

Modelo Computacional empleando Redes Neuronales Artificiales para la estimación del Riesgo para la Salud de la Vivienda Urbana

Ing. Juan C. Vázquez / DISI - Facultad Regional Córdoba/ Universidad Tecnológica Nacional
Ing. Lic. Julio Castillo/ DISI -Facultad Regional Córdoba/ Universidad Tecnológica Nacional
Ing. Marina Cardenas/ DISI - Facultad Regional Córdoba/ Universidad Tecnológica Nacional
Dra. María del C. Rojas/ Instituto de Investigaciones Geohistóricas (IIGHI-CONICET)
icjvazquez@gmail.com, jotacastillo@gmail.com,

ing.marinacardenas@gmail.com, rojas_herrera@arnet.com.ar

RESUMEN

En este paper se describe brevemente la modelización del riesgo de la vivienda para la salud empleando un método elaborado por el instituto IIGHI-CONICET. A su vez, se creó un modelo informático-computacional que implementa este modelo conceptual. Como resultado de este proyecto, se diseñó e implementó un software denominado RVS (por sus siglas de Riesgo, Vivienda y Salud). Se comenta en este paper las bases de ambos modelos, como así también conclusiones parciales y los próximos pasos previstos en ese sentido.

Palabras clave: redes neuronales; riesgo en salud; sistema complejo; vivienda saludable.

CONTEXTO

El presente proyecto se enmarca en una línea de investigación relacionada con la aplicación de técnicas de aprendizaje automático, especialmente las redes neuronales artificiales, a la resolución de problemas de las ciencias sociales. El grupo de investigación nuclea a investigadores de la UTN y del IIGHI-Conicet.

Este grupo presenta como logro, la creación de un software y un modelo computacional que implementa la metodología de estimación del riesgo para la salud de la vivienda urbana desde un enfoque holístico de la vulnerabilidad social, propuesta por el IIGHI-CONICET.

Así, se ha desarrollado un software al que se ha llamado RVS (por sus siglas de Riesgo, Vivienda y Salud). El mismo se basa en aprendizaje automático, y especialmente en redes neuronales artificiales que nos ha

permitido implementar un modelo conceptual de relación de factores sociales, económicos y demográficos que no se ajusta a los modelos clásicos.

Los expertos en vulnerabilidad social del IIGHI afirman que el modelo conceptual de estimación del riesgo, no es un modelo determinista, ni se trata de un modelo que pueda analizarse sencillamente como una relación entre causa y efecto. Por el contrario, el modelo se presupone altamente no lineal y complejo. Es esta la razón que ha motivado el empleo de algoritmos de inteligencia artificial que nos permitan capturar las relaciones holísticas entre las variables del medio.

Para ello, se ha empleado un conjunto de redes neuronales de tipo perceptron multicapa, relacionadas entre sí de una manera muy particular, que pretende capturar y reflejar lo más fielmente posible el modelo conceptual de estimación del riesgo.

Como resultado, el software desarrollado se ha transferido y se está probando en varios países de América Latina.

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2005 se firmó un convenio de cooperación académica entre la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba, y el Instituto de Investigaciones Geohistóricas de la ciudad de Resistencia (IIGHI-CONICET).

Investigadores del IIGHI desarrollaron una metodología teórica-conceptual que permite determinar el riesgo de la vivienda para la salud, combinando la lógica dialéctica desde el pensamiento complejo, la vulnerabilidad

social, la noción de activos sociales y estructuras de oportunidades. Dicha metodología diagnóstica fue denominada DRVS.

A su vez, esta metodología conceptual se complementa con un modelo matemático basado en redes neuronales artificiales y lógica difusa, que fue implementada en software que permite realizar el cálculo del riesgo de la vivienda para la salud.

La metodología diagnóstica DRVS permite determinar la capacidad o incapacidad para enfrentar situaciones de insalubridad mediante factores representados por el total de activos y pasivos del capital humano, social y físico componen la base de la recuperación o superación de problemas. Se ha realizado estudio de campo en barrios de la ciudad de Córdoba y mediante el Posgrado en Salud Comunitaria y sus consultorios en Hospital de Clínicas, se pretende ampliar este estudio a mayor número de habitantes.

METODOLOGÍA HOLÍSTICA DE ESTIMACIÓN DEL RIESGO

La metodología desarrollada por el IIGHI pertenece al campo del conocimiento y a la práctica de la Medicina Social en América Latina y se basa a su vez en la tesis doctoral sobre Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos¹, desarrollada por Cardona Arboleda.

En concreto, la metodología conceptual desarrollada trabaja con información proveniente de censos de población (que permiten la evaluación sociodemográfica) y en planillas de recuento de datos de gobiernos locales, para la valoración de la resiliencia. Se procura además, establecer una tipología de las viviendas urbanas en relación con la salud humana, con validez para los diferentes niveles sociales, pero su aplicación concreta inmediata, se referirá a las viviendas urbanas

marginales. Se presentan también componentes que constituyen la amenaza y la vulnerabilidad, que es modelada a partir de variables de la vivienda que constituyen la amenaza para la salud y variables sociodemográficas que conforman la vulnerabilidad.

En la figura 1 se presenta una estructura general del modelo conceptual de determinación del índice de riesgo para la salud que implica la vivienda urbana.

Este modelo teórico-conceptual, puede pensarse desde la teoría de RNA, como varias redes interconectadas entre sí, donde cada una es alimentada por la otra en cascada. A pesar de que este modelo no es tradicional, a los demógrafos e investigadores de ciencias sociales les resulta muy útil el valor de las salidas intermedias de las redes neuronales, ya que les permite conocer el riesgo a nivel físico, riesgo del contexto, resiliencia, fragilidad y exposición; y a partir de toda esta información calcular la salida final conocida como “índice de riesgo” y se omiten capas intermedias reales necesarias para el cálculo de sub-conceptos.

MODELO COMPUTACIONAL DESARROLLADO

Ante la imposibilidad de establecer un modelo matemático mediante el uso de ecuaciones algebraicas o diferenciales, ya que se desconoce la relación formal existente entre los factores y los subconceptos y entre los subconceptos y el índice total, se ha determinado computacionalmente el modelo conceptual demográfico con redes neuronales artificiales (RNA).

Como resultado, se obtuvo un modelo computacional que refleja la estructura del modelo conceptual, y para ello se construyeron 5 redes neuronales que permiten calcular el valor de cada uno de los subfactores del modelo conceptual enunciado en la Figura 1.

¹ Omar Darío Cardona Arboleda es ingeniero de la Universidad Nacional de Colombia. Fue distinguido por el premio Sasakama de Prevención de desastres de Naciones Unidas.

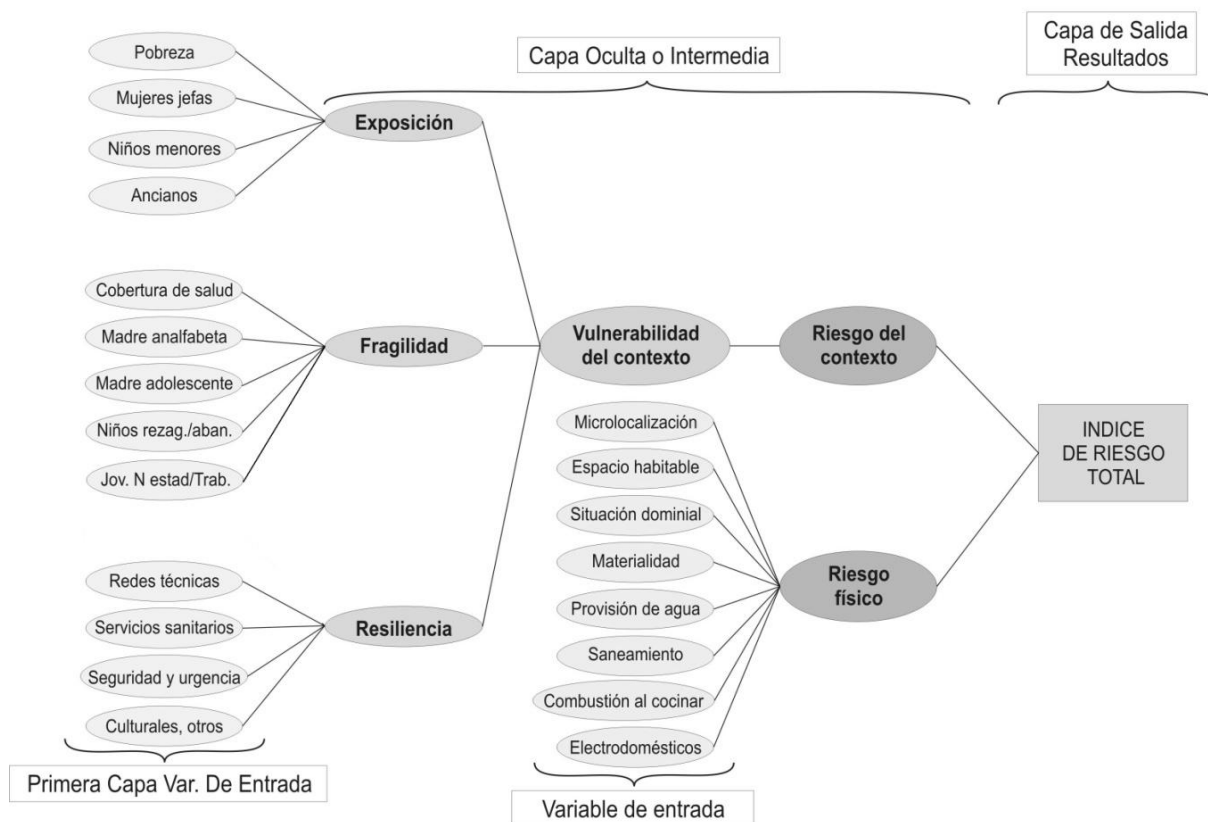


Figura 1 – Modelo conceptual de estimación del riesgo propuesto por IIGHI-CONICET.

Cada una de estas subredes fueron entrenadas con el algoritmo de retropropagación de errores, por lo que el cálculo final del índice de riesgo se realiza en forma lineal según ponderaciones indicadas por los expertos.

Las redes neuronales se diseñaron como perceptrón multicapa puro, con neuronas de capa oculta gobernadas por tangente hiperbólica y neuronas de salida lineales; las neuronas de la capa de entrada sólo normalizan los valores de ingreso para que pertenezcan al rango real [0,1].

MÓDULOS CONSTRUIDOS

En principio, se construyeron dos módulos bien diferenciados, en el lenguaje de programación C# de Microsoft Visual Studio .NET:

1. **Módulo de entrenamiento:** este módulo configura las redes neuronales en base a archivos de configuración en formato de

texto plano, que permiten definir la cantidad de capas y la cantidad de neuronas por capa para cada subred. Se fijan además por programación, el error medio cuadrático aceptado como razonable para terminar los entrenamientos. Al finalizar, el módulo crea un archivo descriptivo de la topología neuronal utilizada, el tipo de subred, la fecha de entrenamiento, la cantidad de ejemplos tomados y el valor de los pesos sinápticos obtenidos como resultado del entrenamiento.

2. **Módulo de producción:** este módulo (RVS 2.1) es el que se dispone para transferencia a distintos centros de investigación de estudios de población y salud comunitaria. Inicialmente el archivo descriptivo es generado por el módulo de entrenamiento. El contenido de este archivo es mapeado a memoria para que pueda ser utilizado por el módulo de producción. De esta manera, el módulo de producción configura la red entrenada en

memoria y permite el ingreso de valores reales de poblaciones. Luego, es posible efectuar el cálculo por propagación sobre la red de cada subconcepto y del índice total, informando en cada caso los porcentajes de participación según los conjuntos borrosos definidos. Adicionalmente, este modulo genera informes de valores exportables a planillas Excel para su registro y posterior estudio.

Recientemente, este modulo se ha ampliado a un ambiente de multilinguaje para permitir a los usuarios de diferentes países, manejar el entorno de producción en su idioma nativo. Este fue el caso de la Universidad de Belem y Rio de Janeiro, en Brasil.

2. LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Este trabajo se enmarca en la línea de investigación sobre vigilancia ambiental de la Red Interamericana de Vivienda Saludable/OPS cuyo objetivo es “fortalecer los sistemas nacionales y locales de riesgo y protección de la salud asociados con la vivienda”.

Esta línea constituye uno de los pilares del Plan de Acción Regional de la iniciativa de Vivienda Saludable para el período 2006-2007, basado en las recomendaciones de los grupos de trabajo de la Red Interamericana de Vivienda Saludable y que fuera aprobada en el Simposio Regional Vivienda saludable: reto del Milenio en los asentamientos precarios de América Latina y el Caribe que se desarrollo en Lima desde el 3 al 7 Septiembre de 2005.

En el contexto de la UTN FRC el proyecto se enmarca en una línea de investigación relacionada con la aplicación de técnicas de aprendizaje automático, especialmente las redes neuronales artificiales, a la resolución de problemas de las ciencias sociales.

3. RESULTADOS OBTENIDOS Y ESPERADOS

El software desarrollado está siendo probado por los investigadores en demografía del

IIGHI-CONICET utilizando datos reales censados en diferentes asentamientos poblacionales, entre ellos en las ciudades de Córdoba y Resistencia de Argentina, con resultados favorables hasta el momento.

El software y la metodología base han sido presentado en distintos foros:

- Congresos de la Asociación de Estudios de Población de Argentina.
- Seminario Iberoamericano de Hábitat Popular, Centro de Estudios Avanzados de la Universidad Nacional de Córdoba.
- II Congreso de la Asociación Latinoamericana de Estudios de Población, Guadalajara, México.
- Primer Congreso Internacional Mexicano de Vivienda Saludable, Pachuca de Soto Hidalgo, México.
- WICC 2010, JAIIO 2010.
- Recientemente se ha firmado un convenio de transferencia del Software RVS al municipio del Totoral, en la Provincia de Córdoba.

Esta ultima transferencia evidencia la evolución del proyecto. Primeramente, se inicio con una Idea-Modelización Teórica provista por el IIGHI, luego este modelo se especificó, diseñó y programó dando como resultado un Modelo Computacional y un software asociado. Y finalmente, la puesta en marcha en centros de salud de un municipio de la Ciudad de Córdoba, con apoyo y decisión política que les permita gestionar y/o direccionar de una forma más efectiva los recursos destinados a salud en esa comunidad.

Consideramos que este proyecto es un caso que ejemplifica que los modelos teóricos, pueden evolucionar a un desarrollo concreto y que a su vez puede finalmente terminar incidiendo en la población a través de un contacto directo por medio de los centros de salud del municipio.

Al mismo tiempo, estos resultados pueden aprovecharse para la gestión en organismos de gestión gubernamental como por ejemplo los

Ministerios de Salud en distintos niveles gubernamentales.

En la actualidad se continua constatando y aplicando la propuesta en las ciudades de Resistencia en Argentina, en Belem y Rio de Janeiro en Brasil y Bogotá en Colombia, en el marco de la línea de Vigilancia Ambiental de la Red Interamericana de Vivienda Saludable avalada por la Organización Panamericana de la Salud.

En los casos estudiados, los resultados del software coinciden con la opinión de los expertos en cuanto al riesgo previsible para la salud.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Dra. María del Carmen Rojas, es investigadora Adjunta del Conicet y es la coordinadora de actividades en lo que se refiere a temas de población; es experta en vivienda saludable.

Por otra parte, el equipo de desarrollo de software, está formado por los siguientes investigadores de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba:

- Ing. Juan Carlos Vázquez, es el responsable principal del desarrollo del sistema software, en el marco del proyecto de investigación "Redes Neuronales Artificiales y Automatas Celulares, estudio y aplicaciones" que codirige.
- Ing. Lic. Julio J. Castillo, es el corresponsable del desarrollo del software del cálculo de la vivienda saludable.
- Ing. Marina E. Cardenas, realiza tareas de soporte, documentación y desarrollo en el equipo.

Al mismo tiempo, 2 becarios alumnos de los últimos niveles la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información han participado en tareas de investigación y desarrollo en proyectos de la UTN-FRC.

Otro objetivo del proyecto es contribuir a la formación de dichos alumnos, guiándolos en el desarrollo de sus Prácticas Profesionales Supervisadas.

5. BIBLIOGRAFIA

Rojas, MC. La vivienda precaria urbana marginal y su relación con la salud de la población en el proceso de sustentabilidad. Un enfoque teórico para la estimación del riesgo y la vulnerabilidad. I Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población -ALAP-, CD-ROM. Asociación Brasileira de Estudos de Población -ABEP-. [Ponencia] Caxambú -MG- Brasil; 2004

Rojas, MC. 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.[tesis doctoral] Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba; Córdoba, Argentina; 2006

Martínez F., Vázquez J. C., Marciszack M., Redes Neuronales Artificiales vs. Automatas Celulares, VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2005) -CD-ROM ISBN 950-665-337-2, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Rojas, M del C, Meichtry, N. C, Vázquez, J. Castillo, M. B, Ciuffolini. Repensando de manera holística el riesgo de la vivienda urbana precaria para la salud. Un análisis desde el enfoque de la vulnerabilidad sociodemográfica. Revista de Salud Colectiva. Universidad Nacional de Lanús, Argentina.

Rojas, M del C, Meichtry, N. C, Vázquez, J. Castillo, M. B, Ciuffolini. Crítica de la noción de vivienda saludable desde el realismo dialéctico. Modelización matemática basada en redes neuronales y variables difusas para la estimación del riesgo de la vivienda urbana para la salud a partir del análisis de la vulnerabilidad sociodemográfica. XXVI Encuentro de Geohistoria Regional. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Filosofía. 16, 17 y 18 de agosto de 2007, Asunción, Paraguay.

Rojas, M del C, Meichtry, N. C, Vázquez, J. C, Marciszack M., Modelización Numérica de la Vivienda Precaria Urbano Marginal a partir de la Estimación Holística del Riesgo para la Salud de la Población considerando Variables de Vulnerabilidad Sociodemográficas, VIII Jornadas Argentinas de Estudio de Población (AEPA 2005), CD ISBN 950-658-158-4, 27 pp., Tandil, Bs. As., Argentina.

Rojas, M del C, Vázquez, J. C, Julio Castillo, Marina E. Cardenas, Modelado del Riesgo de la Vivienda Urbana para la Salud y el empleo de Redes Neuronales Artificiales para su Estimación. WICC 2010, Calafate.