



Revista de Psicología  
ISSN: 0716-8039  
revista.psicologia@facso.cl  
Universidad de Chile  
Chile

Sánchez, Martha Patricia; de la Garza-González, Arturo; Rodríguez, María Concepción  
Análisis de la percepción y conducta ambiental mediante una red bayesiana  
Revista de Psicología, vol. 23, núm. 2, 2014, pp. 56-70  
Universidad de Chile  
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26435341006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Análisis de la percepción y conducta ambiental mediante una red bayesiana

## Bayesian network analysis of environmental perception and behavior

Martha Patricia Sánchez, Arturo de la Garza-González y María Concepción Rodríguez

*Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México*

### Resumen

Se presenta un estudio descriptivo y de simulaciones con redes bayesianas, en el cual se analiza la percepción y conducta ambiental de un grupo de 471 estudiantes universitarios de dos escuelas de una universidad pública mexicana. Se encuestó a los participantes y, en base a sus respuestas, se construyó una red bayesiana con la finalidad de determinar las relaciones de dependencia entre las variables. Los resultados mostraron que existe una percepción clara sobre el cambio climático, así como conductas acordes con la problemática ambiental en casi todos los casos. La red bayesiana indicó que las variables que presentan una mayor dependencia fueron de poseer árboles y utilizar luces ahorradoras. Se discuten los resultados en relación a otras investigaciones, así como su utilidad en términos de análisis estadísticos y ecológicos.

**Palabras clave:** percepción ambiental, conducta ambiental, red bayesiana.

### Abstract

A descriptive study with Bayesian network simulations is presented, in which the perception and environmental behavior of a group of 471 students from two schools of a Mexican public university were analyzed. All participants were surveyed, and a Bayesian network was built with the survey data, aiming to determine dependency relationships among variables. The results showed a clear perception about climate change and behaviors consistent with environmental problems in almost all the cases. The Bayesian network indicated that the variables that present a higher dependence were: to own trees and to use energy saving bulbs. Results are discussed in relation with other investigations and their utility in terms of statistical and ecological analysis.

**Keywords:** environmental perception, environmental behavior, Bayesian networks.

Esta investigación fue llevada a cabo gracias al apoyo del Programa para el Mejoramiento del Profesorado (Promep) de la Secretaría de Educación Pública de México.

Contacto: M. P. Sánchez. Facultad de Psicología, U.A.N.L. Dr. Carlos Canseco #110 y Dr. Eduardo Aguirre Pequeño Col. Mitras Centro, Monterrey, Nuevo León, México. C.P. 64460. marpa30@gmail.com

### *Cómo citar este artículo:*

Sánchez, M. P., de la Garza-González, A. y Rodríguez, M. C. (2014). Análisis de la percepción y conducta ambiental mediante una red bayesiana. *Revista de Psicología*, 23(2), 56-70.

<http://dx.doi.org/10.5354/0719-0581.2014.36148>

## Introducción

La problemática ambiental es un asunto que ha tomado relevancia en los medios sociales, políticos y educativos, lo que ha permitido establecer, en diversos países, secretarías dedicadas a regular las políticas ambientales y de sustentabilidad. A su vez, el sistema de educación básica así como el de educación superior, han implementado programas que abordan dicha temática. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos parece ser que los cambios no se ven reflejados de forma substancial en conductas proambientales.

Ante esta situación, sería importante preguntarnos por qué no funcionan si a nivel de educación, tanto formal como informal, se propicia que las personas conozcan sobre el tema. Al parecer no basta con estar informados o poseer un conocimiento. Es por esto que existe la necesidad de indagar más acerca de los factores que se encuentran asociados a las acciones proambientales que permitan solucionar las situaciones que se presentan en la comunidad y prevenir así problemas futuros a nivel social, ambiental y económico. Aun cuando existe una buena cantidad de estudios actitudinales y de conducta ambiental, la mayoría se han enfocado en el análisis con estadísticos descriptivos, sin plantear la posibilidad de establecer relaciones causales entre los diferentes factores que se estudiaron.

## Actitud hacia el ambiente y conducta ambiental

La psicología ambiental y conservacionista juega un papel primordial, tratando de entender y explicar el comportamiento de los seres humanos sobre el ambiente. Para ello, se realizan investigaciones que buscan detectar las actitudes, valores y creencias que se tienen hacia el ambiente.

Uno de los motivos para abordar el ambiente desde un punto de vista actitudinal es que involucra tres dimensiones: cognitiva (i.e., conocimiento que se posee sobre el tema), emocional (i.e., juicios de valor, positivos o negativos, que se producen hacia el ambiente) y conductual (i.e., disposición a realizar acciones que involu-

cran a todas las dimensiones anteriores) (Breckler, 1984; Eagly y Chaiken, 1993).

Las investigaciones en este ámbito han detectado que las personas poseen una actitud positiva hacia el ambiente y gustan de pasar tiempo en la naturaleza (Amérigo, Aragonés, De Frutos, Sevillano y Cortés, 2007). Sin embargo, los trabajos que se han realizado muestran relaciones débiles entre las actitudes y conductas ambientales (Cerdeira, García, Díaz y Nuñez, 2007; Rivera-Jacinto y Rodríguez-Ulloa, 2009; Vargas-Mendoza, Maldonado-Aragón, Cruz-Clemente y Aguilar-Morales, 2012), por lo cual es necesario analizar los aspectos que influyen en la conducta ambiental. De acuerdo a Stern (2000), la conducta ambiental se define como el comportamiento que un individuo efectúa con la intención de cambiar (beneficiar) al ambiente.

Con respecto a investigaciones con instrumentos que miden la conducta ambiental, Hernández y Jiménez (2010) midieron la conducta ambiental con una escala con 13 reactivos, que abordan acciones de ayuda al medioambiente, y encontraron que los mayores porcentajes de conducta ambiental son respecto al ahorro de energía eléctrica y el agua. Asimismo, Rivera-Jacinto y Rodríguez-Ulloa (2009) aplicaron una escala de comportamiento ecológico y obtuvieron resultados similares, con la diferencia que los participantes reportaron con menos frecuencia la participación en actividades ambientales.

Tanto en Sudamérica como en América Latina, se han efectuado investigaciones donde se abordan tanto la conducta como el interés en los problemas ambientales, y se considera que el nivel de conocimiento sobre los problemas ambientales y la información que poseen sobre temáticas particulares, determinan las acciones en favor del medio ambiente. Por su parte, Barriero, López, Losada y Ruzo (2002) al estudiar los factores que intervienen en el comportamiento ambiental, encontraron que las personas que poseen un mayor conocimiento sobre los aspectos ecológicos, son los que se preocupan más por la contaminación.

Así, para comprender las motivaciones a la conducta ambiental se requiere entender la

conciencia y la percepción ambiental. La conciencia ambiental se define como la representación que se posee sobre el medio ambiente tanto a nivel general como particular y su estudio comprende la calidad ambiental, la escasez de recursos naturales, pérdida de especies, entre otros aspectos (Corraliza, Berenguer, Moreno y Martín, 2005). Hassan, Juahir y Jamaludin (2009) han argumentado que para que exista la conciencia ambiental se requiere del conocimiento, la comprensión y el cambio de actitud de cada persona, lo que repercute en la solución de problemas ambientales que aquejan a la comunidad.

Por su parte, la percepción ambiental se define como los conocimientos, sentimientos, opiniones y valoraciones que se tienen acerca del entorno (Barraza y Ceja-Adame, 2003). En investigaciones sobre esta temática, Sosa, Alcalá, Soto, Lebgue y Quintana (2008) analizaron la percepción ambiental que poseen alumnos universitarios del estado de Chihuahua en México. Dentro de sus hallazgos, detectaron que los estudiantes tienen una percepción ambiental que depende del área de estudio. Así, los alumnos de las unidades agropecuarias consideran que las empresas que contaminan deben ser sancionadas o resarcir el daño que provocaron disminuyendo su impacto negativo; mientras que los estudiantes de las áreas administrativas indican la necesidad de una formación ecológica de tipo más formal.

Por su parte, Fernández, Porter-Bolland y Sureda (2010) encontraron que los estudiantes de secundaria en Veracruz (México) tenían una percepción de sensibilidad hacia los aspectos naturales y los problemas del ejido donde habitan, en contraste con los niños de primaria, que su percepción está más enfocada hacia los aspectos sociales.

En Estados Unidos, Brody, Highfield y Alston (2004) investigaron el conocimiento y la preocupación que los habitantes tenían por dos arroyos que cruzan su ciudad y observaron que los hombres con mayores ingresos y que han vivido por mayor tiempo cerca de los arroyos, conocen más acerca de ellos y se mostraron más familiarizados con la problemática y más interesados en realizar acciones para preservar el entorno.

Por otro lado, estudios sobre la percepción del cambio climático, han detectando que los países de Latinoamérica, Asia, Europa y África lo consideran como uno de los problemas más importantes que los afecta (Pew Research Center, 2013). Y en Estados Unidos se ha mostrado que la población considera que el cambio climático es causado por la actividad humana y que puede ser revertido, aunque no queda claro si realizarán acciones proambientales (Leiserowitz, Maibach y Roser-Renouf, 2009).

La mayoría de los estudios presentados hasta aquí, fueron realizados a través de encuestas o investigación por cuestionarios analizados en términos descriptivos. Sin embargo, la exploración de los datos no se ha abordado desde relaciones de probabilidad que se presenten de manera conjunta. Ante esta situación, y con la finalidad de alcanzar una mayor comprensión de esta problemática, es que se considera que un análisis de redes bayesianas podría aportar sustantivamente a la comprensión de este tema.

### Análisis de redes bayesianas

Las redes bayesianas (RB) —también conocidas como redes bayesianas de creencias, redes de Bayes o redes probabilísticas causales— son una técnica estadística empleada para modelar fenómenos probabilísticos complejos y llevar a cabo razonamientos e inferencias en situaciones de incertidumbre.

Las RB surgen del campo de la inteligencia artificial (Pearl, 1986), pero debido a su gran flexibilidad se aplican a múltiples campos, como por ejemplo, en medicina —como apoyo en la realización de diagnósticos (Kahn, Roberts, Shaffer y Haddawy, 2004), en la predicción de brotes de enfermedades (Jiang y Cooper, 2010)—, en biología —para el análisis del comportamiento de especies (Aguilera, Fernández, Reche y Rumí, 2010) y planeación de la reforestación de espacios (Ordóñez, Matías, Rivas y Bastante, 2009)—, en economía —para comprender el comportamiento de clientes (Blodgett y Anderson, 2000)— o en meteorología —para el pronóstico del clima— (Kock, 2008). Pese a ello, en psicología y ciencias sociales aún no han sido aprovechadas

lo suficiente (López, García, De la Fuente y De la Fuente, 2007).

Las RB consisten en una red, donde los nodos simbolizan las variables, y las conexiones entre ellas representan una relación de dependencia probabilística. Generalmente se representan por medio de gráficos, en el cual si existe una conexión entre  $X \rightarrow Y$ , se dice que la variable X es el padre (o causa) de la variable Y; a su vez la variable Y es llamada hija (o efecto) de X; y de igual manera, Y puede tener a su vez variables hijos. Es por ello que se considera que las RB son gráficos acíclicos, es decir, una variable no puede tener una dependencia con otra en ambos sentidos o formar un ciclo cerrado con otras variables (Pearl, 1986).

Las RB tienen como base el teorema de Bayes –postulado por el matemático inglés Thomas Bayes en 1763 (Pourret, Naim y Marcot, 2008)– que, a diferencia de otros métodos de probabilidad frecuentistas, considera el conocimiento previo o a priori sobre un fenómeno. Este conocimiento puede proceder del juicio de expertos o de estudios existentes sobre el tema, el que a su vez proporciona información valiosa para la construcción de la red, especialmente cuando no se dispone de toda la información necesaria para hacer inferencias o tomar decisiones en situaciones de incertidumbre.

Para la construcción de una RB se utilizan algoritmos de aprendizaje, los que tratan de obtener de los datos tanto la estructura como los parámetros de la red, aunque ambas cosas se pueden realizar también con el conocimiento de expertos, dependiendo del tipo de red que se desea realizar y el ámbito donde se va a aplicar (cf. Pearl, 1988).

El primer paso es determinar la estructura de la red. Esto consiste en obtener las conexiones más relevantes entre las variables. Se utilizan diferentes algoritmos para buscar estimar los valores de asociación entre las variables y jerarquizar su importancia. Luego, se especifican los parámetros para cada nodo (variables) de la red, mediante la estimación de probabilidades condicionales para cada variable. Una vez obtenida la red con su respectiva estructura y parámetros se pueden observar las dependencias entre las variables, así como su distribución de probabilidad.

Actualmente existe una gran variedad de *software* que realizan estas operaciones de forma automática, como por ejemplo el GeNIe (Decision Systems Laboratory, 2014). La figura 1 muestra el ejemplo de una red bayesiana hipotética, que simula el diagnóstico de dos tipos de padecimientos comunes: resfriado y alergia.

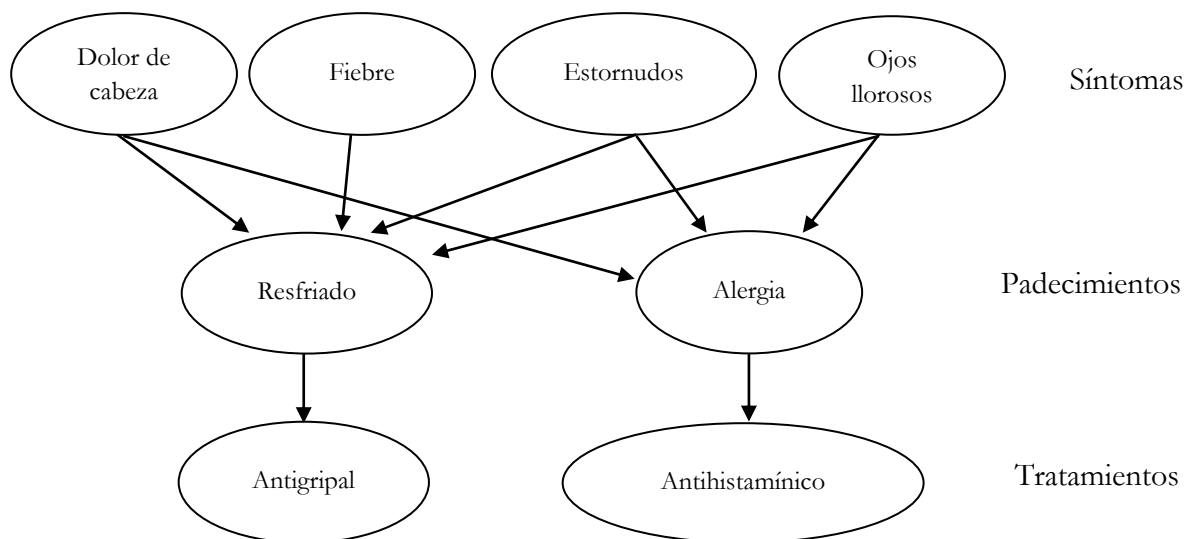


Figura 1. Red bayesiana de diagnóstico de resfriado y alergia.

En los nodos superiores se observan los síntomas que presenta una persona (los nodos padres). Existen cuatro tipos de síntomas, tres de ellos son comunes para los dos tipos de padecimientos, pero uno de ellos, la fiebre, se esperaría con mayor probabilidad en el resfriado. De esta manera, si entre los síntomas no existiera la fiebre, la red mostraría una mayor probabilidad que el padecimiento sea una alergia; de lo contrario, si presenta fiebre, lo más probable es que sea un resfriado.

Del mismo modo, los nodos de padecimientos están conectados a los tratamientos (son variables hijos de la variable padecimientos) y en el caso de ser una alergia, se recomienda un antihistamínico, mientras que en el caso de un resfriado sería más recomendable un antigripal.

En este tipo de redes, es complicado poder hablar de causas y efectos en el sentido estricto, porque, en este caso, las variables padres (o síntomas) no son las causas de los padecimientos. Sin embargo, en términos de probabilidad, es útil plantearlas así, ya que permitirá inferir tanto el padecimiento como el tratamiento a partir de los síntomas.

Una de las grandes ventajas de las RB es que se pueden simular diferentes escenarios, esto se realiza asignándole valores de probabilidad a algunas variables y observando el comportamiento del resto de las variables con las que está conectada en la red. A diferencia de otros tipos de modelos estadísticos, las RB permiten propagar estos cambios de los parámetros hacia toda la red, tanto hacia adelante (i.e., de las causas hacia los efectos), como hacia atrás (i.e., de los efectos a las causas) (López, 2012). Esta capacidad de hacer inferencias en ambas direcciones permite ampliar las posibilidades de análisis.

En este sentido, Kemperman y Timmermans (2014) utilizaron una RB para analizar la relación entre las variables ambientales, físicas y sociales, con los hábitos de transportación como son: caminar, uso de bicicleta y de automóviles, en niños de educación primaria. Para ello usaron los datos de una encuesta realizada en Holanda. Encontraron que el modo de transportación que empleaban estaba directamente

relacionado con la distancia y tiempo de viaje, así como con la posesión de automóviles en sus casas. Además, determinaron que el grado de urbanización es una variable muy importante para explicar la preferencia entre caminar o usar bicicleta en los niños. Las otras variables físicas y sociales tuvieron una influencia menor en esta elección. Cabe destacar que el uso de las RB les permitió plantear escenarios que no serían posibles con otros métodos estadísticos, dada su capacidad de propagar los cambios que se hacen en las variables hijas hacia toda la red y poder ver sus consecuencias.

López y García (2007) realizaron un estudio basado en un modelo bayesiano relacionando las variables de valores, actitudes, comportamiento ecológico y variables sociodemográficas, a fin de establecer la probabilidad de dependencia entre ellas. Sus hallazgos muestran que el comportamiento ecológico depende de los valores y actitudes que se poseen, así como de la importancia que se da al ambiente.

De esta manera se plantean como objetivos: determinar las características de conducta ambiental y percepción del cambio climático que muestran jóvenes universitarios de dos escuelas públicas, a través de una encuesta, así como desarrollar una RB que permita determinar las relaciones de dependencia causal entre las variables que intervienen en el estudio.

## Método

### Participantes

La muestra fue no probabilística y de conveniencia, se contó con un total de 471 estudiantes de una universidad pública mexicana. Participaron la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME), con el 55% de estudiantes, y la Facultad de Psicología, con un 45%. Las proporciones de género fueron equivalentes (51% mujeres; 49% hombres), con una  $M = 20.2$  años ( $DE = 2.23$ ). La gran mayoría pertenece al mismo nivel socioeconómico (GSE Medio = 91%) y tienen la misma ciudad como lugar de residencia (Monterrey o su área Metropolitana = 99%).

Se utilizó una encuesta en línea, en la cual se emplearon opciones para no permitir que los



participantes dejaran preguntas sin responder. Sin embargo, al hacer una revisión de la base de datos, se detectó que algunos sujetos tenían algunas respuestas en blanco. Desconocemos las causas de este fenómeno por parte de Google Forms. Por tal motivo se procedió a eliminar aquellos participantes que no respondieron todas las preguntas. Se excluyeron un total de 8 sujetos, quedando una muestra final de 463 participantes.

### Instrumentos

Se elaboró una encuesta tomando de referencia los trabajos de Hernández y Jiménez (2010) y de Maza (2013), y un cuestionario de la University of Florida (2014). La encuesta consistió en 20 preguntas, agrupadas en tres áreas temáticas. Las cinco primeras tratan sobre aspectos socio-demográficos. Las diez siguientes están relacionadas a la conducta ambiental, para las cuales se tomaron en cuenta aspectos relacionados con elementos naturales (preguntas 6 a 9); a la conservación de recursos (preguntas 10 a 11); manejo de residuos (pregunta 12) e interés en la problemática ambiental (preguntas 13 a 15). Las últimas cinco indagan sobre el conocimiento y percepción acerca del cambio climático.

Se realizó un estudio piloto de la encuesta, en una muestra de 53 sujetos con las mismas características de los participantes del estudio, con la finalidad de verificar la correcta comprensión de cada una de las preguntas. Se efectuaron las adecuaciones pertinentes antes de la aplicación final de la encuesta.

La encuesta se implementó en forma electrónica y se aplicó en línea, lo cual permitió monitorear la participación de los sujetos y la conformación de la base de datos. Una vez que se obtuvo esta información, se procedió a la construcción de la RB. Para esto se utilizó el programa GeNIe V.2.0 (Decision Systems Laboratory, 2014).

### Procedimiento

Se invitó a los estudiantes a participar de manera voluntaria en el estudio, informándoles claramente el contenido y finalidad del mismo, así también que sus respuestas se iban a manejar

de forma anónima. Aquellos que estuvieron de acuerdo, se les proporcionó una dirección de Internet para responder la encuesta y se les explicó que no podrían dejar sin respuesta ninguna de las preguntas, porque el sistema no los dejaría continuar.

Una vez que se obtuvieron las respuestas de todos los alumnos, se procedió a conformar la base de datos. Se seleccionó al azar a 117 sujetos de la muestra, con la finalidad de validar la RB, siguiendo el criterio de López (2012) que aconseja un 25% de la muestra total. El resto de la muestra se utilizó para construir la red. Para determinar la estructura de la RB se decidió utilizar el algoritmo Greedy Thick Thinning, ya que fue el que arrojó la estructura con más conexiones. Con esto se obtuvo una red con 17 variables. Ya determinada la estructura, se procedió a definir los parámetros de la red utilizando el algoritmo de aprendizaje predefinido que emplea el programa.

## Resultados

### Descripción general

Respecto a los resultados del apartado de conducta ambiental, como se puede ver en la tabla 1, un alto porcentaje de los jóvenes afirmó pasar entre 16 o más minutos a la semana en áreas verdes. Mientras una cantidad muy baja declaró no pasar tiempo en áreas naturales. De igual manera, respecto a tener jardín, árboles y mascotas, los porcentajes fueron muy altos.

Una cantidad elevada de la muestra contestó que sí utiliza focos ahorradores (luces fluorescentes) y que emplea alguna estrategia para ahorrar agua. Sin embargo, respecto a separar la basura por su tipo, el porcentaje fue muy bajo.

En los aspectos de conversar sobre los problemas ambientales, los datos demuestran también un elevado porcentaje que afirma hacerlo. Sin embargo, respecto a buscar información sobre la problemática ambiental en Internet, las respuestas fueron alrededor del 50% para las categorías sí y no. Por último, en cuanto a reportar a alguna dependencia de gobierno problemas ambientales, muy pocos afirmaron haberlo realizado.

Tabla 1  
Resultados de la encuesta del apartado de conducta ambiental

Pregunta	Categoría	Porcentaje
6. ¿En promedio, cuántos minutos por semana pasa usted en entornos naturales, como jardines, parques, bosques?	0 min.	7
	1-15 min.	27
	16-30 min.	29
	≥ 31 min.	37
Pregunta	Porcentaje	
	Sí	No
7. ¿Tiene jardín o plantas en maceta en su casa?	82	18
8. ¿Tiene árboles en su casa?	63	37
9. ¿Tiene mascotas en su casa?	64	36
10. ¿Tiene focos ahorradores en su casa?	90	10
11. ¿Utiliza alguna estrategia para ahorrar el agua en su casa?	79	21
12. ¿Separa la basura por tipo en su casa?	14	86
13. ¿Durante los últimos 12 meses, ha conversado sobre cuestiones ambientales con sus amigos, familiares o vecinos?	76	24
14. ¿Durante los últimos 12 meses, ha buscado información sobre cuestiones ambientales en algún sitio web?	55	45
15. ¿Durante los últimos 12 meses, se ha comunicado con alguna dependencia de gobierno u organización civil respecto a algún asunto o problema ambiental?	8	92

En el apartado de percepción de cambio climático los porcentajes de respuestas afirmativas fueron muy altos (entre un 93% y 99%). La mayoría de los sujetos afirmó haber escuchado de él, aceptan que está sucediendo y que nos afecta, además que los seres humanos somos responsables y que aún es posible hacer algo para remediarlo.

### Red bayesiana

Con las respuestas de la encuesta se procedió a realizar una RB para determinar las dependencias causales entre las variables. La red quedó constituida por 17 de las 20 variables, quedando solo excluidas las variables lugar de residencia, clase social y escuela donde estudian (ver figura 2). Los nodos, en la parte superior, no tienen ninguna variable que influya en ellas y quedaron constituidos por tres del apartado de percepción de cambio climático: escuchar acerca del cambio climático (ECC); el clima del planeta está cambiando (CEC); el cambio cli-

mático nos afecta (CCA), y edad. Las variables hijos resultaron ser tres, todas ellas del apartado de conducta ambiental: tener mascota (TM); tener árboles (TA); tiempo que pasan en espacios naturales (TN).

Las 10 variables restantes, se les considera intermedias (i.e., auxiliares), ya que son tanto padres como hijos de otras variables. Respecto a las variables auxiliares que tienen la mayor cantidad de padres, están tener árboles (TA) y utilizar focos ahorradores (FA), y la variable tener jardín (TJ) tiene influencia directa en tener árboles y mascotas (TM).

Con la finalidad de evaluar la validez de la RB, se realizó una validación cruzada, donde se midió el porcentaje de aciertos en la predicción de 117 participantes, los cuales fueron seleccionados al azar de la muestra original. La precisión global fue de 78.7 %; y en las variables específicas, la proporción de aciertos fue: TA = 71.8%, TM = 70.2%, TN = 69.9% y TJ = 82.9%.



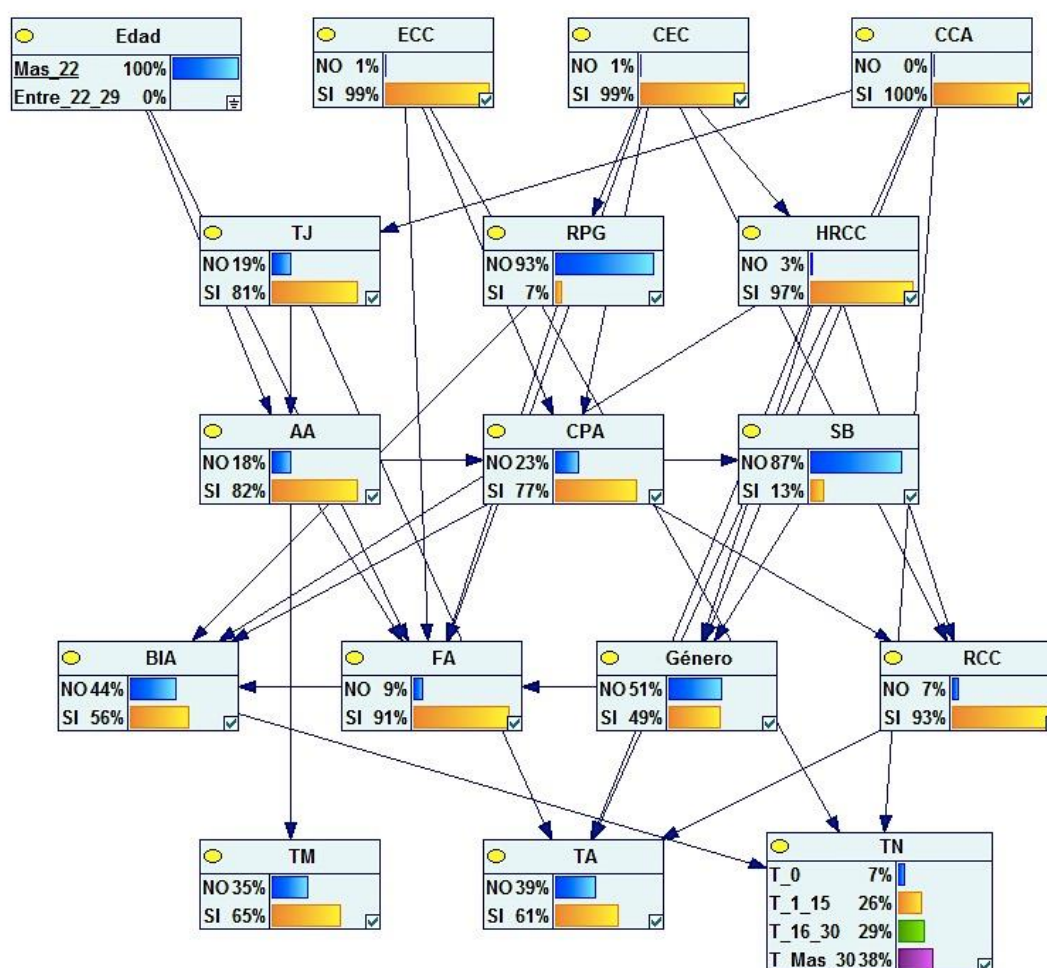
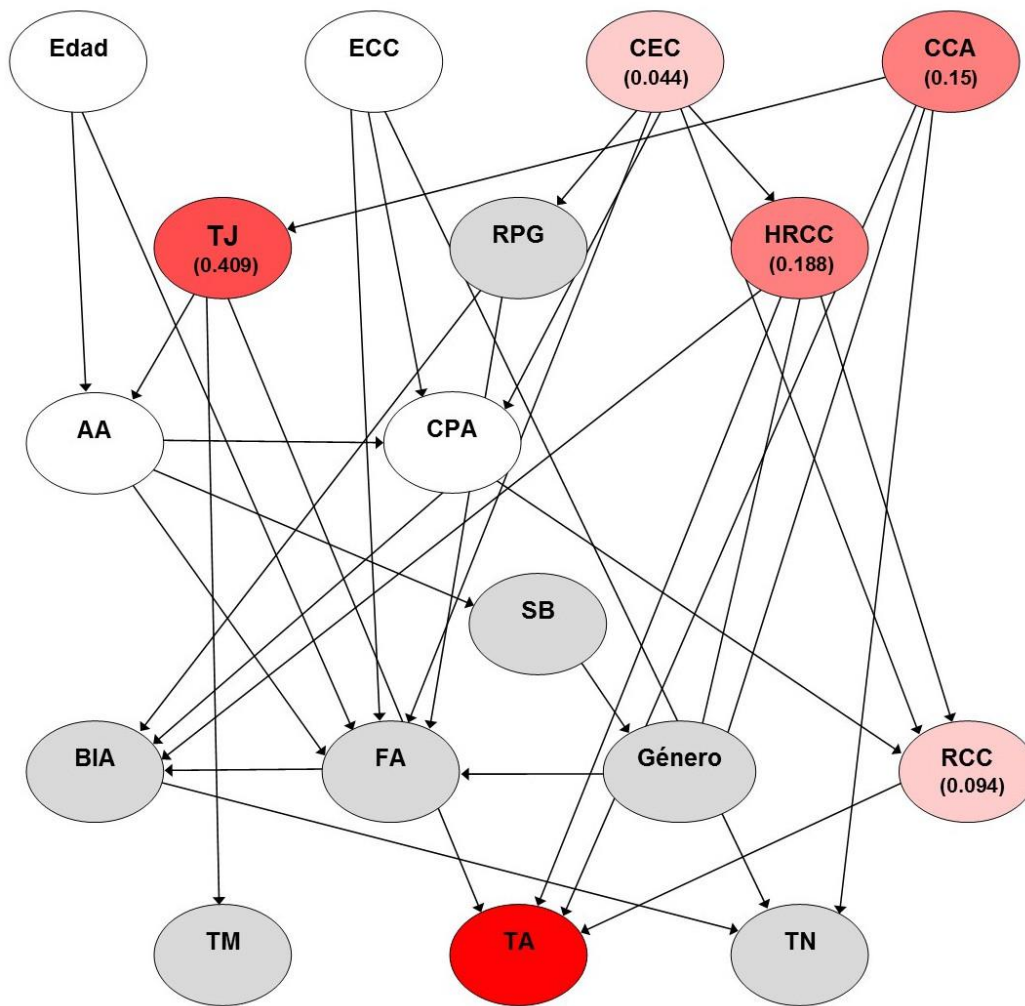


Figura 2. Red bayesiana construida con los datos de la encuesta. ECC = escuchar acerca del cambio climático; CEC = el clima del planeta está cambiando; CCA = el cambio climático nos afecta; TJ = tener jardín; RPG = reportar problemas ambientales al gobierno; HRCC = humanos responsables del cambio climático; AA = ahorrar el agua; CPA = conversar sobre problemas ambientales; SB = separar la basura por tipo; BIA = buscar información sobre cuestiones ambientales; FA = utiliza focos ahorradores; RCC = es posible remediar cambio climático; TM = tener mascota; TA = tener árboles; TN = tiempo que pasan en espacios naturales.

Para poder ver la intensidad de las relaciones entre las variables, el programa GeNIe V.2.0 permite realizar análisis de sensibilidad (Castillo, Gutiérrez y Hadi, 1997) y evaluar visualmente el grado de influencia entre las variables mediante la intensidad del color de los nodos (i.e., mayor intensidad del color, mayor efecto de la variable). En este caso, se seleccionaron como variables objetivo TA y TN, ambas en la parte inferior de la red. En la figura 3 se puede

ver el diagrama como resultado de este análisis para la variable TA. Se observa que las variables que muestran una mayor influencia en ella, son las relacionadas al cambio climático, además de una de conducta ambiental y tener jardín en sus casas (TJ). Con respecto a la variable TN (ver figura 4), esta muestra tener influencia básicamente de variables de conducta ambiental y percepción de cambio climático.

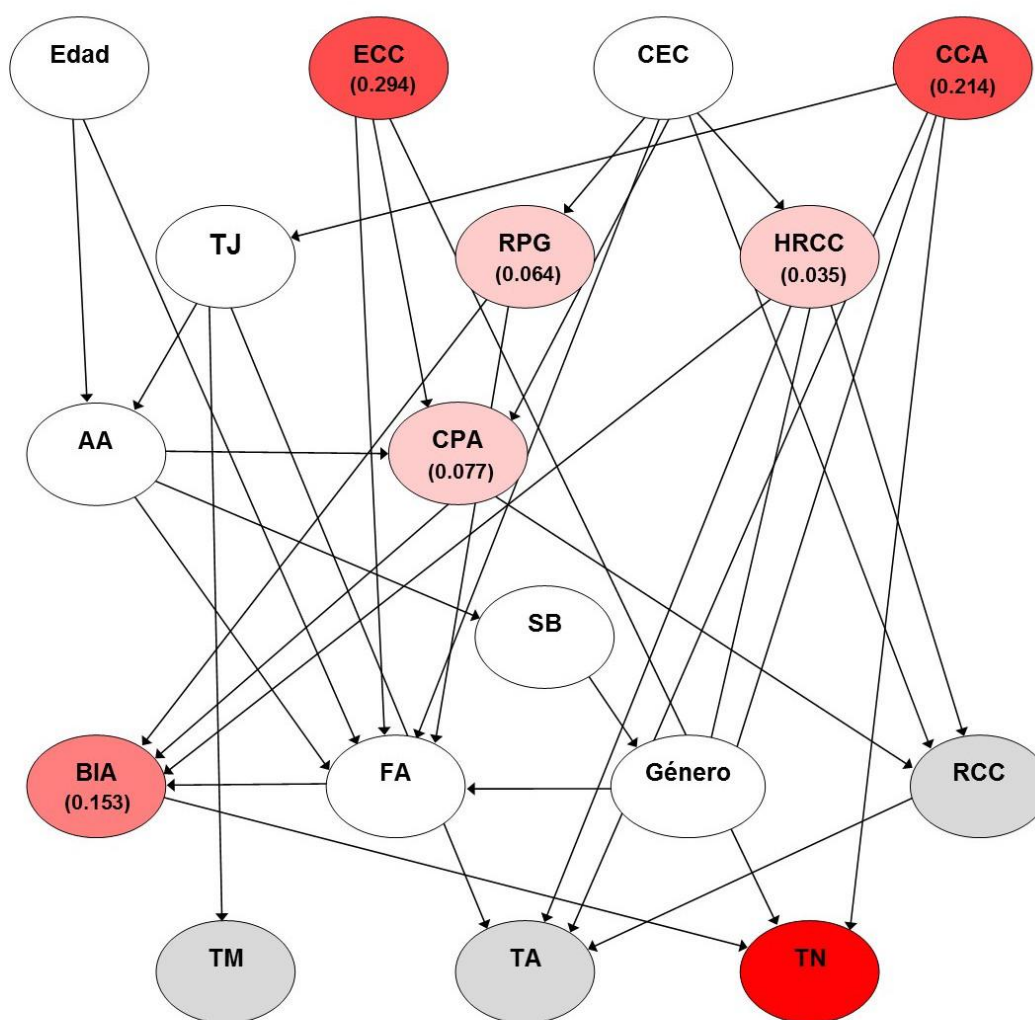


*Figura 3.* Análisis de sensibilidad para la variable Tener árboles. Los números entre paréntesis indican valores de intensidad más significativos. ECC = escuchar acerca del cambio climático; CEC = el clima del planeta está cambiando; CCA = el cambio climático nos afecta; TJ = tener jardín; RPG = reportar problemas ambientales al gobierno; HRCC = humanos responsables del cambio climático; AA = ahorrar el agua; CPA = conversar sobre problemas ambientales; SB= separar la basura por tipo; BIA = buscar información sobre cuestiones ambientales; FA = utiliza focos ahorradores; RCC = es posible remediar cambio climático; TM = tener mascota; TA = tener árboles; TN = tiempo que pasan en espacios naturales.

Por último, con la finalidad de cuantificar la intensidad de la relaciones de dependencia mencionados, se plantearon valores a algunas variables para determinar su influencia en las demás variables de la red. Los resultados que se muestran a continuación se pueden entender como los valores de probabilidad que se esperarían de las variables padres, de acuerdo al

valor que se le asigna a la variable hijo, es decir, se iría de los efectos hacia las causas.

En la tabla 2 se pueden ver los valores de probabilidad (en porcentajes) que toman diferentes variables cuando se activan al 100% el pasar tiempo en la naturaleza (0 y 30 o más minutos); tener árboles en casa y ahorrar agua.



*Figura 4.* Análisis de sensibilidad para la variable Tiempo en espacios naturales. Entre paréntesis se presentan los valores de intensidad más significativos. ECC = escuchar acerca del cambio climático; CEC = el clima del planeta está cambiando; CCA = el cambio climático nos afecta; TJ = tener jardín; RPG = reportar problemas ambientales al gobierno; HRCC = humanos responsables del cambio climático; AA = ahorrar el agua; CPA = conversar sobre problemas ambientales; SB = separar la basura por tipo; BIA = buscar información sobre cuestiones ambientales; FA = utiliza focos ahorradores; RCC = es posible remediar cambio climático; TM = tener mascota; TA = tener árboles; TN = tiempo que pasan en espacios naturales.

En todos los casos relacionados con pasar tiempo en la naturaleza, los valores de probabilidad son más altos para el “sí”, en la opción de 30 o más minutos. Las variables buscar información de problemas ambientales (BIA), reportar problemas al gobierno (RPG) y usar focos ahorradores (FA), son las que demostraron la mayor variación (en negritas). Respecto a la

variable tener árboles en casa, los resultados fueron muy parecidos, las variables TJ, AA y FA (en negritas) manifestaron un aumento cuando se tienen árboles. Finalmente, para la variable ahorrar agua, las tres variables presentan un aumento cuando se le asigna 100% a “sí” ahorrar agua (AA).

Tabla 2

Probabilidades (%) de algunas variables en función de algunas variables

En función del tiempo que se pasa en la naturaleza										
	BIA		RPG		CEC		FA		TM	
TN	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
0 min.	<b>48</b>	<b>52</b>	<b>45</b>	<b>55</b>	94	6	<b>61</b>	<b>39</b>	64	36
≥ 30 min.	<b>72</b>	<b>28</b>	<b>67</b>	<b>33</b>	98	2	<b>89</b>	<b>11</b>	65	34
En función de tener árboles en casa										
	TJ		AA		CCA		RCC		FA	
TA	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Sí	<b>91</b>	<b>9</b>	<b>81</b>	<b>19</b>	85	15	5	95	<b>64</b>	<b>37</b>
No	<b>66</b>	<b>34</b>	<b>77</b>	<b>23</b>	83	17	8	92	<b>53</b>	<b>47</b>
En función de ahorrar el agua										
	TJ		TA		FA					
AA	Sí	No	Sí	No	Sí	No				
Sí	84	16	62	38	92	8				
No	70	30	56	44	81	19				

*Nota:* TN = tiempo que pasan en espacios naturales; BIA = buscar información sobre cuestiones ambientales; RPG = reportar problemas ambientales al gobierno; CEC = el clima del planeta está cambiando; FA = utiliza focos ahorradores; TM = tener mascota; TJ = tener jardín; AA = ahorrar el agua; CCA = el cambio climático nos afecta; RCC = es posible remediar cambio climático.

### Discusión y conclusiones

Los resultados porcentuales de la encuesta mostraron que los participantes afirman tener conductas acorde con la problemática ambiental actual, como son el ahorro de energía y del agua. Estos resultados son similares a los obtenidos por Hernández y Jiménez (2010), Rivera-Jacinto y Rodríguez-Ulloa (2009). Las únicas excepciones son las preguntas de si separan la basura por su tipo y si informan sobre problemas ambientales; en su gran mayoría mencionaron no hacerlo. En el primer caso, esto se explica porque en la ciudad donde radican no se estimula a realizar esta actividad y los camiones recolectores de basura no tienen contenedores independientes donde puedan separar los diferentes tipos de desechos para su uso posterior. Este es un rezago en la región que sería importante corregir.

Algo similar se puede decir del segundo punto, donde se ha observado que las personas denuncian problemas ambientales, pero son ignorados por las autoridades, lo que posiblemente sea una de las causas de esta actitud. También demuestra cómo las políticas públicas pueden

influir negativamente en el comportamiento de las personas en términos ambientales.

Otro punto a resaltar son las respuestas de los participantes en las preguntas sobre la posesión de jardines, árboles y mascotas, ya que tuvieron respuestas afirmativas en un alto porcentaje. Así también, respecto al tiempo que pasan en espacios naturales, más del 50% afirmó estar 15 o más minutos a la semana en dichos ambientes. Esto se puede interpretar como evidencia de una necesidad de encontrarse en contacto con la naturaleza o elementos vinculados a ella, algunos autores lo han relacionado con lo que se conoce como biofilia (Sánchez, De la Garza, López y Morales, 2012). En esta propuesta teórica se maneja que los seres humanos tenemos una necesidad innata de relacionarnos con los seres vivos y ambientes naturales. Se considera que esta tendencia es una consecuencia de nuestro proceso de evolución en la naturaleza, como un recurso adaptativo y de supervivencia (Wilson, 1999), lo que es relevante pues existe evidencia que indica que las áreas naturales tienen un efecto positivo sobre nuestra salud, tanto física como mental (Beetz, Uvnäs-Moberg, Julius y Kotrschal, 2012; Berman,

Jonides y Kaplan, 2008; Fuller, Irvine, Devine-Wright, Warren y Gaston, 2007; Hartig et al., 2011). Esto sin contar con los beneficios de poseer áreas verdes en las regiones urbanas como son: la disminución de ruido, mejorar la calidad del aire, disminución de temperaturas extremas, aspectos estéticos, etcétera (Rivas, s/f; U.S. Department of Agriculture, 2003).

En cuanto a la percepción del cambio climático, los participantes mostraron altos porcentajes afirmativos, evidencia de que estarían bien informados y conscientes de la situación. Además, presentan una actitud positiva respecto a la posibilidad de hacer algo para remediar esta problemática. Esto es semejante a lo encontrado en los estudios de Fernández, Porter-Bolland y Sureda (2010), así como en los estudios de Leiserowitz et al. (2009) y Pew Research Center (2013), que indicaron que las personas tienen conciencia sobre la problemática del cambio climático. Lo que habría que preguntarse es qué propondrían hacer ellos para revertir esta situación. Muchas veces el estar al tanto de una problemática, e incluso afirmar ser positivos en poder revertir, no es garantía de que en realidad se está haciendo algo o que se tenga la intención de hacerlo (Sánchez, De la Garza y Rangel, 2013).

Respecto a la RB, esta demostró tener una validez de predicción aceptable, semejante a la que obtuvieron Torabi, Moradi y Khantaimoori (2012). Así también se pudo observar que las variables que se consideraban de conocimiento previo (sociodemográfica y las relativas al cambio climático), en su mayoría resultaron ser consideradas por la red como predictores (variables padres). Asimismo, algunas de las variables de conducta terminaron siendo variables hijo o de predicción, esto era algo predecible y demuestra que el algoritmo utilizado fue el adecuado.

En cuanto a la dependencia de las variables, se pudo determinar que algunas logran ser buenos predictores de conductas proambiental, como es el caso de las variables de percepción sobre el cambio climático, las cuales indican una influencia importante en las variables de poseer árboles, mascotas o pasar tiempo en ambientes naturales. Pero cabe destacar que también poseen cierta dependencia de otras variables de conducta,

como por ejemplo, ahorrar agua, utilizar focos ahorradores, buscar información de problemas ambientales, etcétera. Esto indicaría que no solo es necesario tener información de los problemas ambientales, sino que el realizar ciertas acciones proambientales, coadyuvan a la realización de otras. Dichos hallazgos concuerdan con lo mencionado por Hassan et al. (2009), que para llegar a resolver los problemas ambientales se requiere tanto del conocimiento como de la actitud hacia el entorno.

Por otro lado, las variables poseer árboles y utilizar luces ahorradoras fueron las que mostraron tener la mayor cantidad de variables padres, lo cual estaría indicando que son condiciones muy complejas, que dependen de una variedad de factores para que puedan darse. Esto debería ser considerado en futuras investigaciones que indaguen en mayor profundidad.

Al cuantificar las relaciones, se pudo observar que para la variable poseer árboles en la casa, la variable de conducta ambiental mostró tener una influencia importante. En particular la variable tener jardín exhibió el cambio más notable. De igual manera, la variable usar focos ahorradores expuso un cambio importante, reflejando una coherencia con respecto a la problemática ambiental, lo que sugiere que las personas que perciben la existencia de un problema ambiental los lleva a realizar algunas acciones para proteger el ambiente, como lo afirman Brody et al. (2004).

En el caso de la variable del tiempo que pasan en espacios naturales, solo una variable de percepción de cambio climático resultó ser de influencia, el resto fueron variables de conducta. Esto indicaría que el tiempo que se pasa en espacios naturales depende más de aspectos relacionados a la conducta que a la percepción. Por último, la variable cuidar el agua mostró una influencia importante en las variables tener jardín y tener árboles. Esto podría estar indicando que las personas que tienen jardines tendrían una mayor conciencia respecto al uso del agua. Estos resultados son semejantes a los obtenidos por López y García (2007) quienes han detectado la relación entre las variables del comportamiento ecológico, valores y actitudes hacia el entorno utilizando las RB como forma de análisis.



Dentro de las limitaciones de la presente investigación, podemos plantear que la muestra de participantes está restringida a estudiantes de dos escuelas de una ciudad muy específica y contempla un número reducido de sujetos medidos. Sería deseable replicar este estudio en otras áreas (e.g., otras ciudades), otras poblaciones (e.g., adultos no estudiantes, niños, etc.) y muestras de mayor tamaño, para contrastar la estabilidad de los resultados aquí presentados; y comparar los hallazgos utilizando otros instrumentos de medida y evaluar las motivaciones de las respuestas observadas.

En resumen, se puede concluir que este estudio entrega luces sobre las conductas ambientales de los estudiantes y sus conocimientos con diversas temáticas específicas, logrando delimitar con claridad algunas las relaciones de dependencia e interdependencia entre fenómenos, gracias al uso de la técnica de RB que ha mostrado ser una herramienta útil para analizar fenómenos complejos y una alternativa viable a los tradicionales métodos de estadística frecuentista.

### Referencias

- Aguilera, P. A., Fernández, A., Reche, F. y Rumí, R. (2010). Hybrid bayesian network classifiers. Application to species distribution models. *Environmental Modelling & Software*, 25, 1630-1639.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.04.016>
- Amérigo, M., Aragonés, J., De Frutos, B., Sevilano, V. y Cortés, B. (2007). Underlying dimensions of ecocentric and anthropocentric environmental beliefs. *Spanish Journal of Psychology*, 10(1), 97-103.  
<http://dx.doi.org/10.1017/S1138741600006351>
- Barraza, L. y Ceja-Adame, M. P. (2003). Los niños de la comunidad: su conocimiento ambiental y su percepción sobre "naturaleza". En A. Velásquez, A. Torres y G. Bocco (Eds.), *Las Enseñanzas de San Juan: investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales* (pp. 371-398). México: INE Semarnat.
- Barriero, F. J. M., López, C. M. A., Losada, P. F. y Ruza, S. E. (2002). Análisis de las dimensiones cognoscitivas y afectivas del comportamiento ecológico del consumidor. *Revista Gallega de Economía*, 11(2), 1-21.
- Beetz, A., Uvnäs-Moberg, K., Julius, H. y Kotrschal, K. (2012). Psychosocial and psychophysiological effects of human-animal interactions: The possible role of oxytocin. *Frontiers in Psychology*, 3(234), 1-15.  
<http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00234>
- Berman, M. G., Jonides, J. y Kaplan S. (2008). The cognitive benefits of interacting with nature. *Psychological Science*, 19(12), 1207-1212.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02225.x>
- Blodgett, J. G. y Anderson, R. D. (2000). A bayesian network model of the consumer complaint process. *Journal of Service Research*, 2(4), 321-338.  
<http://dx.doi.org/10.1177/109467050024002>
- Breckler, S. J. (1984). Empirical validation of affect, behavior, and cognition as distinct components of attitude. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47, 1191-1205.  
<http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.47.6.1191>
- Brody, S. D., Highfield, W. y Alston, L. (2004). Does location matter?: Measuring environmental perceptions of creeks in two San Antonio watersheds. *Environment and Behavior*, 36(2), 229-250.  
<http://dx.doi.org/10.1177/0013916503256900>
- Castillo, E. F., Gutiérrez, J. M. y Hadi, A. S. (1997). Sensitivity analysis in discrete Bayesian networks. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, 27(4), 412-423.  
<http://dx.doi.org/10.1109/3468.594909>
- Cerda, U. A., García, P. L., Díaz, M. M. y Nuñez, N. C. (2007). Perfil y conducta ambiental de los estudiantes de la Universidad de Talca. Chile. *Panorama Socioeconómico*, 25(35), 148-159.



- Corraliza, J. A., Berenguer, J., Moreno, M. y Martín, R. (2005). La investigación de la conciencia ambiental. En R. Castro (Coord.), *Un enfoque psicosocial. Persona, sociedad y medio ambiente. Perspectivas de la investigación social de la sostenibilidad* (pp. 106-120). Andalucía: Egon-di, Artes Gráficas, S. A.
- Decision Systems Laboratory. (2014). GeNie & SMILE (Versión 2.0) [Software]. Recuperado de <http://genie.sis.pitt.edu>
- Eagly, A. H. y Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Fort Worth, TX: Harcourt Brace Jovanovich.
- Fernández, T. R., Porter-Bolland, L. y Sureda, N. J. (2010). Percepciones y conocimientos ambientales de la población infantil y juvenil de una comunidad rural de Veracruz, México. *Revista de Educación y Desarrollo*, 12, 35-43.
- Fuller, R. A., Irvine, K. N., Devine-Wright, P., Warren, P. H. y Gaston, K. J. (2007). Psychological benefits of green space increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3, 390-394. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2007.0149>
- Hartig, T., Van den Berg, A. E., Hagerhall, C. M., Tomalak, M., Bauer N., Hansmann, R., ...Waaseth, G. (2011). Health benefits of nature experience: Psychological, social and cultural processes. En K. Nilsson et al. (Eds.), *Forests, trees and human health* (pp. 127-168). New York: Springer Science+Business Media B.V. [http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9806-1\\_5](http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9806-1_5)
- Hassan, A., Juahir, H. y Jamaludin, N. S. (2009). The level of environmental awareness among students to fulfill the aspiration of national philosophy of education. *American Journal of Scientific Research*, 5, 50-58.
- Hernández, R. L. M. y Jiménez, V. G. (2010). Actitudes y comportamiento ambiental del personal del área de conservación marina Isla del Coco, Costa Rica. *Biocenosis*, 23(1), 2-13.
- Jiang, X. y Cooper, G. F. (2010). A Bayesian spatio-temporal method for disease outbreak detection. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 17, 462-471. <http://dx.doi.org/10.1136/jamia.2009.000356>
- Kahn, C. E. Jr., Roberts, L. M., Shaffer, K. A. y Haddawy, P. (2004). Construction of a Bayesian network for mammographic diagnosis of breast cancer. *Computers in Biology and Medicine*, 27(1), 19-29. [http://dx.doi.org/10.1016/S0010-4825\(96\)00039-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0010-4825(96)00039-X)
- Kemperman, A. y Timmermans, H. (2014). Environmental correlates of active travel behavior of children. *Environment and Behavior*, 48(5), 583-608. <http://dx.doi.org/10.1177/0013916512466662>
- Kock, M. (2008). *Weather forecasting using dynamic Bayesian networks*. Recuperado de [http://people.cs.uct.ac.za/~phaingura/thesis/matt\\_dbn\\_report.pdf](http://people.cs.uct.ac.za/~phaingura/thesis/matt_dbn_report.pdf)
- Leiserowitz, A., Maibach, E. y Roser-Renouf, C. (2009). *Climate change in the American mind*. Recuperado de [http://webdev.p2061.org/events/meetings/climate2010/includes/media/presentations/Leiserowitz\\_AAAS-NSF2.pdf](http://webdev.p2061.org/events/meetings/climate2010/includes/media/presentations/Leiserowitz_AAAS-NSF2.pdf)
- López, P. J. (2012). Cómo construir y validar redes bayesianas con netica. *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*, 17(1), 1-17.
- López, P. J. y García, G. J. (2007). Valores, actitudes y comportamiento ecológico modelados con una red bayesiana. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 8(1 y 2), 159-175.
- López, P. J., García, G. J., De la Fuente, L. y De la Fuente, E. I. (2007). Las redes bayesianas como herramienta de modelado en psicología. *Anales de Psicología*, 23, 307-316.
- Maza, G. C. (2013). *Comportamiento ambiental responsable de la ciudadanía*. Recuperado de [http://www.cepal.org/rio20/noticias/noticias/3/51573/03.Cristobal\\_de\\_la\\_Maza.pdf](http://www.cepal.org/rio20/noticias/noticias/3/51573/03.Cristobal_de_la_Maza.pdf)
- Ordóñez, G. C., Matías, J. M., Rivas, T. y Baste, F. G. (2009). Reforestation planning using Bayesian networks. *Environmental Model-*

- ling & Software, 24, 1285-1292.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.05.009>
- Pearl, J. (1986). Fusion, propagation, and structuring in belief networks. *Artificial Intelligence*, 29, 241-288.  
[http://dx.doi.org/10.1016/0004-3702\(86\)90072-X](http://dx.doi.org/10.1016/0004-3702(86)90072-X)
- Pearl, J. (1988). *Probabilistic reasoning in intelligent systems: Networks of plausible inference*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann.
- Pew Research Center. (2013). *Climate change and financial instability seen as top global threats*. Recuperado de  
<http://www.pewglobal.org/files/2013/06/Pew-Research-Center-Global-Attitudes-Project-Global-Threats-Report-FINAL-June-24-20131.pdf>
- Pourret, O., Naim, P. y Marcot, B. (2008). Preface. En O. Pourret, P. Naim y B. Marcot (Eds.), *Bayesian networks. Practical guide to applications* (pp. 11-12). England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Rivas, T. D. (s/f). *Beneficios de los árboles urbanos*. Recuperado de  
[http://www.rivasdaniel.com/Pdfs/Beneficios\\_Arboles\\_Urbanos.pdf](http://www.rivasdaniel.com/Pdfs/Beneficios_Arboles_Urbanos.pdf)
- Rivera-Jacinto, M. y Rodríguez-Ulloa, C. (2009). Actitudes y comportamientos ambientales en estudiantes de enfermería de una universidad pública del norte de Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(3), 338-342.
- Sánchez, M. M. P., De la Garza, G. A., López, R. E. O. y Morales, M. G. E. (2012). Escala de preferencia ambiental (EPA): una propuesta para medir la relación entre individuos y su ambiente. *International Journal of Psychological Research*, 5(2), 66-76.
- Sánchez, M. M. P., De la Garza, G. A. y Rangel, S. M. L. (2013). Study on the emotional valence of environmental concepts using affective priming technique. *International Journal of Psychological Research*, 6(2), 50-58.
- Sosa, M., Alcalá, J., Soto, R., Lebgue, T. y Quintana, C. (2008). Percepción ambiental de estudiantes universitarios a través de variables medioambientales. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 4(2), 178-184.
- Stern, P. (2000). New environmental theories: Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56(3), 407-426.  
<http://dx.doi.org/10.1111/0022-4537.00175>
- Torabi, R., Moradi, P. y Khantaimoori, A. R. (2012). Predict student scores using Bayesian networks. *Social and Behavioral Sciences*, 46, 4476-4480.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.280>
- University of Florida. (2014). *Florida backyard wildlife habitat program: Questionnaire*. Recuperado de  
[http://duval.ifas.ufl.edu/pdf/lawn\\_and\\_garden/Wild\\_Life\\_Habitat\\_Application.pdf](http://duval.ifas.ufl.edu/pdf/lawn_and_garden/Wild_Life_Habitat_Application.pdf)
- U.S. Department of Agriculture. (2003). *Benefits of urban trees. Urban and community forestry: Improving our quality of life*. Recuperado de  
[http://www.rivasdaniel.com/Articulos/Dasonomia/Beneficios\\_arboles.pdf](http://www.rivasdaniel.com/Articulos/Dasonomia/Beneficios_arboles.pdf)
- Vargas-Mendoza, J. E., Maldonado-Aragón, M. S., Cruz-Clemente, M. E. y Aguilar-Morales, J. E. (2012). Actitudes y comportamientos ambientales en estudiantes de psicología y de arquitectura en la ciudad de Oaxaca, México. *Centro Regional de Investigación en Psicología*, 6(1), 7-12.
- Wilson, E. O. (1999). Biophilia and the conservation ethic. En S. R. Kellert y E. O. Wilson (Eds.), *The biophilia hypothesis* (pp. 31-41). Washington, DC: Island Press /Shearwater Books.

Fecha de recepción: 4 de julio de 2014  
Fecha de aceptación: 11 de agosto de 2014