva del saber (Breilh, 2003). Dicho enlace tiene fundamentos teóricos e implicancias prácticas en la noción de

¹ La DRVS y software asociado RVS, v. 3.0, poseen registro de propiedad intelectual del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Universidad Tecnológica Nacional(UTN), Argentina.

vulnerabilidad global centrada en el análisis de la vulnerabilidad socio demográfica, desde un enfoque que integra las nociones de activos sociales y estructura de oportunidades.

Según lo planteado, vigilar el riesgo de la vivienda urbana para la salud poblacional requiere tener en cuenta no solamente el daño físico esperado, sino también los procesos sociales, organizacionales e institucionales, relacionados con el desarrollo de las comunidades. En la escala de la vivienda, la vulnerabilidad como proceso interno de riesgo, debe relacionarse no solamente con la exposición con respecto al contexto material, sino también con las fragilidades sociales y la capacidad de adaptación de la población propensa, que están asociadas a la capacidad de respuesta y recuperación.

La vulnerabilidad en sí misma constituye un sistema dinámico que surge como consecuencia de la interacción de una serie de procesos y características (internas y externas) que convergen en una comunidad particular. El resultado de esa interacción es el bloqueo o incapacidad de la comunidad para responder adecuadamente ante la presencia de un riesgo determinado. A esa interacción de factores y características se le da el nombre de vulnerabilidad global. (Chaux, 1989)

La vulnerabilidad global se divide en distintas vulnerabilidades -natural, física, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica e institucional-, y cada una de ellas constituye apenas un ángulo particular para analizar el fenómeno global porque las diferentes vulnerabilidades están estrechamente interconectadas entre sí. Difícilmente se puede entender, por ejemplo, la vulnerabilidad física, sin considerarla una función de la vulnerabilidad económica y de la política; o esta última sin tomar en cuenta la vulnerabilidad social, la cultural y nuevamente la económica.

Con este tipo de enfoque se trata de romper las constricciones funcionalistas e individualizantes de la información a partir de considerar que la necesidad humana en salud es objetiva en respuestas de condicionamientos individuales inmediatos, y también es subjetiva, adquirida o mediada por condicionamientos históricos, económicos y culturales, y está determinada por procesos sociales que se desarrollan en espacios sociales concretos.

La información sobre la necesidad humana en salud, a partir de la estimación del riesgo de la vivienda reconoce las dimensiones del perfil epidemiológico puestas de relieve por el capital social, humano y físico en el espacio urbano.

De los activos sociales y la estructura de oportunidades

En este punto se avanza en la DRVS como propuesta para la identificación y evaluación del riesgo de la vivienda urbana para la salud humana.

Precisiones conceptuales

Las nociones de estructuras de oportunidades y capital -con sus respectivos activos y pasivos-, que conforman el concepto de vulnerabilidad, proponen herramientas para examinar las formas profundas que subyacen en la naturaleza compleja, subjetiva y contextual de la relación salud-enfermedad-vivienda y procesos sociales.

El marco conceptual que guía la DRVS incorpora esa premisa y contempla otras dos adicionales. La primera sostiene que los recursos que controlan los hogares no se pueden valorar con independencia de la estructura de oportunidades a la que tienen acceso. Se afirma que los recursos se convierten en activos en la medida que permiten el aprovechamiento de las oportunidades que ofrece la sociedad a través del mercado y el Estado. La segunda postula que las estructuras de oportunidades no son una constante sino una variable. Esto quiere decir que las villas de emergencias, los barrios, las ciudades, etc., no son iguales en materia de oportunidades como tampoco lo son los diferentes momentos históricos de la trayectoria de los hogares que habitan en ellos.

De estas premisas se desprenden las siguientes deducciones:

- El nivel de vulnerabilidad de un hogar -que se refiere a su capacidad para controlar las fuerzas que lo afectan- depende de la posesión o control de activos, a partir de los recursos que se disponen y se requieren (para el aprovechamiento de las oportunidades que brinda el medio en que se desenvuelve).
- Los cambios en la vulnerabilidad de los hogares pueden producirse por cambios en los re-

cursos que posee o controla, por cambios en los requerimientos de acceso a la estructura de oportunidades de su medio o por cambios en ambas dimensiones. Un caso particular, pero muy frecuente, es un cambio asincrónico donde los requerimientos de acceso a las nuevas estructuras de oportunidades se modifican a mayor velocidad que la que utilizan los hogares para generar los recursos para su aprovechamiento. En consecuencia, a los efectos de evaluar la situación de los hogares se plantea prestar atención, simultáneamente, a su portafolio de recursos y a la estructura de oportunidades a la que ellos están expuestos, esto es, vincular el análisis micro de los hogares con el análisis macro de las transformaciones en la estructura de oportunidades (Filgueira, 2001).

Recursos: activos, pasivos y estructura de oportunidades

Se considera recursos a todos los bienes que controla un hogar, tangibles o intangibles. Estos recursos pueden constituirse en activos o pasivos.

La idea de activo se ocupa del subconjunto de recursos que permiten elevar o mantener el nivel de bienestar ante situaciones que amenazan la salud. La concepción de activos corresponde al uso dado por el asset vulnerability approach (Moser, 1998), que estudia a los pobres y examina especialmente la naturaleza de los recursos que estos movilizan para reducir su vulnerabilidad frente a situaciones de riesgo. La atención se centra en estrategias de adaptación a circunstancias cambiantes, aun cuando dicha adaptación no implique mejoras en la situación de bienestar ni modifique la capacidad para utilizar las vías existentes de movilidad e integración social.

Pasivo se refiere a la presencia de barreras materiales y no materiales, tanto por la falta de recursos como por la utilización de recursos del hogar que impiden el aprovechamiento de oportunidades o la acumulación de activos.

Estructura de oportunidades incluye las posibilidades de acceso a bienes, a servicios o al desempeño de actividades. Estas oportunidades inciden sobre el bienestar de los hogares, ya sea porque facilitan a los

miembros del hogar el uso de sus propios recursos o porque les proveen recursos nuevos.

De acuerdo a lo esbozado, de las diferentes combinaciones entre estructura de oportunidades y capacidades (como resultado de activos/pasivos) de los hogares se derivan los distintos grados de vulnerabilidad.

Capacidades y capital

Se define por capacidades a un tipo de recursos que se distingue del resto porque en determinadas circunstancias operan como condiciones necesarias para la movilización eficiente de otros recursos. Las capacidades se identifican por el lugar que ocupa cada recurso dentro y entre cada uno de los capitales que se activan para el logro de la salud, el trabajo, entre otros, en un momento y lugar determinado.

Ahora bien, cuando se habla de capital se lo hace según el significado que libera al concepto de su connotación económica y lo extiende a cualquier tipo de bien susceptible de acumulación, en torno al cual puede constituirse un proceso de producción, distribución y consumo, y por tanto, un mercado (Bourdieu, 1989). En este sentido, la vivienda saludable puede ser considerada como un mercado que requiere de capitales específicos. Entonces, capital puede definirse como: “Conjunto de bienes acumulados que se producen, se distribuyen, se consumen, se invierten, se pierden” (Bourdieu, 1989).

La realidad de la vivienda saludable se explica a través del capital humano, el social y el físico, con el agregado del capital simbólico que actúa como una especie de capital que juega como sobreañadido de prestigio, legitimidad, reconocimiento a los otros capitales según su incidencia como activo en la producción de la vivienda saludable.

- Capital Humano: conocimientos, destrezas y actitudes, así como orientaciones valorativas vinculadas al proceso salud-enfermedad, a la asociación entre esfuerzo y logro y a la disposición a diferir gratificaciones inmediatas en beneficio de inversiones que mejoran las probabilidades de un mayor y más estable bienestar futuro.
- Capital Social: activo altamente intangible que reside en los vínculos entre personas y no en las personas. Se define como una serie

de interacciones materializadas en redes que forman parte de la estructura social, que tienen su propia trayectoria e historia, y que, más allá de sus funciones, configuran estructuras de oportunidades proveyendo de recursos a los hogares.

- **Capital Físico:** se relaciona con la vivienda considerada como un bien que permite satisfacer las necesidades habitacionales de los hogares en relación con su salud.

Se destaca que tanto el término capital como activo son usados con el mismo significado, por lo que ambos se mencionarán de manera indiferenciada.

No obstante, la falta de ciertos activos no constituye, desde este enfoque, una incapacidad para enfrentar situaciones de amenaza debido a que las capacidades representadas por el total de activos y pasivos del capital humano, social y físico componen la base de la recuperación o superación de problemas.

La habilidad para aumentar o reducir la vulnerabilidad depende no solo de los recursos iniciales sino también de la capacidad de gestionarlos, de transformarlos en elementos capaces de satisfacer las necesidades de la vivienda saludable.

Los recursos que determinan el riesgo de la vivienda para la salud humana

Se propone verificar las estrategias de la población frente a la vivienda insalubre mediante el análisis de los activos y los pasivos que poseen los hogares. De este modo se busca poner el foco en lo que la población posee, o no, para hacer frente a la amenaza en lugar de centrarse, específicamente, en lo que no tienen.

Este tipo de investigación posibilitará distinguir la amenaza de la vulnerabilidad para la determinación del riesgo permitiendo una aproximación más dinámica, contemplando la entrada y la salida de la situación de amenaza. La vulnerabilidad conformada por exposición y fragilidad social se analiza desde activos y pasivos tangibles del capital humano. La resiliencia se estudia desde el capital social. Este planteo se realiza desde la consideración que las redes familiares, vecinales y comunitarias favorecen la “capacidad de adaptación” de los hogares. Por último, la amenaza se indaga desde el capital físico.

Se exponen, a continuación, los principales recursos con que deberían contar los hogares urbanos para alcanzar la vivienda saludable y cada uno de los componentes del capital físico, humano y social que pueden ser aplicados a los hogares y las viviendas ubicadas en villas de emergencias, barrios, ciudades, regiones y estados.

Se destaca, que los recursos se presentan como pasivos (desventajas) desde la consideración que su inexistencia (ventajas) los convierte en activos

Recursos vinculados al capital humano

La vulnerabilidad del capital humano se analiza a partir de los dos factores que la originan: población expuesta/impuesta y fragilidad social (Blakie et al., 1996).

Exposición

Se consideran los siguientes hogares expuestos:

- **Hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI):** son los hogares que presentan el indicador de privación referido a la capacidad de subsistencia: hogares que tienen cuatro o más personas por miembro ocupado, cuyo jefe no haya completado el tercer grado de escolaridad primaria.
- **Hogares con infantes:** son los hogares con tres hijos o más entre 0 a 5 años.
- **Hogares con jefatura femenina:** son los hogares mono parentales con jefatura femenina.
- **Hogares con personas ancianas:** son los hogares con una o más personas de más de 60 años (Rojas, 2006).

Fragilidad Social

Se consideran desventajas las siguientes cuestiones:

- **Hogares sin cobertura de salud:** son los hogares cuyos miembros no poseen obra social ni plan de salud privado o mutual (se excluyen los servicios médicos de emergencia).
- **Hogares con hijos con rezago o abandono del sistema educativo:** son los hogares con dos o más hijos de 7 a 15 años con rezago o abandono del sistema educativo.
- **Hogares con hijos que no estudian ni trabajan:** son los hogares con dos o más hijos de 15 a 24 años que no estudian ni trabajan.
- **Hogares con hijas madres solteras:** son los hogares con una o más hijas de 15 a 19 años madre soltera.

- Hogares con madre analfabeta: son los hogares con una o más madres analfabetas (Rojas, 2006).

Recursos vinculados al capital social

La vulnerabilidad del capital social se analiza a partir de la existencia de instituciones del Estado que contribuyen al desarrollo de procesos benefactores para la salud por ser importantes en la conformación de oportunidades que, a través de su impacto en la producción, distribución y uso de activos, facilitan el acceso a canales de movilidad e integración social. Las funciones del Estado en este aspecto se pueden clasificar en dos grandes grupos: las que facilitan un uso más eficiente de los recursos que ya dispone el hogar (redes técnicas y servicios comunales); y las que proveen nuevos activos o regeneran aquellos agotados (servicios sanitarios, sociales, de seguridad y urgencia y culturales y de otro género) (Kaztman, 2000).

Este planteo se realiza desde la consideración de que son las redes familiares, vecinales y comunitarias las que ejercen su influencia para que tanto las redes técnicas y servicios comunales como las instituciones existan y, además éstas últimas, estén localizadas a distancias adecuadas para trasladarse a pie desde el hogar o en transporte en caso de problemas de seguridad y urgencia. Entonces es posible afirmar que una de las formas de reconocer el capital social podría ser la propuesta presentada debido a que en ella se visualizan no solamente las interacciones sociales sino también los contenidos que circulan en la red, los actores y sus intereses y el tipo de acción que tiene lugar (Strinchcombe, A., 1990; Powell; Smith-Doerr, 1994).

Se aclara que se entiende por redes técnicas y servicios comunales a aquellos que constituyen la interface de la infraestructura básica de la vivienda con el ambiente físico donde está localizada. Esta interface permite el flujo de recursos que a través de la trama de cables, tubos, conectores y utilitarios conducen el agua de consumo, la electricidad, la telefonía, entre otras, en tanto evacúan los residuales líquidos -aguas negras y grises- y las aguas pluviales. También facilitan el traslado de residuos sólidos y de personas a través de los

viales (OPS/OMS, 1999). Por otra parte, se destaca que los Servicios de Urgencia Estatal son aquellos que disponen de un servicio de recepción de llamadas y unidades de asistencia para asistir en su domicilio a pacientes de emergencia y urgencia entre los primeros 10 y 30 minutos, respectivamente, y trasladarlos, si es necesario, a centros especializados de atención².

Además se subraya que por carecer de precisiones en cuanto a distancias óptimas para realizar el recorrido a pie, desde el hogar a los distintos servicios, por parte del Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación Argentina se han adoptado las establecidas por el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación Argentina en el código Rector de Arquitectura Escolar. Asimismo se aclara que para los servicios sanitarios y culturales se admite como adecuada la distancia a pie determinada para escuelas de nivel primario. En cuanto a las distancias óptimas en transporte, por la misma razón que la expresada para distancias a pie, se tomaron las indicadas por informantes claves de distintos servicios de emergencia públicos y privados.

Se consideran los siguientes servicios e instituciones:

- Hogares sin redes técnicas y servicios comunales: son los hogares que no poseen las siguientes redes técnicas y servicios comunales;
 - Provisión de agua;
 - Provisión de redes cloacales o camión atmosférico estatal;
 - Provisión de energía eléctrica;
 - Recolección de residuos -al menos dos veces por semanas;
 - Transporte público a menos de 300 m;
 - Teléfono público a menos de 300 m;
 - Calle mejorada o pavimentada a menos de 300 m (Rojas, 2006).
- Hogares sin servicios sanitarios y sociales: son los hogares que no poseen, a una distancia a pie, los siguientes servicios sanitarios y sociales:

² Informação coletada em: ARGENTINA. Ministerio de Salud del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Sistema de Atención Médica de Emergencias. Disponible em: < <http://www.buenosaires.gob.ar/salud/same> >. Acceso: 4 de diciembre, 2007.

- Centro de Atención Primaria de Salud a una distancia al hogar menor o igual a 12 cuadras;
- Jardín de Infantes o Nivel Inicial a una distancia al hogar menor o igual a 5 cuadras;
- Escuela de Nivel Primario o Educación General Básica a una distancia al hogar menor o igual a 12 cuadras;
- Escuela de Nivel Secundario o Educación Polimodal a una distancia al hogar menor o igual menor o igual a 20 cuadras (Rojas, 2006).
- Hogares sin servicios de seguridad y urgencia: número de hogares que no poseen, a una distancia a pie o en vehículo, los siguientes servicios de seguridad y urgencia:
 - Comisaría a una distancia al hogar menor o igual a 50 cuadras;
 - Estación de Bomberos a una distancia al hogar menor o igual a 50 cuadras;
 - Servicio de Atención de Urgencia Estatal: distancia al hogar menor o igual a 50 cuadras (Rojas, 2006).
- Hogares sin servicios culturales y de otro género: son los hogares que no poseen, a una distancia a pie, los siguientes servicios culturales o de otro género:
 - Terrenos para juego o recreo comunitario a una distancia al hogar menor o igual a 12 cuadras (Rojas, 2006).

Recursos vinculados al capital físico

La amenaza del capital físico se analiza según la micro localización, habitabilidad, situación de dominio, materialidad, abastecimiento de agua, saneamiento básico y combustión para cocinar de la vivienda (OPS/OMS, 2005).

También se consideran los electrodomésticos de acuerdo a dos funciones: una relacionada con la conservación de los alimentos y la otra vinculada con la comunicación, es decir, que los hogares puedan comunicarse con la institución especializada cuando han sido afectados por la vivienda insalubre o que puedan recibir información acerca de las amenazas para la salud de la vivienda insalubre.

Se consideran los siguientes componentes de la vivienda:

- Micro localización: hogares localizados en zonas de amenazas naturales (por ejemplo, los ríos que ofrecen oportunidades de producción, acceso a agua y medios de transporte y aspectos estéticos de gran valor, además de la re fertilización natural de sus zonas de inundación, cíclicamente producen inundaciones de magnitudes anormales que ponen en peligro a la comunidad establecida en sus proximidades), socio naturales (eventos que se gestan en la intersección de la sociedad con los procesos de la naturaleza, por ejemplo deslaves por inadecuado manejo del entorno de la ciudad y de su región circundante) y tecnológicas (el uso de tecnologías modernas y artesanales en la producción y el transporte son fuente de posibles amenazas por problemas de control, reglamentación o fallas en los sistemas mecánicos o eléctricos) (Lavell, 2000).
- Espacio habitable: hogares que no poseen:
 - hasta dos o menos personas por cuarto;
 - un lugar para cocinar por hogar;
 - una letrina o baño con inodoro instalado por hogar.
- Situación de dominio: hogares que poseen viviendas y terreno en situación de préstamo, comodato y/o alquiler.
- Materialidad: hogares que no poseen:
 - pisos de cerámica, baldosa o mosaico;
 - paredes exteriores de hormigón, ladrillo o bloque con revoque o revestimiento externo;
 - techo de chapa de metal o de fibrocemento con cielorraso o baldosa o losa con o sin cubierta de pizarra o teja o con o sin cielorraso.
- Provisión de agua: hogares sin provisión de agua dentro del domicilio.
- Saneamiento: hogares sin cámara séptica y pozo ciego o pozo ciego.
- Combustión para cocinar: hogares sin gas para cocinar.
- Electrodomésticos: hogares sin heladera con o sin freezer o teléfono o televisión (Rojas, 2006).

Modelando el riesgo mediante redes neuronales y variables difusas

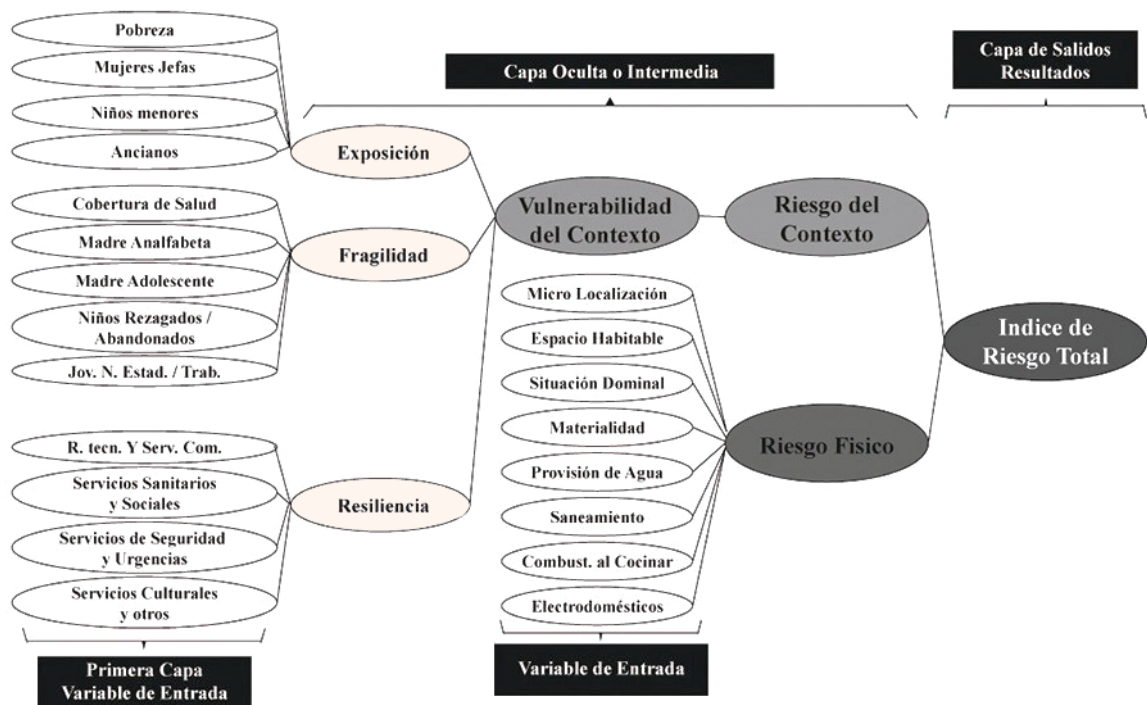
La identificación de las variables que conforman cada uno de los capitales antes mencionados y su análisis jerárquico o estructural para determinar el impacto de cada variable en todas las demás, se realizó teniendo en cuenta la opinión de los expertos -demógrafos, sociólogos, médicos, arquitectos y de los miembros de comunidades con sus experiencias colectivas-, mediante un proceso de consenso y retroalimentación. Para esto se realizaron reuniones (nueve aproximadamente) en las distintas sedes académicas, de investigación y comunitarias de cada uno de los expertos y se aplicaron entrevistas con cédulas breves, técnicas conversacionales, grupos focales y de análisis multicriterio (el método utilizado es el de la decisión multicriterio discreta -DMD-). Con este fin se desarrollaron, por parte del grupo de investigación, 30.000 ejemplos simulando diversas situaciones por hogares con respecto

a sus niveles de exposición, fragilidades, resiliencia, vulnerabilidad y riesgo. Del total los expertos seleccionaron 10.000. Dichos ejemplos constituyen la base del modelo de conceptual que a continuación se detallará.

Recordemos que la evaluación del riesgo de la vivienda para la salud (Figura 1) relaciona ciertos factores socio demográficos mensurables con conceptos importantes pero no mensurables como exposición, fragilidad, resiliencia, vulnerabilidad y riesgo. De acuerdo con lo expresado en puntos anteriores, estas relaciones son en general no lineales y complejas, por lo que no puede establecerse un simple promedio ponderado de los factores para la determinación numérica de los conceptos indicados; es más, a la fecha no se ha determinado una relación matemática clara (ni siquiera no lineal) que relacione mediante ecuaciones diferenciales, o de algún otro tipo, el impacto del cambio de los factores individuales en el riesgo y sus componentes propuestos.

En estos casos, en que el modelo matemático es demasiado complejo para su resolución analítica / numérica o aun es inexistente, las ciencias de la computación

Figura 1 - Estructura de la red neuronal



Fuente: Rojas, 2006

proveen herramientas de cálculo que permiten captar el conocimiento de los expertos plasmado en ejemplos y generalizar a partir de ellos las relaciones subyacentes, mediante un procedimiento denominado aprendizaje (Sierra Araujo, 2006). Hablamos en particular de las redes neuronales artificiales (RNA).

Una red neuronal artificial es un dispositivo computacional compuesto por muchos elementos de cálculo simple altamente interconectados que ajustan sus conexiones para aprender la relación existente entre datos de entrada conocidos y resultados de salida también conocidos (ejemplos), generalizando la relación existente entre ellos mediante un algoritmo de aprendizaje (Sierra Araujo, 2006).

Por otro lado, aun los expertos manejan muchas veces los valores de conceptos como fragilidad con términos vagos (muy bajo, bajo, moderado, alto, muy alto) que para operarlos en un procedimiento de cálculo deben ser tratados como conjuntos borrosos, aplicando conceptos de lógica difusa a estas variables.

El modelo conceptual como está mostrado en la Figura 1, sugiere por su forma la posibilidad de transformarlo en una RNA tipo *perceptron* multicapa (*multilayer perceptron* - MLP) (Brio; Molina, 2001), para lo cual se pensaron dos abordajes distintos de diseño:

- RNA con una sola capa de entrada que agrupe todos los factores y una salida: el riesgo.
- Subredes para cada concepto por separado que funcionen colaborativamente.

Se decidió que el segundo esquema facilitaría el armado de ejemplos por parte de los expertos (y su objetividad) y brindaría la posibilidad de contar con una valoración de los conceptos intermedios de exposición, fragilidad, resiliencia, etc., importantes para nuestros estudios. Así, se plasmó el software RVS, v. 3.0 en seis subredes neuronales artificiales de tipo *perceptron* multicapa que se entrenan por separado para luego funcionar en lo que llamamos etapa de producción, todas juntas durante el cálculo con datos de campo.

Las seis subredes corresponden al cálculo de Exposición, Fragilidad, Resiliencia, Vulnerabilidad, Riesgo Físico y, finalmente, Índice de Riesgo Total.

Debido a que los factores pueden medirse (en trabajo de campo), siempre en cantidad de hogares que tienen la característica indicada por el factor, las entradas son expresadas en forma cuantitativa y no cualitativa, por lo cual la idea de que las subre-

des sean MLP es consistente. Sin embargo, como las salidas de cada una de ellas son indicadas por los expertos con valores lingüísticos vagos, para modelar correctamente esto, se generan conjuntos borrosos. Durante el aprendizaje de las subredes, esto no representa un mayor problema ya que se pueden tomar, sin pérdida de generalidad (Brio; Molina, 2001; Araujo, 2006), los valores medios de referencia en estos conjuntos, como valor de respuesta esperado. Sin embargo, durante la fase de producción de las subredes, el valor de salida obtenido frente a entradas desconocidas, será en general un número distinto del valor medio de algún conjunto borroso.

Esto nos lleva al carácter híbrido del modelo. En fase de producción, cada salida de una subred será ajustada (antes de actuar como entrada de la siguiente subred) de acuerdo a su grado de pertenencia a los conjuntos borrosos definidos, utilizando el método de cálculo del centroide de unión. Esto suaviza la respuesta de cada subred adaptándose al criterio fijado por los expertos, en referencia a la definición por ellos realizada de los conjuntos borrosos.

En resumen, el modelo computacional propuesto responde estructuralmente al modelo conceptual del trabajo y permite su entrenamiento a partir del conocimiento de expertos para su posterior uso en tareas de campo.

Aplicación de la metodología diagnóstica para Determinar el Riesgo de la Vivienda para la Salud (DRVS) y software asociado Riesgo, Vivienda y Salud (RVS) versión 2.1 para la determinación del riesgo de la vivienda para la salud en la ciudad de Belém, Brasil

Material y método

La DRVS fue aplicada en tres áreas de ponderación (AP) definidas por el Instituto Brasileiro de Geografía y Estadísticas (IBGE). Una AP es un agrupamiento de sectores censales que posee representatividad para una investigación muestral (cuestionario detallado) del censo demográfico.

El criterio usado en Belém para la selección de las APs fue la diversidad de condiciones sociales y ambientales, conforme a las siguientes descripciones:

- Barreiro: poseía 5.085 hogares en 2000. 513 hogares fueron seleccionados para la muestra del IBGE. Esta AP es la más pobre de las tres analizadas y la más distante del centro comercial. Sus límites son dos ríos urbanos: Una y São Joaquim. Se trata de un asentamiento precario constituido por hogares de baja renta situados en áreas con altitudes próximas al nivel del mar, conocidas localmente como baixadas por ser en el pasado un área inundable. Actualmente, algunas zonas todavía sufren de inundaciones durante el período de lluvias. La infraestructura de servicios básicos es precaria. Se destaca que el Programa de Macrodrenaje del Río Una, ejecutado por el Gobierno del Estado, redujo de manera significativa las inundaciones.
- Nazaré, Batista Campos, Jurunas y Cremação: tenían 9.073 hogares en 2000, de los cuales 958 fueron estudiados por el IBGE. Esta AP se ubica próxima al centro comercial y tiene la renta más alta del municipio de Belém. Casi la totalidad de los inmuebles son de buena calidad, con pocos hogares de bajos renta dispersos en su interior. Se localizan en las áreas más elevadas de la ciudad y cuentan con la mejor infraestructura vial y de saneamiento básico que incluye la totalidad de los servicios de la región, con excepción de un corto trayecto, que sufre inundaciones en periodo de lluvias.
- Telégrafo: contaba con 9.135 hogares en 2000. 919 hogares fueron analizados en la muestra del IBGE. Esta AP tiene dos patrones distintos de vivienda e infraestructura de saneamiento básico. Los hogares con rentas altas se ubican en las zonas de mayor altitud y poseen infraestructura de saneamiento de mejor calidad mientras que los hogares con rentas bajas se localizan próximos al Río Una y a la Bahía de Guajará y poseen viviendas e infraestructura deficiente. Estos últimos hogares están beneficiadas con

obras del Programa de Macro drenaje de la Cuenca del Río Una. Por último, esta AP tiene bajo riesgo de desastres ambientales.

Los datos estadísticos fueron obtenidos por el procesamiento de los micro datos de la muestra del censo demográfico del año 2000 utilizando el programa CPro 4.0, disponible de forma gratuita por el US Census Bureau. Las informaciones sobre capital humano, físico y social fueron producidas a partir del montaje de un Sistema de Información Geográfica (SIG) con base en el programa gvSIG 1.10, también gratuito, desarrollado por la Consejería de Infraestructuras y Transporte de Valencia (España), con informaciones procedentes de varias fuentes e investigación de campo.

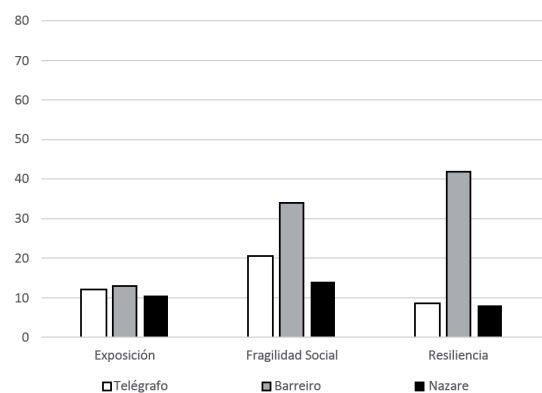
Los datos estadísticos y las informaciones procedentes del SIG fueron procesados en el RVS versión 3.0.

Resultados

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de la DRVS, y software asociado RVS v. 3.0, muestran diferencias significativas, tanto sociales como ambientales entre las tres APs investigadas.

Los resultados de los subíndices de Exposición fueron entre bajo y muy bajo en las tres APs (Gráfico 1). El principal motivo es que el porcentual de hogares con tres hijos y más entre 0 a 5 años es más elevado en AP Barreiro (4,9%, en Barreiro, 0,4%, en

Gráfico 1 - Sub índices de exposición, fragilidad social y resiliencia de la sub red de vulnerabilidad social. Telégrafo, Barreiro e Nazaré/Batista Campos/Jurunas/Cremação. Ciudad de Belém. Año 2000



Fuente: DRVS y RVS v. 3.0

Nazaré y 2,6%, en Telégrafo). Esta situación es compensada por el menor valor de la variable porcentual de hogares con una o más personas mayores de 60 años (13,6%, en Barreiro, 20,1%, en Nazaré y 18,1%, en Telégrafo). Es decir que el subíndice Exposición está influenciado por el perfil etario de la población, que, a su vez, es afectado por el nivel de renta.

Otro factor que sirvió para equilibrar los subíndices fueron los porcentajes de hogares con NBI y con mujeres jefas de familia. El valor de la primera variable en Barreiro fue de 4,5%, en Nazaré de 0,1% y en Telégrafo de 0,7%. En la segunda variable, la AP Nazaré fue la que tuvo mayor porcentual, 31,4%, en tanto Barreiro alcanzó el 27% y Telégrafo el 30,4%.

El RVS muestra que los resultados del subíndice de Fragilidad Social presenta una situación muy distinta, con expresivas diferencias que reflejan las grandes disparidades sociales entre las tres APs. Barreiro registró un valor entre moderado y alto, Nazaré entre muy bajo y bajo y Telégrafo entre bajo y moderado.

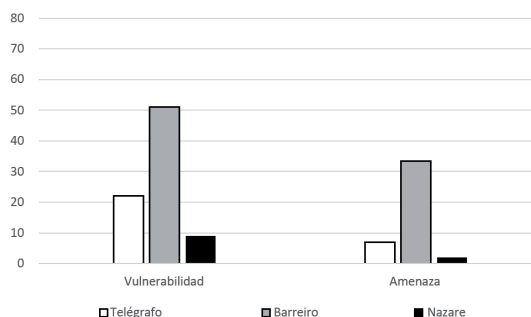
El subíndice de Resiliencia, estimado para el cómputo desde la falta de adaptación para superar la adversidad, registró expresivas diferencias entre la AP Barreiro y Nazaré y Telégrafo, lo que expresa la gran disparidad en el suministro de servicios públicos en perjuicio de los más pobres, a pesar de las importantes inversiones en saneamiento que fueron realizados en esta área.

El Gráfico 2 muestra que los subíndices de Vulnerabilidad Social son más desfavorables en la AP Barreiro (alto) que en Nazaré (muy bajo), quedando Telégrafo en una posición intermedia (entre bajo y moderado). La misma situación fue verificada con relación a los subíndices de Amenaza. Barreiro posee el subíndice más alto (moderado), mientras que Nazaré y Telégrafo alcanzan un valor muy bajo.

Tal hecho constata que la distribución espacial de la renta familiar influencia fuertemente en las condiciones físicas y ambientales de las viviendas y su entorno.

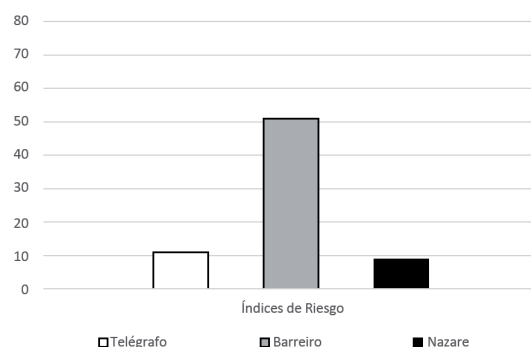
Los índices de Riesgo alcanzados mediante el procesamiento con RVS (Gráfico 3) indican la desigualdad espacial existente en la ciudad de Belém, lo que se traduce en un riesgo ambiental mayor en las áreas más pobres, como Barreiro. Este riesgo disminuye en la medida que aumenta la renta del área, Barreiro, alto; Nazaré, muy bajo; Telégrafo, bajo.

Gráfico 2 – Sub índices de vulnerabilidad social y amenaza. Telégrafo, Barreiro e Nazaré/Batista Campos/Jurunas/Cremação. Ciudad de Belém. Año 2000



Fuente: DRVS y RVS v. 3.0

Gráfico 3 - Índices de Riesgo. Telégrafo, Barreiro e Nazaré/Batista Campos/Jurunas/Cremação. Ciudad de Belém, 2000



Fuente: DRVS y RVS v. 3.0

Consideraciones finales

Los resultados indican que la DRVS y el software asociado RVS v. 3.0 posibilitan:

- explicar adecuadamente la realidad de la vivienda y la salud sin fragmentar los problemas a partir de cada una de las situaciones planteadas por los hogares, estimando la vulnerabilidad social desde el entendimiento de las personas que las constituyen con una visión global y coherente que abarca las debilidades y fortalezas sociales;
- hacer manejo del riesgo desde la interrelación de amenaza por vulnerabilidad social, considerando que el riesgo, es decir, las con-

secuencias potenciales, no solo está relacionado con el impacto de un suceso peligroso, sino también con la capacidad para soportar el impacto. En definitiva, incorporar en la gestión del riesgo el trabajo con y contra lo incierto, lo aleatorio, el juego múltiple de las interacciones y las retroacciones de las variables que constituyen la amenaza y la vulnerabilidad;

- comprender que la falta de ciertos activos no constituye, desde este enfoque, una incapacidad para enfrentar situaciones de amenaza debido a que las capacidades representadas por el total de activos y pasivos del capital humano, social y físico componen la base de la recuperación o superación de problemas;
- intuir, con respecto a las redes neuronales y variables difusas, que se está apenas en los inicios de una nueva forma de aproximarse a los problemas complejos, donde los modelos reduccionistas son inconvenientes y muy limitados;
- mejorar la calidad del proceso para la toma de decisiones.

Por último se destaca que la DRVS ha sido aplicada hasta el momento en las ciudades de Córdoba y Corrientes, Argentina; La Habana, Santa Clara y Santiago de Cuba; Cuba y Asunción, Paraguay.

Bibliografía

ARAUJO, B. S. *Aprendizaje automático: conceptos básicos y avanzados*. Madrid: Prentice Hall, 2006.

BLAKIE, P. et al. *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. Bogotá: La Red: ITDG, 1996.

BOURDIEU, P. Espacio social y génesis de las clases. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, Colima, v. 3, n. 7, p. 27-55, 1989. Disponible em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:M9CQl8mjTcQJ:www.culturascontemporaneas.com/contenidos/espacio_social_y_genesis.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 3 set. 2015.

BREILH, J. De la vigilancia convencional al

monitoreo participativo. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 937-957, 2003. Disponible em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232003000400016&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 24 maio 2007.

BRIO, M.; MOLINA, A. *Redes neuronales y sistemas difusos*. México, DF: Alfaomega: Ra-Ma, 2001.

CHAUX, G. W. *Desastres, ecologismo y formación profesional*. Popayán: SENA, 1989.

FILGUEIRA, C. Estructura de oportunidades y vulnerabilidad social: aproximaciones conceptuales recientes. In: SEMINARIO INTERNACIONAL: LAS DIFERENTES EXPRESIONES DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2001, Santiago de Chile. *Seminario...* Santiago de Chile: CEPAL, 2001. p. 2-36.

KAZTMAN, R. Notas sobre la medición de la vulnerabilidad social. In: TALLER REGIONAL DEL MECOVI, 5. - LA MEDICIÓN DE LA POBREZA: MÉTODOS Y APLICACIONES, 2000, Aguascalientes. *Documentos de talleres regionales*. Santiago de Chile: CEPAL, 2000. p. 275-301.

LAVELL, A. Draft annotated guidelines for inter-agency collaboration in programming for disaster reduction. Geneva: Emergency Response Division at UNDP, 2000.

MOSER, C. The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. *World Development*, London, v. 26, n. 1, p. 1-19, 1998.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD; ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Documento de posición OPS sobre políticas de salud en la vivienda*. La Habana, 1999.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD; ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Principio de higiene en la vivienda*. Ginebra: 2005. Disponible em: <<http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/vivienda/principio/principi.html>>. Acesso em: 16 jun. 2005.

POWELL, W.; SMITH-DOERR, S. Networks and economic life. In: SMELSER, N.; SWEDBERG, R. *The handbook of economic sociology*. Princeton: Princeton University, 1994. p. 368-402.

ROJAS, M. C. *Población, vivienda, salud y vulnerabilidad global: propuesta teórico-metodológica para la estimación del riesgo de la vivienda urbana para la salud basada en el*

análisis de la vulnerabilidad sociodemográfica. 2006. Tesis (Doctorado en Demografía) - Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 2006.

STRINCHCOMBE, A. Weak structural data review of Mizuchi and Scharf: intercorporate relations. *Contemporary Sociology*, Washington, DC, v. 19, n. 3, p. 380-382, 1990.

Contribución de los autores

Rojas, Vazquez, Vianna de Vasconcelos, Castillo y Lobo fueron responsables de la concepción y revisión del artículo. Cohen y Berardo revisaron la bibliografía y la orientación del trabajo.

Recibido: 25/10/2014

Aceptado: 24/03/2015