



Uso de experimentos de elección y modelos híbridos para estudiar la  
valoración económica del riesgo de mortalidad por COVID-19 y  
contaminación atmosférica en Colombia

(Using Choice Experiments and Hybrid Models to Study the Economic Valuation of  
Mortality Risk from COVID-19 and Air Pollution in Colombia)

Tesis para optar por el título de Magister en Ciencias Económicas

Por:

Ricardo Moreno Álvarez

Director:

Sergio Alonso Orrego Suaza, PhD

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Humanas y Económicas

Medellín, Colombia

2021

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia un profundo agradecimiento por haberme dado tanto cuando más lo he necesitado. A mí director y maestro Sergio Orrego por su incansable acompañamiento y haberme mostrado la luz en medio de la oscuridad. A Manuel Barrientos por su paciencia e inmensa ayuda en la dirección metodológica.

A la Facultad de Ciencias Humanas y Económicas por brindarme la beca que me permitió seguir siendo parte de esta amada institución.

Al programa *Environment for Development (EfD)* y a la financiación que proporcionó el proyecto de investigación *Willingness to pay for reducing mortality risk caused by air pollution in urban areas: A South-South multi-country estimation*, cuyo investigador principal fue el profesor Felipe Vásquez Lavin de la Universidad del Desarrollo, Chile. El proyecto de investigación proporcionó la financiación necesaria para realizar la encuesta que permitió obtener los datos para la presente investigación.

A mi amada familia, mil gracias por el apoyo incondicional. A mi pequeño Emiliano, fiel testigo, gracias por esa sonrisa que me ha impulsado a estar de pie. A mi padre por haberme enseñado las mejores vías y nunca haber dudado de mí. Les debo todo lo que soy.

*Si los dioses nos abandonaron, peor para los dioses.  
La soledad de los cielos está llena de promesas humanas, y  
la tierra es el porvenir del hombre, su alegre morada y su  
repose. Nada termina nunca, nada empieza.*

*Gonzalo Arango*

## Resumen

Este estudio utiliza un experimento de elección, basado en la teoría de la utilidad, para investigar las preferencias individuales relacionadas con el riesgo de mortalidad asociado con la exposición a la contaminación atmosférica. Precio, duración y costo se utilizan como atributos para analizar las preferencias individuales. A través de una encuesta representativa, se recopilaron directamente datos sociodemográficos y psicométricos de los encuestados. La inclusión de variables psicológicas en un modelo de clases latentes permitió capturar información individual no observable. Los resultados indican que un modelo híbrido mejora significativamente las estimaciones en comparación con un modelo que no incluye clases latentes diferenciadas por perfiles psicológicos. La primera clase (71% de la población) tiende a preferir escenarios donde las políticas públicas mitiguen el riesgo de mortalidad por contaminación atmosférica, mientras que la segunda clase (29% de la población) tiende a no preferir la intervención estatal. La probabilidad de participar en programas de políticas públicas destinados a reducir el riesgo de mortalidad por contaminación atmosférica aumenta con la estabilidad laboral, los niveles más altos de miedo y la percepción de evitabilidad.

Palabras clave del autor: Experimentos de elección discreta; Clases latentes; Contaminación atmosférica; Preferencias de riesgo; Economía del comportamiento.

Clasificación JEL: B21; C01; D01; Q5; Q53.

## Abstract

A choice experiment, based on utility theory, was used to study individual preferences of associated with the risk of mortality because of exposition to air pollution. Price, duration, and cost were the attributes used to examine the individual preferences. Sociodemographic and psychometric information was directly elicited from the respondents by using a representative survey. The inclusion of psychological variables in a latent class model allows to capture unobservable individual information. The results suggest that a hybrid model substantially improves the estimates of a model in which two latent classes were included and differentiated based on two psychological profiles. The first class (71% of the population) is more likely to prefer scenarios where the application of public policies reduces the risk of mortality due to air pollution, compared to a second class (29% of the population) that is more likely not to prefer state intervention. The probability of being part of a public policy program aimed at reducing the risk of death due to air pollution increases by having job stability, higher levels of fear and perception of avoidability.

*Author's key words:* Discrete choice experiment; Latent class analysis; Atmospheric pollution; Risk preferences; Economic behavior.

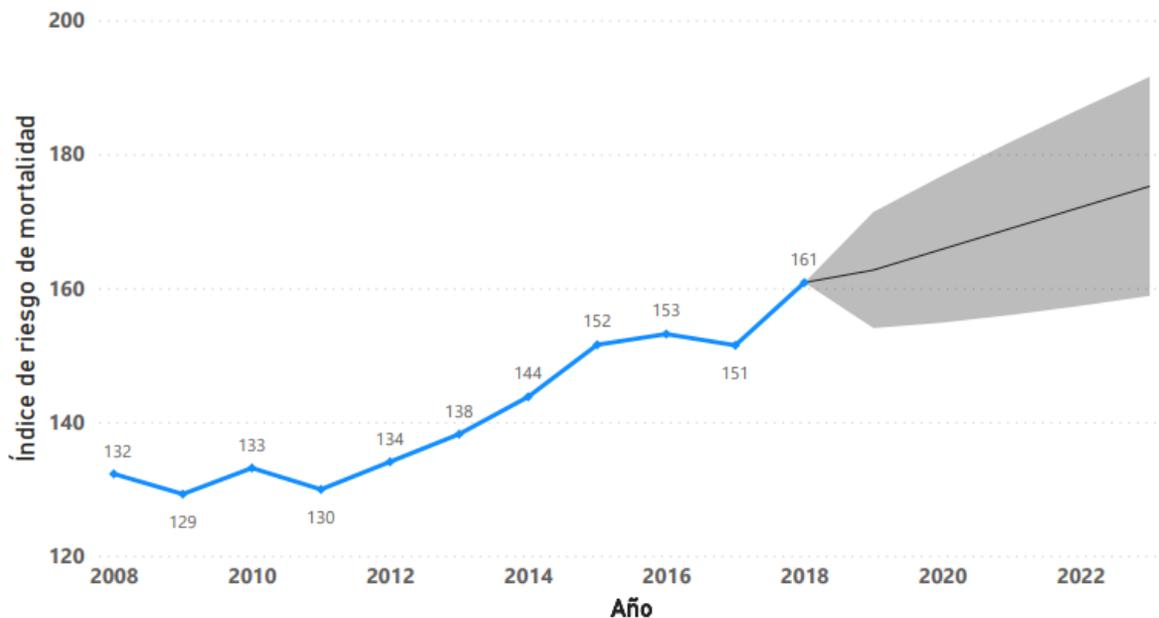
*JEL classification:* B21; C01; D01; Q5; Q53.

## Contenido

I.	Planteamiento del problema .....	5
II.	Objetivos .....	7
	Objetivo general .....	7
	Objetivos específicos .....	7
III.	Estado del arte .....	8
	El riesgo ambiental y su percepción .....	8
	Modelos de elección híbridos .....	11
IV.	Marco teórico .....	14
	Teoría sociológica o cultural del riesgo .....	14
	Teoría psicológica del riesgo .....	14
V.	Hipótesis .....	16
VI.	Metodología .....	16
	Encuesta .....	16
	Diseño experimental .....	17
	Variables empleadas .....	18
	Construcción del perfil psicológico y cultural .....	20
	Modelos estimados .....	21
VII.	Resultados .....	22
VIII.	Conclusiones .....	26
	Bibliografía .....	28
	Anexos .....	34
	Anexo 1. Encuesta .....	34
	Anexo 2. Entrenamiento en probabilidades para los encuestados .....	48

## I. Introducción

La contaminación atmosférica y la reciente pandemia ocasionada por el síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2) han aumentado el número de muertes atribuibles a factores ambientales. En Colombia se registraron para el año 2016 un total de 15.681 muertes por enfermedades con carga atribuible a la mala calidad del aire (INS, 2018), y más de 120.000 muertes por el COVID-19 en el período 2019-2021 (INS, 2022). En un lapso de 10 años, período 2008-2018, el índice de riesgo de mortalidad por contaminación atmosférica en Colombia, expresado por 100 mil habitantes, se incrementó en 21,97% (Figura 1).



**Figura 1.** Índice de riesgo de mortalidad por contaminación atmosférica en Colombia (2008-2018). El índice se expresa por 100 mil habitantes. El área sombreada corresponde al intervalo de proyección hasta el año 2023. Fuente: elaboración propia

El riesgo de morir por factores ambientales se ha incrementado por la exposición a la contaminación atmosférica, pero también por la posibilidad de contagiarse con COVID-19. Estos son riesgos que perjudican directamente a las personas, afectan su bienestar y podrían incluso ocasionar la muerte. Esto lleva a la necesidad de mitigar estas indeseables consecuencias mediante políticas públicas y la intervención del gobierno.

Los riesgos ambientales requieren regulación por una autoridad supraindividual, ya que ocasionan daños a personas que son ajenas a la causa que origina el riesgo (SCOPE, 1980). Es importante mencionar que los riesgos ambientales no consideran elecciones individuales y voluntarias, como aquellas cuando un individuo decide subirse a una escalera, o conducir una motocicleta. En los

riesgos derivados de decisiones individuales, el daño se puede reducir con la prevención y campañas de educación, y no con la regulación.

La magnitud de los riesgos ambientales está relacionada con la forma en que las personas se comportan frente a los peligros. La mortalidad debida a factores ambientales está influenciada por la percepción que tienen los individuos sobre el riesgo. El estudio de las percepciones sobre el riesgo permite entender cómo las personas enfrentan los peligros (Pidgeon, 1998; Renn, 2004; Nelson et al. 2009). Además, tras develar el comportamiento que las personas exhiben frente al riesgo se pueden predecir acciones futuras (Rosa et al., 2013).

Las reducciones en el riesgo de morir prematuramente se pueden valorar económicamente mediante el uso de métodos de preferencias declaradas (Krupnick et al., 2002). En un experimento de elección, en el cual los individuos declaran sus preferencias al elegir uno de los escenarios hipotéticos de riesgo con distintos costos monetarios, se obtiene el valor económico promedio de los atributos que caracterizan cada escenario. No obstante, las preferencias declaradas en un experimento de elección dependen de las percepciones que poseen las personas sobre el tipo de riesgo analizado. Al analizar las variaciones en las preferencias se pueden determinar los cambios en las valoraciones económicas del riesgo ambiental. Esto permite determinar cambios en la disposición a pagar por programas de política pública orientados a la reducción de riesgos ambientales.

Sin embargo, la disposición a pagar por los programas de política pública es influenciada por características psicológicas o culturales de las personas (Slovic et al., 2005; Tilt, 2006; Yun et al., 2010). Esta investigación tiene como propósito el estudio de los cambios en las percepciones sobre el riesgo de morir por factores ambientales. Específicamente, el riesgo de morir por eventos ambientales como la contaminación atmosférica o el COVID-19, dos causas relevantes de mortalidad en América en la última década (OMS, 2020; 2022).

El aumento en el riesgo de morir por factores ambientales (COVID-19 y contaminación atmosférica) presupone un cambio en las percepciones individuales sobre el riesgo (Li & Zhou, 2020). El desconocimiento de nuevas percepciones (valoraciones) sobre este tipo de riesgos limita, al no conocer el valor que los sujetos le otorgan a la reducción en el riesgo, la comparación entre los beneficios y los costos económicos de una política orientada a reducir el número de muertes por factores ambientales.

Existen dos teorías que explican los determinantes de los cambios en las percepciones individuales del riesgo: la psicología cognitiva y la teoría cultural (Gigerenzer, 2015). Estas plantean, respectivamente, que las condiciones subjetivas y las construcciones sociales son los determinantes de las percepciones de los individuos sobre el riesgo. La inclusión en los experimentos de elección de información psicológica y sociológica no observable, como se hace

en modelos de elección híbrida, permite obtener estimaciones más robustas de la disponibilidad a pagar (Walker & Ben-Akiva, 2002; Bolduc et al., 2008).

La presente investigación, la cual es pionera en Colombia, analiza con un experimento de elección las percepciones de riesgo ambiental mediante variables latentes psicométricas y sociométricas. Es decir, la investigación usa fundamentos de la psicología cognitiva y la teoría cultural para compararlas de forma empírica. La obtención de información no observable, como características psicológicas y culturales, se hace mediante la inclusión de variables latentes obtenidas de una encuesta adecuadamente diseñada y aplicada. El modelo conceptual que relaciona la información obtenida en la encuesta con la teoría microeconómica es el de la utilidad aleatoria (Manski, 1977). Este modelo supone que las elecciones son dadas por individuos racionales. Finalmente, una investigación sobre las valoraciones económicas marginales del riesgo ambiental de morir por contaminación o COVID-19, usando métodos de elección híbrida, no se ha realizado antes en Colombia.

## **II. Objetivos**

### **Objetivo general**

Identificar mediante un modelo econométrico de elección híbrida los principales determinantes de las percepciones sobre el riesgo de morir por factores ambientales en Colombia, específicamente por contagio de COVID-19 y exposición a contaminación atmosférica.

### **Objetivos específicos**

Inferir mediante un análisis de clases latentes las valoraciones económicas de las personas sobre distintos niveles de riesgo ambiental.

Caracterizar el perfil psicológico y cultural de las personas con el uso de información psicométrica y sociométrica recopilada a personas encuestadas en un experimento de elección híbrida.

Establecer relaciones entre las valoraciones económicas de las reducciones del riesgo de mortalidad por factores ambientales y las características psicológicas y culturales de las personas.

### III. Estado del arte

#### El riesgo ambiental y su percepción

El medio ambiente se entiende como las condiciones y elementos externos que rodean, influyen y afectan la vida y el desarrollo de un organismo humano o de una población (Kearney, 2006). El riesgo ambiental, por su parte, se define como el daño que ocasionan factores ambientales a las personas, los cuales no se asumen de manera voluntaria y cuyo origen es natural, espontáneo o como consecuencia de una acción humana (SCOPE, 1980). Por causar daños a personas que no necesariamente tienen una responsabilidad directa en la generación del factor ambiental que origina el problema de salud pública, estos riesgos han sido objeto de regulación estatal (SCOPE, 1980).

Aquellas características ambientales que aumentan la probabilidad de causar la muerte se conocen como factores de riesgo ambiental (Rojas-Rueda et al., 2021). Los factores de riesgo ambiental han sido ampliamente definidos y clasificados en estudios previos. En un metaanálisis en el cual se analizaron 1.266 artículos, se identificaron 65 factores de riesgo ambiental, los cuales se clasificaron en contaminación del aire, humo de tabaco, productos químicos, exposiciones físicas (frio, calor, ruido, etc.) y entornos residenciales (Rojas-Rueda et al., 2021). El COVID-19, al tener un origen animal según análisis genómicos (Li et al., 2020), transmitirse por el ambiente mediante micropartículas, y haber generado una disrupción ambiental de naturaleza antrópica (Diffenbaugh et al., 2020), se considera como un factor de riesgo ambiental.

Estudios previos han propuesto indicadores para cuantificar el riesgo ambiental de exposición a futuras epidemias de agentes virales similares al COVID-19 (Coccia, 2020). Se ha encontrado que los factores que determinan la transmisión de enfermedades infecciosas son la densidad poblacional (Kucharski et al., 2020), la tasa previa de mortalidad por enfermedades cardiorrespiratorias (Amoatey et al., 2019), la contaminación del aire (Coccia, 2020; Martelletti & Martelletti, 2020), y la estabilidad atmosférica medida con la velocidad del viento (Eslami & Jalili, 2020). Todos estos son factores de riesgo ambiental.

Estudios previos muestran cómo la modificación en las condiciones del riesgo provoca cambios en las valoraciones económicas por cambios marginales en el riesgo (Rosenzweig & Binswanger, 1993). Además, cómo las preferencias por el riesgo varían por cambios en las características de los mercados (Palacios & Santos, 2004), por guerras civiles (Voors et al., 2012), por cambios macroeconómicos (Malmendier & Nagel, 2011), y por características psicológicas (Barrientos, 2019).

En China se encontraron evidencias de las relaciones entre la exposición a la contaminación, las condiciones socioeconómicas y la mayor percepción de riesgo, además de una tendencia creciente en los niveles de preocupación por la exposición a la contaminación atmosférica (Tilt, 2006; Huang et al., 2017; Li & Zhou, 2020). En Estados Unidos se encontró que la información que circula en los

medios de comunicación se relaciona con la percepción del riesgo (Wen et al., 2009; Mirabelli et al., 2020). Además, algunas investigaciones previas no encontraron relaciones entre los niveles de contaminación atmosférica y los cambios en las percepciones de riesgo (Brody et al., 2004; Semenza et al., 2008; Gany et al., 2017; Reames & Bravo, 2019; Ueberham et al., 2019).

La expansión del COVID-19 y la contaminación atmosférica constituyen riesgos que podrían inducir cambios en las preferencias sobre el riesgo de mortalidad por factores ambientales. Esto lleva a la necesidad de proponer y valorar las reducciones de factores de riesgo ambiental mediante políticas públicas (Ashenfelter, 2011). Los experimentos de elección, la metodología que se emplea en esta investigación, permiten conocer las valoraciones económicas por cambios en los niveles de riesgo ambiental.

Las percepciones de riesgo están determinadas por múltiples factores, los cuales pueden presentarse simultáneamente y reforzarse (complementarios), o competir entre ellos (excluyentes). Acerca de los factores excluyentes, algunas de las relaciones establecidas previamente son las siguientes (Ropeik, 2020):

- 1) Confianza – Falta de confianza: cuanto más se confíe en las personas que estudian, informan, gestionan o protegen a las personas de un riesgo, menos miedo se tiene.
- 2) Impuesto – Voluntario: las exposiciones voluntarias a un riesgo generan menos miedo que aquellas impuestas.
- 3) Natural – Hecho por el hombre: se teme más a los riesgos ocasionados por el hombre, como los pesticidas, que a los riesgos naturales como la exposición a la radiación solar.
- 4) Catastrófico – Crónico: se teme más a factores que ocasionan la muerte de manera repentina o violenta.
- 5) Temible: cuando el resultado de un riesgo es peor en términos visuales, siendo mayor el riesgo cuando se observa que una persona es devorada por un tiburón.
- 6) Dificultad de entenderlo: cuanto más difícil es el entendimiento de un riesgo, como la exposición a la energía nuclear, mayor temor genera.
- 7) Incertidumbre: entre más incertidumbre exista, más temor causará ese riesgo, como es el caso de los implantes de silicona mamarios.
- 8) Familiar – Nuevo: cuando un riesgo es nuevo más temor genera; aquellos países que padecieron durante más tiempo la enfermedad de las vacas locas, menos preocupación tuvieron por ese tipo de amenazas.
- 9) Conciencia – Víctima conocida: documentarse o haber vivido un tipo de riesgo en específico, causas más temor.
- 10) Generaciones futuras: se teme más sobre los riesgos a los niños que a los ancianos.
- 11) Control – No control: al sentir que se puede controlar el resultado de un peligro menos miedo se tendrá sobre este.

Además de los factores excluyentes, existen factores de riesgo complementarios, siendo aquellos que de manera conjunta agudizan el temor sobre un riesgo. La conciencia sobre los riesgos y el tiempo del factor de riesgo en el ambiente son condiciones complementarias. El miedo al virus del

Nilo Occidental es mayor en áreas donde hay más conciencia sobre sus riesgos, lo que se refuerza con el hecho de ser nuevo (Ropeik, 2020). En comparación, el miedo a la contaminación del aire es menor a causa de ser crónico y por haber una conciencia baja sobre sus riesgos (Ropeik, 2020). La existencia de factores de riesgo complementarios motiva el estudio conjunto del COVID-19 y la contaminación atmosférica, como factores que incrementan el temor a los peligros ambientales.

El número de estudios empíricos sobre la percepción de riesgo por exposición a contaminación atmosférica han incrementado durante la última década. En una revisión sistemática de las investigaciones sobre la percepción del riesgo por exposición a contaminación atmosférica, período 2000-2020, se encontró que 80% se han realizado en los últimos 4 años (Cori et al., 2020). El conocer las percepciones del riesgo permite anticipar el comportamiento de las personas ante la contaminación y predecir acciones futuras (Rosa et al., 2013). No obstante, la literatura no parece haber abordado el cambio en las preferencias de los individuos por el riesgo ambiental, relacionado con la transmisión de COVID-19 o la exposición a la contaminación atmosférica, empleando variables latentes psicológicas y culturales. Esto si se considera que la percepción del riesgo no podría derivarse de una decisión racional, dado que en esta se combinan aspectos emocionales e intuitivos

Las percepciones, representadas en las características psicológicas y culturales de una persona, no son observables. En muchos casos esto impide tener plena conciencia sobre ellas, incluso para las mismas personas. Contar con información incompleta acerca de las preferencias sobre el riesgo limita la capacidad de predecir acciones futuras que realizarán los individuos ante un peligro como la contaminación o la expansión de un virus.

Identificar las personas que temen o se preocupan más, o quiénes tienen un mayor grado de conciencia sobre un riesgo ambiental, permite que las acciones de política pública sean más eficaces. A manera de ejemplo, si el objetivo de una política pública es aumentar el autocuidado en las personas, generando mayor conciencia sobre algún riesgo ambiental, será de utilidad conocer cómo varía el grado de temor o preocupación ante las distintas características sociodemográficas de la población, para focalizar sus acciones hacia aquellos que son más propensos a no preocuparse y, por lo tanto, a no realizar acciones de autocuidado. Establecer relaciones entre el nivel de temor o preocupación ocasionado por un riesgo (variables latentes) y las características sociodemográficas de una población (variables observadas) se realiza mediante el desarrollo de modelos híbridos.

Las variables latentes se han usado en estudios sobre percepción de riesgo (Ashok et al., 2002; Walker & Ben-Akiva, 2002; Potoglou et al., 2015). Este enfoque híbrido plantea la necesidad de establecer una relación entre indicadores psicométricos y las elecciones individuales, ya que estas están afectadas por variables latentes (Daly et al., 2012; Bhat & Dubey, 2014; Potoglou et al., 2015). Mao et al. (2020) analizaron, mediante 14 indicadores psicométricos y cuatro variables latentes, la disponibilidad a pagar por políticas que mejoran la calidad de aire, encontrando una correlación negativa entre la aceptabilidad del riesgo y las mujeres, la sensación de riesgo y una mayor disponibilidad a pagar. Grima et al. (2021) estudiaron la percepción y la actitud sobre el

riesgo con relación a la definición del riesgo en la pandemia del COVID-19, identificando, mediante una variable latente (percepción de riesgo), una relación positiva entre el conocimiento de los factores de riesgo y la percepción de riesgo, lo que incentiva la divulgación pública de información sobre los riesgos. Además de las variables latentes psicométricas, se ha estudiado la relación entre variables sociométricas y el comportamiento sobre el riesgo de padecer COVID-19. Savadori & Lauriola (2021) consideraron cuatro cosmovisiones culturales, jerarquía-igualitarismo e individualismo-comunitarismo, y encontraron a través de doce indicadores sociométricos que las personas identificadas con el individualismo tienen menos probabilidades de seguir los comportamientos de protección de la salud prescritos por el gobierno.

### Modelos de elección híbridos

En los modelos de elección se supone que los individuos eligen la opción que les genera mayor utilidad entre diferentes alternativas, dado que tienen la información necesaria para diferenciar los atributos de una u otra opción (McFadden, 1986). Al comparar las características de los individuos y sus elecciones, se pueden inferir relaciones funcionales entre la utilidad y sus determinantes. Lo anterior se soporta en la teoría subjetiva del valor.

Existe la posibilidad de incorporar, además de variables observables, variables latentes (no observables) como información adicional que puede explicar las diferencias en las elecciones de los individuos. Este proceso se conoce como captura de heterogeneidad no observable y brinda estimaciones más robustas (Walker & Ben-Akiva, 2002; Bolduc et al., 2008). Los modelos de elección que incluyen variables latentes se conocen como híbridos.

El primer uso de modelos de elección híbrida lo realizó McFadden (1986), empleando experimentos psicométricos para estimar coeficientes de demanda mediante modelos de elección discreta. Posteriormente, Bolduc et al. (2008) emplearon la preocupación ambiental como una variable latente para estimar la demanda de vehículos. Ambos trabajos encuentran estimadores más robustos al incluir variables latentes al análisis.

Existen dos formas de estimar modelos híbridos de elección, mediante metodologías simultáneas o secuenciales (Ashok et al., 2002; Raveau et al., 2010; Abou-Zeid & Ben-Akiva, 2014). La forma secuencial estima un modelo que determine las variables latentes a través de indicadores obtenidos de las elecciones que realiza un individuo, y luego en un segundo momento se estima un modelo de elección discreta, en el cual las variables latentes se incorporan como variables explicadoras. Las estimaciones simultáneas combinan las variables latentes y las elecciones discretas. Las estimaciones aquí presentadas se sitúan en el enfoque simultáneo.

En términos matemáticos, la utilidad para un individuo que dispone de distintas alternativas de elección está dada por:

$$U_i = \beta'X_i + \varepsilon_i, \quad (1)$$

donde  $U_i$  refleja nivel de utilidad para cada alternativa  $i$ ,  $X_i$  es la matriz de variables explicadoras,  $\beta$  es el vector de parámetros desconocidos y  $\varepsilon_i$  es un vector de errores.

Al incluir las variables latentes, la ecuación (1) se escribe como:

$$U_i = \beta'X_i + \alpha_r'z_{ir}^* + \varepsilon_i, \quad (2)$$

$$z_r^* = \theta_{kr}'s_k + \mu_r, \quad (3)$$

donde  $z_r^*$  es el vector de variables latentes, que a su vez son ecuaciones estructurales que tienen como variables explicadoras  $s_k$ , con sus respectivos parámetros y el término de error.

Las ecuaciones estructurales no son identificables dada su naturaleza inobservable, por lo que es necesario estimar un conjunto de ecuaciones de medición:

$$I_p = \gamma_p z^* + \zeta_p, \quad \zeta_p \sim N(0, \Theta), \quad (4)$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } U_i > U_j \quad \forall i \neq j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}. \quad (5)$$

La ecuación (4) representa el modelo de medición, donde  $I_p$  es un vector de  $p$  indicadores de variables latentes,  $\gamma_p$  es un vector de parámetros desconocidos que relaciona las variables latentes con los indicadores y  $\zeta_p$  es un vector de errores. La ecuación (5) representa las elecciones expresadas como una función de las utilidades de las alternativas disponibles.

Existen cuatro ventajas de los modelos de elección híbrida por encima de los de elección clásicos (Abou-Zeid & Ben-Akiva, 2014). La inclusión de variables latentes corrige el sesgo de variable omitida, los parámetros estimados son más eficientes que aquellos obtenidos con modelos clásicos de elección (Varela, 2018), capturan heterogeneidad no observada en los modelos clásicos y tienen mayor relevancia para el desarrollo de políticas públicas (Abou-Zeid & Ben-Akiva, 2014).

En términos matemáticos, el modelo de clases latentes, desarrollado por Collins & Lanza (2010) y Lanza & Rhoades (2013), se define de la siguiente manera: se suponen  $C$  clases latentes que se conforman en función de  $J$  condiciones observadas  $j = 1, \dots, J$ , las cuales se definen con base en  $R$  categorías de respuestas  $r_j = 1, \dots, R_j$ . La probabilidad de observar un patrón de respuesta particular está dada por la siguiente función:

$$\Pr\{Y = y\} = \sum_{c=1}^C \gamma_c \prod_{j=1}^J \prod_{r_j=1}^{R_j} \varphi_{j,r_j,c}^{I(y_j=r_j)} \quad (6)$$

donde  $\gamma_c$  es la probabilidad de que un individuo pertenezca a una clase latente  $c$  y  $\varphi_{j,r_j,c}^{I(y_j=r_j)}$  es la probabilidad de responder  $r_j$  a la condición  $j$  dada la pertenencia a una clase latente.

La inclusión de atributos relacionados con características psicométricas y sociométricas, las cuales se suelen medir usando una escala de Likert que varía de 1 a 5, se analizan con un modelo logit ordenado. Este modelo busca definir la probabilidad de que un individuo adopte una característica entre una escala ordenada de posibles alternativas, de la siguiente forma:

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } y_1 \leq U_1 \\ 2 & \text{si } U_1 < y_2 \leq U_2 \\ 3 & \text{si } U_2 < y_3 \leq U_4 \\ \dots & \\ N & \text{si } U_n < y_n \end{cases} \cdot (7)$$

La ecuación (5) representa las elecciones expresadas como una función de las utilidades de las alternativas disponibles. La probabilidad de elegir una alternativa depende de un conjunto de variables explicativas  $\Pr(y_{i=j}|x_i)$  que involucran características del individuo y del hogar, las cuales se fijan en un modelo logístico, cuyo objetivo es maximizar la función de verosimilitud; las probabilidades condicionales, obtenidas a partir de una función de enlace logística, están dadas por la siguiente ecuación:

$$\Pr(y_{i=j}|x_i) = \frac{e^{x_i\beta_j}}{\sum_1^m e^{x_i\beta_l}} \cdot (8)$$

Cameron & Trivedi (2005) muestran que los parámetros estimados que hacen máxima dicha función presentan la siguiente distribución asintótica:

$$\widehat{\beta}_{LM} \sim N \left\{ \beta, \left( \sum_1^N p_{ij} (\delta_{ijk} - p_{ik}) x_i x_i' \right)^{-1} \right\}, (9)$$

donde  $\delta_{ijk}$  es una variable binaria que toma el valor de 1 cuando  $j = k$  y 0 si  $j \neq k$ .

Una vez obtenidas las probabilidades, el cambio marginal en un regresor genera un efecto en las probabilidades de elección, tales que:

$$\frac{\partial p_{ij}}{\partial x_i} = p_{ij} (\beta_j - \bar{\beta}_l). (10)$$

Para la interpretación se encontraron los efectos marginales, los cuales están dados por:

$$\frac{\partial (y_{i=j}|x_i)}{\partial x_{ij}} = f(x_i'\beta) \beta_j. (11)$$

El coeficiente estimado por una regresión logística se conoce como logit, o logaritmo de las probabilidades. Para convertir logits en probabilidades, se usa la función  $\exp(\text{logit})/(1+\exp(\text{logit}))$  (Szumilas, 2010). El resultado de la anterior conversión se conoce como odds ratio y se interpreta como la probabilidad de obtener un cambio marginal en la variable regresora ante cambios marginales en una variable independiente base.

## IV. Marco teórico

El estudio de los determinantes de las percepciones del riesgo se puede entender con base en dos desarrollos teóricos: el psicológico y el sociológico. La psicología cognitiva formula que toda percepción individual sobre el riesgo obedece a los rasgos psicológicos y características subjetivas de las personas. La teoría cultural del riesgo, por su parte, plantea que estas percepciones, en general, son construcciones sociales e intelectuales relativas a un momento histórico.

### Teoría sociológica o cultural del riesgo

En la teoría sociológica o cultural del riesgo la percepción de los peligros se forma de manera simbólica en la interacción social del hombre (Lawless et al., 1983). El que una actividad represente un peligro es una señal que no se aprehende con las vivencias propias del sujeto, siendo la relación con los otros y los procesos de aprendizaje a través de la memoria los que llevan a la formación de las percepciones sobre el riesgo (Diffenbaugh et al., 2020). La preocupación es contextual y se identifica a través de símbolos externos al individuo (Fabiani & Theys, 1987).

Con la intención de agrupar las distintas visiones culturales de una sociedad, se identifican cuatro cosmovisiones: el igualitarismo, el jerarquismo, el individualismo y el fatalismo (Wildavsky & Dake, 1990). Cada una de estas entendiéndose de la siguiente manera:

- Igualitarismo: la igualdad y la justicia se presentan como los pilares de la sociedad.
- Jerarquismo: el poder y la autoridad debe establecerse de manera vertical, se justifica la estratificación social.
- Individualismo: sobreviven los más fuertes, el entorno es un nicho de emprendimiento personal.
- Fatalismo: el entorno es, generalmente, incontrolable, el sistema social es impredecible y encarna injusticias.

A partir de estas cosmovisiones, y sus consideraciones sobre la relación del hombre con la naturaleza, se configuran dos grupos. Se unifica el fatalismo con el individualismo, asumiendo ambas cosmovisiones a la naturaleza como un recurso ilimitado y a disposición del individuo. Se unifica el jerarquismo con el igualitarismo, al considerar que la naturaleza debe cuidarse para evitar catástrofes antrópicas (Johnson et al., 2019). Esta nueva vertiente se conoce como la teoría de la cognición cultural.

### Teoría psicológica del riesgo

En teoría psicológica del riesgo las percepciones están regidas por las comprensiones intuitivas de los sujetos (Fischhoff et al., 1978). La personalidad, la estructura cognoscitiva, las emociones y las motivaciones son los elementos relevantes en las percepciones de riesgo. En la teoría

psicométrica, la percepción sobre el riesgo depende fundamentalmente de la idea personal de que un peligro se convierta en realidad, lo cual permite establecer una serie de factores cuantificables que explican la percepción al riesgo (Drottz-Sjöberg, 1991; Almaguer, 2008). Estos factores se resumen en la Tabla 1, a partir de los cuales se formularon las preguntas psicométricas.

**Tabla 1.** Factores psicométricos utilizados en la explicación de la percepción del riesgo .

Factor	Condiciones hipotéticas para percepciones más altas del riesgo
Catástrofe potencial	Capaz de causar alto número de muertes/lesionados en el tiempo, o en relación con un solo evento, en comparación con los riesgos normales
Aceptación voluntaria	Involuntario
Grado de control	Incontrolable
Conocimiento	Poco conocido para el individuo
Incerteza científica	Poco conocido o desconocido para la ciencia
Controversia	Incierta, hay distintas opiniones sobre el riesgo
Temor	Terrible, temor por el tipo de consecuencias
Historia	Recurrente, ocurrencia previa de accidentes
Aparición de los efectos	Repentina, falta de advertencias previas o importantes efectos inmediatos
Factores relacionados al contexto social	
Beneficios	Incerteza respecto a beneficios
Confianza	Dirigida o estimada, por autoridades o expertos no confiables
Atención a los medios	Altamente expuesto y presentado emocionalmente en los medios de comunicación masiva
Disponibilidad de la información	Se percibe información no confiable o insuficiente, los rumores crecen en importancia
Niños involucrados	Abarca a niños o a fetos
Generaciones futuras	Afecta a futuras generaciones en forma injusta o irrevocable
Identidad de la víctima	Causa daño a alguien conocido o querido
Factores relacionados con el contexto de las opiniones	
Blanco del riesgo	Ponderaciones de los riesgos para otros y no para uno mismo
Definición del riesgo	Énfasis sobre las consecuencias en contraste con las probabilidades
Marco contextual	Estrechamente relacionado en el tiempo con una experiencia personal negativa
Factores relacionados con características individuales	
Género	Las mujeres expresan más alta percepción del riesgo que los hombres
Educación	Personas de menor educación emiten generalmente estimaciones más altas
Edad	Las personas mayores generalmente emiten estimaciones más altas
Ingreso	Las personas de menos ingresos generalmente emiten estimaciones más altas
Sensibilidad psicológica	Las personas más ansiosas generalmente emiten estimaciones más altas
Habilidades personales	Las personas que no tienen conocimientos o entrenamiento sobre riesgo emiten estimaciones más altas

## V. Hipótesis

El creciente número de muertes atribuibles a la contaminación atmosférica y al contagio del COVID-19 han afectado la percepción sobre el riesgo de mortalidad por factores ambientales y, por lo tanto, las valoraciones económicas de reducciones marginales en este riesgo en Colombia.

## VI. Metodología

### Encuesta

La recolección de información se realizó a través de una encuesta que se estructuró en tres partes fundamentales. La primera parte permitió el acopio de información sociodemográfica, así como el estado de salud del encuestado y sus experiencias previas con enfermedades cardiorrespiratorias y con el COVID-19. La segunda parte de la encuesta correspondió al experimento de elección en el cual se incluyeron tres escenarios hipotéticos en los que se especificaron distintos niveles de riesgo de mortalidad por factores ambientales, así como diferentes costos y valores de latencia. En la última parte de la encuesta se incluyeron preguntas orientadas a obtener características psicológicas y sociológicas de los encuestados. La encuesta aplicada se presenta de manera detallada en el Anexo 1.

Se realizó una prueba piloto en la cual fueron encuestadas 124 personas, y en la cual fue posible evaluar la información proporcionada sobre el riesgo asociado con el COVID-19 y la exposición a contaminación atmosférica, el entendimiento del riesgo expresado como probabilidad y las posibilidades de su reducción, el lenguaje técnico empleado y la comprensión de los atributos de costo, latencia y riesgo de los programas de políticas públicas propuestos. En la encuesta final se entrevistaron 2119 personas que residían en Bogotá, Medellín y Cali, ciudades colombianas con el mayor número de muertes por exposición a riesgos ambientales (Pérez-Cardenas, 2017). El muestreo se diseñó de tal manera que se garantizó que la muestra fuera representativa de las distintas características demográficas de la población del país. La encuesta se realizó en septiembre de 2021 de manera virtual, dadas las medidas de aislamiento preventivo tomadas por el gobierno nacional para contener la expansión del COVID-19. La firma responsable por la encuesta fue Offerwise<sup>1</sup>, cuya sede principal está ubicada en Brasil y provee servicios de recolección de información desde hace 16 años en Brasil, Colombia, Argentina, Chile, Estados Unidos, México y Perú.

La información obtenida en la encuesta permitió caracterizar a las personas encuestadas en lo que respecta a características psicométricas y sociométricas, usando los métodos y tipos de preguntas que se emplearon en estudios empíricos previos (Almaguer, 2008; Johnson et al., 2019). Esto permitió comparar las dos teorías sobre percepciones que tienen las personas con respecto al

---

<sup>1</sup> Para obtener más información sobre la empresa Offerwise y su trayectoria, ir a: <https://www.offerwise.com/>

riesgo de mortalidad por factores ambientales, en particular aquellos asociados con el COVID-19 y la exposición a contaminación atmosférica.

## Diseño experimental

El experimento de elección consistió en presentarle a los encuestados tres escenarios distintos de elección. Dos de los escenarios correspondieron a diferentes resultados de programas de política pública en lo relacionado con la disminución de riesgo potencial de muerte, el tiempo en que se manifestarían los resultados y la contribución mensual al fondo del programa que debía realizar el encuestado. El tercer escenario correspondió a la situación actual o *status quo*, en el cual el encuestado tuvo la posibilidad de elegir la no realización de alguno de los programas de política pública propuestos. Esto garantiza que aquellas personas que aceptaron la intervención estatal eligieron alguna opción porque les resultaba más atractiva en términos económicos que aquella correspondiente al *status quo*.

La información que se proporcionó en el experimento fue el número de muertes oficiales por COVID-19 a la fecha de realización de la encuesta, y aquella relacionada con enfermedades y carga atribuible a la contaminación atmosférica para el año 2020. Se construyeron dos líneas base de riesgo para los encuestados, una para personas entre 18 y 59 años y otra para personas mayores de 60 años, dada la importancia de presentarle a estos dos grupos de personas diferentes *status quo* pero representativos de los riesgos para una persona de su correspondiente edad. El riesgo de mortalidad para las personas mayores de 60 años es sustancialmente mayor que para los demás grupos etarios. Además, se usó un video que explicó de manera sencilla y pedagógica los riesgos para cada grupo de edad, y otro video que contenía las instrucciones para el experimento de elección. El enlace del video se encuentra en el Anexo 2.

En las preguntas sobre COVID19, el escenario de referencia consistió en uno en el cual no existía certeza sobre la duración de los efectos de la vacunación. Esto porque a la fecha de realización de la encuesta no se había iniciado la vacunación en el país. Por esto el programa hipotético proponía la financiación de la investigación y el desarrollo de vacunas en el territorio nacional, la negociación con firmas extranjeras para asegurar el suministro de las vacunas, y la investigación sobre vacunas con un efecto de protección con una duración apropiada. Para la definición de los escenarios se siguió estrictamente los lineamientos teóricos y prácticos sugeridos en estudios empíricos previos (Hensher et al., 2005; Mariel et al., 2021). Los valores de reducción del riesgo, costo y latencia se definieron después de la realización de la encuesta piloto, verificando que no existiera dominancia entre los atributos de alguno de los conjuntos de elección. Es decir, se verificó que no se le presentara al encuestado un escenario, entre los tres posibles, con un menor costo y latencia, pero con una mayor reducción del riesgo, el cual sería estrictamente preferido independientemente de sus valores, y cuya elección no se podría asumir como una valoración económica de los cambios marginales en los valores de los atributos. A manera de ilustración, uno de los conjuntos de elección usados en la presente investigación para el caso de enfermedades

cardiorrespiratorias se presenta en la Figura 2, en el cual se le presentan al encuestado dos escenarios con variaciones en la reducción del riesgo, expresado en número de casos por 100.000 habitantes, tiempo estimado en el cual se manifestarían potenciales efectos en la salud (latencia) y contribución solicitada para financiar el programa de política pública orientado a la reducción del riesgo por mortalidad por exposición a contaminación atmosférica. El tercer escenario en la Figura 2 corresponde al *status quo*. Escenarios también se definieron para el caso de COVID-19.

	Opción A	Opción B	Opción C
Reducción del riesgo de muerte por enfermedades cardiorrespiratorias	Reducción de riesgo baja. Riesgo baja de 55 a 50 en 100.000. Reduce 5 en 100.000	Reducción de riesgo alta. Riesgo baja de 55 a 40 en 100.000. Reduce 15 en 100.000	No hay reducción del riesgo
Latencia de enfermedades cardiorrespiratorias	Efectos se verían en 1 año.	Efectos se verían en 10 años.	No hay efectos
Aporte mensual	COL\$ 24.000	COL\$ 16.000	No hay aporte mensual

**Figura 2.** Ejemplo de uno de los conjuntos de elección que hizo parte del experimento de elección discreta.

### Variables empleadas

Para la modelación se emplearon diez variables. Cinco de ellas fueron sociodemográficas: el género, el haber padecido o no COVID-19, el estado de situación laboral tras los confinamientos, el número de personas en el hogar y el estado actual de salud. Otras tres variables fueron las elecciones obtenidas en el experimento de elección; es decir, reducción del riesgo, latencia y costo. Las otras dos fueron las variables latentes perfil psicológico y perfil cultural, definidas con las respuestas a las preguntas psicométricas y sociométricas contenidas en la encuesta. Las variables empleadas y su descripción se presentan en la Tabla 2.

Para la recopilación de información no observable de carácter psicológico y sociológico, se agregaron a la encuesta preguntas psicométricas y sociométricas (ver Anexo 1). Todas ellas medidas en escalas de Likert que varió de 1 a 5. Las respuestas a este tipo de preguntas se tomaron como variables indicadoras que sirvieron de base para construir las variables latentes. La formulación de los indicadores y de las variables latentes se hicieron conforme a la teoría psicológica y sociológica del riesgo.

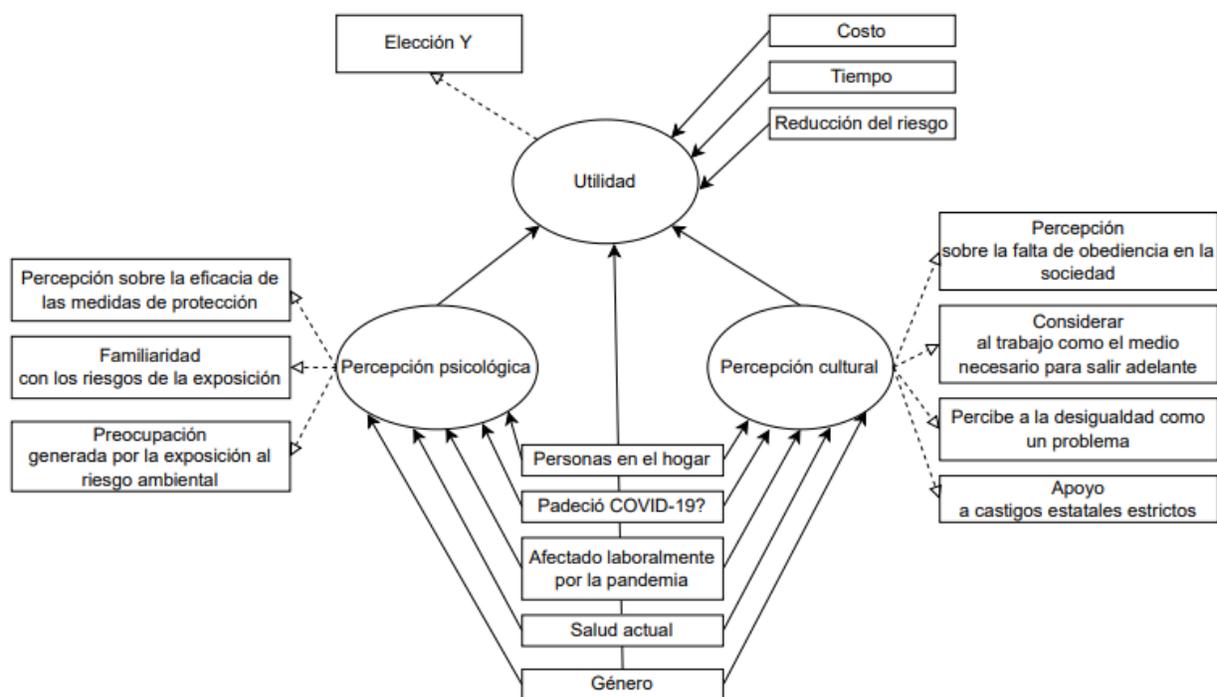
El perfil psicológico fue la primera variable latente y buscó categorizar a las personas encuestadas entre aquellas que poseen percepciones y emociones negativas sobre el impacto de la contaminación atmosférica y el COVID-19, y aquellas que tienen más optimismo sobre la situación futura del riesgo. El perfil sociológico fue la segunda variable latente y buscó categorizar a las personas entre aquellas que poseen una cosmovisión fatalista o individualista y aquellas que se consideran afines al igualitarismo o jerarquismo, siguiendo lo planteado en la teoría de la cognición cultural (Johnson et al., 2019). La descripción de las variables latentes se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Descripción y tipo de variables empleadas en el experimento de elección discreta.

Variable	Descripción	Categorías de respuesta		
<b>Género</b>	Identificación del género	Masculino	Femenino	Otro
<b>Salud actual</b>	Percepción del estado actual de salud	[Muy mala - Muy buena] [1,2,3,4,5]		
<b>COVID-19</b>	¿Ha padecido COVID-19?	Si - No		
<b>Personas en el hogar</b>	Número de personas en el hogar	Numérica		
<b>Situación laboral</b>	Continuó trabajando desde casa durante los confinamientos	Si - No		
<b>Reducción de riesgo</b>	Reducción del de riesgo de mortalidad por contaminación atmosférica	Baja	Moderada	Alta
<b>Latencia</b>	Tiempo en años que tarda en observarse los resultados de la política pública	[1,2,5]		
<b>Costo</b>	Contribución monetaria para el financiamiento de la política pública (miles de COP\$)	[8,16,24,32,40]		
<b>Perfil psicológico</b>	Caracterización psicométrica (percepción frente al riesgo ambiental)	[Percepción preocupada - Percepción despreocupada] [1,2,3,4,5]		
<b>Perfil cultural</b>	Caracterización sociométrica (cosmovisión correspondiente)	[Individualista - Igualitarista] [1,2,3,4,5]		

El modelo estructural de elección híbrida que se usó en la presente investigación, el cual muestra la relación conceptual entre las distintas variables, se puede observar en la Figura 3. En esta las variables observadas se presentan en rectángulos y las variables no observables en óvalos. En la parte lateral se ubican los indicadores (preguntas) de las dos variables latentes percepción psicológica y cultural. La causalidad va de las variables latentes a los indicadores, no al revés. Las cinco variables observables, parte inferior de la Figura 3, son determinantes de las variables

latentes y de la utilidad que se deriva en cada elección. Las líneas punteadas muestran relaciones entre las variables que no son observables.



**Figura 3.** Modelo estructural de elección híbrida usado en la presente investigación. Fuente: elaboración propia.

### Construcción del perfil psicológico y cultural

La percepción sobre el riesgo de morir por exposición a contaminación atmosférica que se recoge en la variable latente *perfil psicológico* se especificó en función de tres indicadores: 1) la percepción sobre la eficacia de las medidas de protección ante la contaminación atmosférica, 2) la familiaridad con los riesgos de la exposición, y 3) la preocupación generada por la exposición a la contaminación atmosférica. Estos tres indicadores presentaron la mejor significancia estadística entre un conjunto potencial de indicadores<sup>2</sup>. Aquellas personas que percibieron ineficacia en las medidas de protección ante la contaminación expresaron su familiaridad con los riesgos y se sintieron preocupadas por la exposición a la contaminación atmosférica, se categorizaron como perfiles psicológicos preocupados. Por el contrario, quienes percibieron eficacia en las medidas de protección, expresaron su poca familiaridad con los riesgos y no se sintieron preocupadas por la exposición a la contaminación atmosférica, se clasificaron con un perfil psicológico despreocupado.

<sup>2</sup> Para los indicadores potenciales ver Anexo 1, Sección B, preguntas de caracterización de actitudes y percepciones B6-B15.

Con respecto a la caracterización del *perfil social*, de un total de doce preguntas sociométricas<sup>3</sup> se seleccionaron cuatro como indicadores por presentar la mayor significancia estadística. Los indicadores que se usaron para clasificar a las personas como simpatizantes de ideologías individualistas o igualitaristas fueron: 1) el apoyo a castigos estatales estrictos, 2) percepción de falta de obediencia en la sociedad, 3) consideración del trabajo como la forma para salir adelante, 4) la percepción de la desigualdad como un problema. Aquellas personas que indicaron el no apoyo a castigos estrictos, que percibieron que no existen problemas por falta de obediencia, que consideraron el trabajo como la forma para salir adelante y que no percibieron la desigualdad como un problema, se categorizaron como individualistas. En caso contrario en los cuatro indicadores se categorizaron como igualitaristas.

### Modelos estimados

Inicialmente se estimaron modelos logit ordenado, en el cual se consideraron dos variables dependientes, perfil cultural y psicológico, en función de cinco variables sociodemográficas o regresores: género, estado de salud actual, padecimiento de COVID-19, número de personas en el hogar y situación laboral durante los confinamientos. Estos regresores se seleccionaron por presentar la mayor significancia estadística entre diecisiete preguntas sociodemográficas<sup>4</sup>. Los modelos estimados permitieron estimar la probabilidad de pertenecer ya sea a un perfil psicológico o a uno cultural ante un cambio marginal en cualquiera de las variables sociodemográficas incluidas en el modelo.

Los modelos logit ordenados se usaron dado que algunas preguntas en la encuesta tenían más de una opción de respuesta, como las relacionadas con características psicométricas y sociométricas que se midieron con una escala de Likert que varió de 1 a 5. Las estimaciones obtenidas con modelos logit ordenados se compararon con estimaciones de modelos probit ordenados, seleccionando los mejores modelos considerando el criterio de información de Akaike (AIC), siendo este un criterio suficiente para elegir entre modelos de elección discreta ordenada (Chen & Tsurumi, 2011).

Luego se estimaron modelos de clases latentes, los cuales buscan capturar heterogeneidad no observada al dividir la población en varios grupos, lo cual representa una ventaja sobre aquellos modelos que solo asumen la existencia de una clase latente. El número de clases se fijó con base en el criterio AIC, el cual permitió comparar e identificar estadísticamente los mejores modelos. La significancia estadística individual de los coeficientes estimados se evaluó con los *p*-valores. Se estimó un modelo logit ordenado con clases latentes, el cual la probabilidad de participar en un programa de política pública para reducir el riesgo de morir por factores ambientales se expresó en función del monto de la contribución económica individual al programa (costo), el tiempo que

---

<sup>3</sup> Para los indicadores en detalle ver Anexo 1, Sección B, preguntas de caracterización de actitudes y percepciones C1-C12.

<sup>4</sup> Para las diecisiete preguntas ver Anexo 1, Sección B, preguntas de caracterización de actitudes y percepciones B6-B15.

tardan en manifestarse los resultados (latencia) y la magnitud de la reducción en el riesgo de morir por factores ambientales (riesgo). El modelo permitió estimar la probabilidad de participar en el programa de política pública por un cambio marginal en alguno de los atributos del programa (costo, latencia o riesgo).

Finalmente, se estimó un modelo híbrido con clases latentes, en el cual la probabilidad de participar en un programa de política pública para reducir el riesgo de morir por factores ambientales, misma variable dependiente del modelo anterior, se expresó en función de los distintos atributos del programa (costo, latencia y riesgo), pero también del perfil psicológico y cultural de la persona como variables latentes. Este modelo permitió estimar la probabilidad de participar en el programa por un cambio marginal en alguno de sus atributos, o por un cambio marginal en el perfil psicológico o cultural de las personas. El número de clases latentes se definió con el criterio de información de Akaike (AIC) (Williams & Kibwoski, 2016), siendo preferidos los modelos con menores valores de AIC. La estimación de los modelos se realizó en el paquete *Apollo*<sup>5</sup> del software R (Hess & Palma, 2019).

## VII. Resultados y discusión

Las respuestas obtenidas en la encuesta permiten concluir que de las 2.119 personas encuestadas 49,3% residían en Bogotá, 26,99% en Medellín y 23,64% en Cali. El 92,47% de los encuestados pertenecieron a los estratos 1, 2, 3 y 4. El 46,91% se identificaron como mujeres. El 44,59% tenían estudios universitarios completos, 32,47% secundaria completa y 5,43% no poseían título de secundaria. Con respecto a los niveles de ingreso, 10,34% de los encuestados declararon tener un ingreso entre 0 y 800.000 pesos colombianos (COP\$), 38,18% ingresos entre 800.000 y 2.000.000 y 37,52% ingresos entre 2.000.000 y 8.000.000. El resumen de los resultados de la encuesta se presenta en la Tabla 3.

Los resultados econométricos del modelo logit ordenado (Tabla 4), específicamente lo relacionado con las *odds ratio*, y el *perfil psicológico* sugieren que las probabilidades de poseer un perfil preocupado por la contaminación se incrementan, en promedio, en 30,8% si se es mujer y en 52,3% si se padeció COVID-19. La probabilidad de poseer un perfil psicológico que no se preocupa por la contaminación se incrementa en 54,3% al percibirse como una persona con buen estado de salud, en 41,8% al no sentirse afectado laboralmente por las medidas de confinamiento y en 49,9% por un mayor número de personas en el hogar. Las anteriores relaciones poseen niveles de significancia estadística del 95%.

Las probabilidades de tener un *perfil cultural* igualitarista se incrementan, en promedio, en 57,6% al ser mujer y en 62,2% al convivir con más personas en el hogar. Lo anterior sugiere una relación entre las mujeres y valores igualitaristas. Además, aquellas personas que declararon vivir con más

---

<sup>5</sup> Para obtener más información sobre el desarrollo de Apollo en R ir a: <http://www.apollochoicemodelling.com/>

personas en el hogar tuvieron valores igualitaristas. La relación entre los distintos perfiles psicológicos y culturales y las características sociodemográficas, descritas arriba, y la relación entre estos perfiles y las intenciones de participar en programas de política pública orientados a reducir la contaminación atmosférica, definidas en el modelo híbrido, permiten obtener por transitividad vínculos entre las característica sociodemográficas y las intenciones de participar en el programa de política pública.

**Tabla 3.** Resumen de los principales resultados de la encuesta del experimento de elección discreta.

<b>Variable</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Media</b>
Edad	2119	34,37
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Ciudad de residencia:</b>		
Bogotá	1046	49,36
Cali	501	23,64
Medellín	572	26,99
<b>Estrato socioeconómico:</b>		
1-2	728	34,36
3-4	1225	58,11
5-6	166	7,20
<b>Género:</b>		
Femenino	994	46,91
Masculino	1125	53,09
<b>Nivel educativo:</b>		
Sin educación formal - Secundaria incompleta	115	5,43
Secundaria completa – Universitaria incompleta	762	32,47
Universitaria completa – Postgrado completo	945	44,59
<b>Ingresos (COP):</b>		
0-800.000	219	10,34
800.001-2000.000	809	38,18
2.000.001- 8.000.000	795	37,52
8.000.001 o más	293	13,83
No quiere responder	49	2,31
No sabe	51	2,41

El objetivo de haber estimado el modelo logit ordenado y el modelo híbrido fue verificar posibles diferencias en el ajuste estadístico en ambos modelos, como resultado de la inclusión de variables latentes en el análisis. La inclusión de las variables latentes psicométrica y sociométrica llevó a un mejor ajuste estadístico del modelo híbrido, el cual tuvo un menor valor del AIC si se compara con el modelo logit ordenado. Esto permite concluir que tanto el perfil psicológico como el cultural de las personas tiene relación con sus percepciones de riesgo, y con sus intenciones de apoyar

programas de política pública que se orientan a reducir el riesgo de morir por factores ambientales. Lo anterior permite concluir que en la presente investigación se obtuvo evidencia empírica que lleva a no rechazar la hipótesis formulada, y que existen relaciones entre los perfiles psicológicos y culturales de las personas y sus percepciones de riesgo.

**Tabla 4.** Resultados econométricos de los distintos modelos estimados.

Modelo	Categoría	Variables	Perfil psicológico (PS)	Perfil cultural (PC)	Odds Ratio (PS)	Odds Ratio (PC)
Logit ordenado (LO)	Variables de control	Género	-0,72** [0,198]	-0,809** [0,189]	0,308	0,576
		Salud actual	0,206** [0,083]	0,171** [0,079]	0,543	0,632
		COVID-19	-0,549** [0,196]	0,094 [0,192]	0,523	0,628
		Personas en el hogar	0,101** [0,052]	-0,003 [0,051]	0,499	0,622
		Situación laboral afect.	0,518** [0,159]	-0,33** [0,153]	0,418	0,603
Modelo	Categoría	Variables	Clase 1 (C1)	Clase 2 (C2)	Odds Ratio C1	Odds Ratio C2
Logit ordenado con clases latentes	Experimento de elección	Reducción de riesgo	0,022** [0,009]	1,5E-01** [0,092]	0,505	0,539
		Latencia	-0,61** [0,096]	1,042** [0,464]	0,352	0,739
		Costo	1,3E-05* [0,000]	-2,3E-04** [0,000]	0,500	0,500
Modelo híbrido (MH) con clases latentes	Variables latentes	Perfil psicológico	-0,334* [0,274]	Referencia	0,417	Referencia
		Perfil cultural	-0,293** [0,162]	Referencia	0,427	Referencia
	Experimento de elección	Reducción de riesgo	0,021** [-0,61]	1,6E-01** [0,076]	0,505	0,541
		Latencia	-0,062** [0,017]	1,073** [0,433]	0,485	0,745
		Costo	1,3E-05* [0,000]	-2,3E-04** [0,000]	0,500	0,500
** (IC95%) - *(IC90%) – Desviación estándar []						
		Modelo	McFadden's R2	CoxSnell	Nagelkerke	AIC
	Logit ordenado	PS	0,08	0,06	0,07	1461,01
		PC	0,01	0,03	0,03	2129,02
	<b>Asignación de clase</b>			R <sup>2</sup> ajustado	R <sup>2</sup>	AIC
	Clase 1 (0,79) - Clase 2 (0,21)		LO	0,32	0,33	1000,86
			MH	0,31	0,33	850,34

Las estimaciones del modelo híbrido permiten concluir que existen dos clases latentes, la primera representando 79% de la población y la segunda 21%. La primera clase se caracteriza, en general, por estar de acuerdo con que se ejecute un programa de política pública que se orienta a reducir el riesgo de morir por factores ambientales. La segunda clase agrupa a aquellas personas que no consideran atractivo, en términos económicos, la realización de este tipo de programas. Las probabilidades de pertenecer a la clase 1, aquellas personas con interés en participar en el programa se incrementan, en promedio, en 41,7% al tener un perfil psicológico preocupado y en 42,7% al caracterizarse con un perfil cultural igualitario. Las probabilidades de pertenecer a la clase 1 se incrementan en 50,5% al observar mayores reducciones del riesgo en el programa de política, y se reducen en 48,5% al incrementar el tiempo en que tardarían en manifestarse los resultados. El costo o contribución monetaria a la financiación del programa no afectó de manera negativa la probabilidad de pertenecer a la clase 1. Las mayores reducciones de riesgo en aquellos programas más costosos son un aliciente suficiente para un encuestado promedio que pertenece a la clase 1.

Aquellas personas que se asocian con percepciones denominadas negativas (como la preocupación), ubicándose allí mayoritariamente las mujeres, quienes han padecido COVID-19, provienen de hogares con un mayor número de personas, consideraron que su estado de salud no es bueno o han sufrido alteraciones en su situación laboral por los confinamientos, son quienes están más dispuestas a participar en planes de política pública que reducen la contaminación atmosférica. Esta intención de participar se incrementa en tanto mayor sea la reducción del riesgo ambiental de morir por causas vinculadas a la contaminación atmosférica, y menor sea el tiempo en que se manifiestan los resultados del programa. Lo anterior devela una relación entre las percepciones de riesgo ambiental y género, padecimiento de COVID-19, número de personas en el hogar, percepción sobre el estado actual salud y la situación laboral en situaciones de confinamiento. En cuanto a percepciones sobre el riesgo, los resultados obtenidos son consistentes con lo reportado previamente en la literatura. Según Slovic et al. (2005) y Yun et al. (2010) las percepciones de riesgo no son únicamente parte de un ejercicio racional, y estas se relacionan con nociones, prejuicios e intuiciones derivados del contexto cultural y sus rasgos psicológicos. A su vez los perfiles culturales y psicológicos se relacionan con las condiciones sociodemográficas, como se evidencia en Tilt (2006).

El uso de variables latentes permitió caracterizar mucho mejor a la población con respecto a un peligro de carácter ambiental (Ashok et al., 2002; Walker & Ben-Akiva, 2002; Potoglou et al., 2015). Los resultados son consistentes con lo reportado por Mao et al. (2020), quienes encontraron que las mujeres tienen una correlación negativa entre la aceptabilidad del riesgo, la sensación de riesgo y una mayor disponibilidad a pagar. Grima et al. (2021) reportaron una correlación positiva entre el conocimiento de los factores de riesgo y la percepción de riesgo, lo cual incentiva la divulgación de información pública sobre los riesgos por factores ambientales. Savadori & Lauriola (2021) encontraron que las personas identificadas con el individualismo, lo opuesto a comunitarismo, tuvieron menos probabilidades de cumplir los lineamientos de protección de la salud prescritos por el gobierno. Brody et al. (2004) reportaron relaciones entre la percepción de riesgo y la

orientación política de las personas, con aquellos que se declararon más conservadores considerando que el aire estaba mucho más limpio. Por su parte las personas con cosmovisiones más cercanas a valores igualitaristas tuvieron mayor preocupación por la contaminación del aire. Semenza et al. (2008) encuentran que los medios de comunicación pública juegan un papel decisivo en la percepción del riesgo, existiendo una relación positiva entre los niveles de educación ambiental y la percepción de necesitar medidas de política pública más drásticas para disminuir los niveles de contaminación. Esto corrobora los resultados obtenidos entre la familiaridad de los riesgos y la mayor disponibilidad a pagar por reducciones marginales en el riesgo. Quienes están mejor informados con respecto a estos riesgos, valoran mucho más la intervención estatal. Gany et al. (2017) reportaron que la percepción de riesgo por exposición a la contaminación atmosférica se relacionó con el tamaño del grupo familiar. A mayor tamaño, mayor es el temor a la exposición a la contaminación atmosférica, confirmando la relación positiva entre el número de personas en el hogar y la mayor probabilidad de pertenecer al perfil psicológico de mayor preocupación. Además, en la presente investigación se presentan relaciones no exploradas anteriormente. Específicamente, sobre el padecimiento de COVID-19 y la afectación de las condiciones laborales por la pandemia, los cuales se relacionan con el nivel de preocupación y temor sobre los peligros asociados a factores ambientales. La preocupación de las personas sobre este tipo de riesgos está influenciada por factores económicos, familiares, estado actual salud y género.

## VIII. Conclusiones

El uso de un modelo híbrido permitió establecer relaciones entre el valor económico de reducciones en el riesgo ambiental y las percepciones sobre la contaminación atmosférica y el COVID-19. El riesgo de morir por factores ambientales, como lo es la exposición a la contaminación atmosférica, se ha incrementado en las últimas décadas. Esto lleva a la necesidad de formular y poner en marcha políticas públicas eficaces para el manejo del riesgo ambiental, lo que requiere el entendimiento de cómo las personas perciben y enfrentan estos riesgos. Los resultados obtenidos en esta investigación permiten identificar las variaciones en las percepciones sobre riesgo ambiental debido a las distintas condiciones de una persona.

La inclusión de variables latentes en el análisis econométrico sobre los determinantes de las percepciones del riesgo por mortalidad por exposición a la contaminación atmosférica permitió obtener información relevante para el análisis económico del riesgo ambiental. La heterogeneidad no observable recogida por las variables de carácter psicométrico y sociométrico aportó información que ha sido poco explorada en estudios empíricos previos. La intención de participar y contribuir económicamente a programas de política pública que reducen el riesgo de mortalidad por factores ambientales se relaciona con el perfil psicológico y cultural de las personas, además de otras características observables como el género, la situación laboral posterior a la pandemia, el estado actual de salud de las personas y el número de personas que conforman el hogar.

Quienes se clasificaron como personas como un perfil psicológico preocupado, es decir quienes declararon estar preocupados con este tipo de riesgo, son quienes más valoran la realización de programas de política pública que reducen la contaminación atmosférica. De otro lado, en estos programas tienen menos incentivos para participar aquellas personas con un perfil cultural más individualista. Es decir, las cosmovisiones igualitaristas tienden a valorar más las reducciones en los riesgos ambientales.

El haber padecido COVID-19 incrementó la probabilidad de tener un perfil psicológico preocupado, aquel que ve con mayor temor los riesgos ambientales y valora de manera positiva la intervención estatal que busca disminuir este tipo de riesgos. El identificarse como mujer se asocia con percepciones psicológicas de preocupación, al igual que quienes fueron afectados laboralmente por los confinamientos que adoptó el gobierno para reducir la propagación del COVID-19, y quienes residen en hogares con un número alto de personas. Esto incrementa las probabilidades de derivar beneficios de intervenciones estatales orientadas a reducir los riesgos ambientales. Sobre la caracterización cultural, las probabilidades de tener afinidad con ideas vinculadas al individualismo se incrementan si la persona se identifica como hombre, no se percibe con problemas de salud, o su situación laboral no fue afectada por los confinamientos decretados por el gobierno.

Los resultados de la presente investigación sobre las percepciones de riesgo de mortalidad por la exposición a la contaminación atmosférica permiten concluir que el análisis de clases latentes proporciona mejores estimaciones estadísticas que los modelos que usan sólo una clase. El número de clases latentes que mejor se ajustó a los datos fue dos. Esto implica que 79% de la población deriva beneficios económicos al participar, mediante contribuciones monetarias, en programas de política pública que reducen el riesgo de mortalidad por exposición a la contaminación atmosférica. El otro 21% de la población no encuentra atractiva su participación en estos programas.

Esta investigación presenta potenciales limitaciones relacionadas con el momento en el que se aplicó la encuesta. Específicamente porque para esa fecha era mucha la incertidumbre sobre la eficacia de los programas de vacunación, así como sobre la contención epidemiológica del COVID-19. Esta incertidumbre podría tener un efecto no observado en las personas encuestadas. Finalmente, algunas posibilidades de investigaciones futuras podrían evaluar las percepciones que las personas poseen sobre el riesgo posterior a la ejecución de los programas de vacunación, la suspensión de las cuarentenas y la posterior reactivación económica.

## Bibliografía

- Abou-Zeid, M., & Ben-Akiva, M. (2014). Hybrid choice models. *Chapters*, 17(2), 383–412. [https://ideas.repec.org/h/elg/eechap/14820\\_17.html](https://ideas.repec.org/h/elg/eechap/14820_17.html)
- Almaguer, C. D. (2008). El riesgo: una reflexión filosófica. *Universidad de La Habana*, 1, 1–159. <https://temas.sld.cu/saludydesastres/2010/11/03/el-riesgo-de-desastres-una-reflexion/>
- Amoatey, Sicard P. A., D. M., & Y.O, K. (2019). Long-term exposure to ambient PM2.5 and impacts on health in Roma. *Clinical Epidemiology and Global Health*. 2020;8(2):531–535. Doi: 10.1016/j.Cegh.2019.11.009, 8(2), 531–535.
- Ashenfelter, O. C. (2011). Measuring the Value of a Statistical Life: Problems and Prospects. *SSRN Electronic Journal*, 16(1), 79. <https://doi.org/10.2139/ssrn.877890>
- Ashok, K., Dillon, W. R., & Yuan, S. (2002). Extending discrete choice models to incorporate attitudinal and other latent variables. *Journal of Marketing Research*, 39(1), 31–46. <https://doi.org/10.1509/jmkr.39.1.31.18937>
- Barrientos, M. A. C. (2019). *Incorporación de variables latentes en la estimación del valor estadístico de la vida*. 1(1), 64. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/5867>
- Bhat, C. R., & Dubey, S. K. (2014). A new estimation approach to integrate latent psychological constructs in choice modeling. *Transportation Research Part B: Methodological*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2014.04.011>
- Bolduc, D., Boucher, N., & Alvarez-Daziano, R. (2008). Hybrid choice modeling of new technologies for car choice in Canada. *Transportation Research Record*, 2(2082), 63–71. <https://doi.org/10.3141/2082-08>
- Brody, S. D., Peck, B. M., & Highfield, W. E. (2004). Examining localized patterns of air quality perception in Texas: a spatial and statistical analysis. *Risk Analysis : An Official Publication of the Society for Risk Analysis*, 24(6), 1561–1574. <https://doi.org/10.1111/J.0272-4332.2004.00550.X>
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2005). Microeconometrics. In *Microeconometrics*. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511811241>
- Chen, G., & Tsurumi, H. (2011). Probit and logit model selection. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 40(1). <https://doi.org/10.1080/03610920903377799>
- Coccia, M. (2020). An index to quantify environmental risk of exposure to future epidemics of the COVID-19 and similar viral agents: Theory and practice. *Environmental Research*, 29(4), 110–191. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110155>
- Collins, L. M., & Lanza, S. T. (2010). Latent Class and Latent Transition Analysis: With Applications in the Social, Behavioral, and Health Sciences. In *Latent Class and Latent Transition Analysis: With Applications in the Social, Behavioral, and Health Sciences*.

<https://doi.org/10.1002/9780470567333>

- Cori, L., Donzelli, G., Gorini, F., Bianchi, F., & Curzio, O. (2020). Risk Perception of Air Pollution: A Systematic Review Focused on Particulate Matter Exposure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1–27. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17176424>
- Daly, A., Hess, S., Patrui, B., Potoglou, D., & Rohr, C. (2012). Using ordered attitudinal indicators in a latent variable choice model: A study of the impact of security on rail travel behaviour. *Transportation*, 39(2). <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9351-z>
- Diffenbaugh, N. S., Field, C. B., Appel, E. A., Azevedo, I. L., Baldocchi, D. D., Burke, M., Burney, J. A., Ciais, P., Davis, S. J., Fiore, A. M., Fletcher, S. M., Hertel, T. W., Horton, D. E., Hsiang, S. M., Jackson, R. B., Jin, X., Levi, M., Lobell, D. B., McKinley, G. A., ... Wong-Parodi, G. (2020). The COVID-19 lockdowns: a window into the Earth System. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(2), 470–481. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0079-1>
- Drottz-Sjöberg, B.-M. (1991). Perception of risk: Studies of risk attitudes, perceptions and definitions. *Risk Analysis*, 11(4), 123–144. [https://www.researchgate.net/publication/227446971\\_Perceived\\_Risk\\_Attitudes\\_Relating\\_Risk\\_Perception\\_to\\_Risky\\_Choice](https://www.researchgate.net/publication/227446971_Perceived_Risk_Attitudes_Relating_Risk_Perception_to_Risky_Choice)
- Eslami, H., & Jalili, M. (2020). The role of environmental factors to transmission of SARS-CoV-2 (COVID-19). *AMB Express*, 10(1), 92. <https://doi.org/10.1186/s13568-020-01028-0>
- Fabiani, J.-L., & Theys, J. (1987). La Société vulnérable - Evaluer et maîtriser les risques. *Presses de l'École Normale Supérieure*, 1(1), 678. [https://ulyse.univ-lorraine.fr/discovery/fulldisplay?docid=alma991001404709705596&context=L&vid=33UDL\\_INST:UDL&adaptor=Local Search Engine&tab=Everything&mode=advanced](https://ulyse.univ-lorraine.fr/discovery/fulldisplay?docid=alma991001404709705596&context=L&vid=33UDL_INST:UDL&adaptor=Local Search Engine&tab=Everything&mode=advanced)
- Fischhoff, B., Slovic, P., Lichtenstein, S., Read, S., & Combs, B. (1978). How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes towards technological risks and benefits. *Policy Sciences*, 9(2), 127–152. <https://doi.org/10.1007/BF00143739>
- Gany, F., Bari, S., Prasad, L., Leng, J., Lee, T., Thurston, G. D., Gordon, T., Acharya, S., & Zelikoff, J. T. (2017). Perception and reality of particulate matter exposure in New York City taxi drivers. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 27(2), 221–226. <https://doi.org/10.1038/JES.2016.23>
- Gigerenzer, G. (2015). *Risk Savvy: How to Make Good Decisions - Gerd Gigerenzer (2015) - BehavioralEconomics.com | The BE Hub* (Viking Penguin, Vol. 1). Penguin Group. <https://www.behavioraleconomics.com/resources/books/risk-savvy-how-to-make-good-decisions-gerd-gigerenzer-2015/>
- Grima, S., Hamarat, B., Özen, E., Girlando, A., & Dallì-Gonzi, R. (2021). The Relationship between Risk Perception and Risk Definition and Risk-Addressing Behaviour during the Early COVID-19 Stages. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/jrfm14060272>

- Hensher, D. A., Rose, J. M., & Greene, W. H. (2005). Applied choice analysis: A primer. In Cambridge University Press (Ed.), *Applied Choice Analysis: A Primer*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511610356>
- Hess, S., & Palma, D. (2019). Apollo: A flexible, powerful and customisable freeware package for choice model estimation and application. *Journal of Choice Modelling*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.jocm.2019.100170>
- Huang, L., Rao, C., van der Kuijp, T. J., Bi, J., & Liu, Y. (2017). A comparison of individual exposure, perception, and acceptable levels of PM 2.5 with air pollution policy objectives in China. *Environmental Research*, 157, 78–86. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2017.05.012>
- INS. (2018). Carga de enfermedad ambiental en Colombia. *Instituto Nacional de Salud Pública de Colombia*, 10(1), 96. [https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Informes/10\\_Carga\\_de\\_enfermedad\\_ambiental\\_en\\_Colombia.pdf](https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Informes/10_Carga_de_enfermedad_ambiental_en_Colombia.pdf)
- INS. (2022). COVID-19 en Colombia. *Instituto Nacional de Salud Pública de Colombia*, 1(1), 2. <https://www.ins.gov.co/Noticias/paginas/coronavirus.aspx>
- Johnson, B. B., Swedlow, B., & Mayorga, M. W. (2019). Cultural theory and cultural cognition theory survey measures: confirmatory factoring and predictive validity of factor scores for judged risk. *Journal of Risk Research*, 23(11), 1467–1490. <https://doi.org/10.1080/13669877.2019.1687577>
- Krupnick, A., Alberini, A., Cropper, M., Simon, N., O'Brien, B., Goeree, R., & Heintzelman, M. (2002). Age, health and the willingness to pay for mortality risk reductions: A contingent valuation survey of Ontario residents. *Journal of Risk and Uncertainty*, 24(4), 161–186. <https://doi.org/10.1023/A:1014020027011>
- Kucharski, T.W., R., C., D., Y., L., J., E., S., F., & R.M., E. (2020). On behalf of the Centre for Mathematical Modelling of Infectious Diseases COVID-19 working group 2020. *Early Dynamics of Transmission and Control of COVID-19: A Mathematical Modelling Study. Lancet Infect. Dis. 2020 Doi: 10.1016/S1473-3099(20)30144-4.*, 2(5), 553–558. [https://www.thelancet.com/article/S1473-3099\(20\)30144-4/fulltext](https://www.thelancet.com/article/S1473-3099(20)30144-4/fulltext)
- Lanza, S. T., & Rhoades, B. L. (2013). Latent Class Analysis: An Alternative Perspective on Subgroup Analysis in Prevention and Treatment. *Prevention Science*, 14(2). <https://doi.org/10.1007/s11121-011-0201-1>
- Lawless, R., Douglas, M., & Wildavsky, A. (1983). Risk and Culture: An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers. *Environmental Review: ER*, 7(2), 224. <https://doi.org/10.2307/3984511>
- Li, F., & Zhou, T. (2020). Effects of objective and subjective environmental pollution on well-being in urban China: A structural equation model approach. *Social Science & Medicine (1982)*, 249. <https://doi.org/10.1016/J.SOCSCIMED.2020.112859>
- Li, X., Song, Y., Wong, G., & Cui, J. (2020). Bat origin of a new human coronavirus: there and back again. *Science China Life Sciences*, 63(3), 461–462. <https://doi.org/10.1007/s11427-020->

- Malmendier, U., & Nagel, S. (2011). Depression Babies: Do Macroeconomic Experiences Affect Risk Taking? *Quarterly Journal of Economics*, *126*(1), 373–416. <https://doi.org/10.1093/qje/qjq004>
- Manski, C. F. (1977). The structure of random utility models. *Theory and Decision*, *8*(3), 229–254. <https://doi.org/10.1007/BF00133443>
- Mariel, P., Hoyos, D., Meyerhoff, J., Czajkowski, M., Dekker, T., Glenk, K., Jacobsen, J. B., Liebe, U., Olsen, S. B., Sagebiel, J., & Thiene, M. (2021). Environmental Valuation with Discrete Choice Experiments. *Springer Nature*, 62–96. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-62669-3>
- Martelletti, L., & Martelletti, P. (2020). Air Pollution and the Novel Covid-19 Disease: a Putative Disease Risk Factor. *SN Comprehensive Clinical Medicine*, *4*(2), 10–25. <https://doi.org/10.1007/s42399-020-00274-4>
- McFadden, D. (1986). The Choice Theory Approach to Market Research. *Marketing Science*, *5*(4), 275–297. <https://doi.org/10.1287/mksc.5.4.275>
- Mirabelli, M. C., Ebelt, S., & Damon, S. A. (2020). Air Quality Index and air quality awareness among adults in the United States. *Environmental Research*, *183*. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2020.109185>
- Nelson, J. W., Scammell, M. K., Altman, R. G., Webster, T. F., & Ozonoff, D. M. (2009). A New Spin on Research Translation: The Boston Consensus Conference on Human Biomonitoring. *Environmental Health Perspectives*, *117*(4), 495. <https://doi.org/10.1289/EHP.0800037>
- OMS. (2020). Las 10 principales causas de defunción. *Organización Mundial de La Salud*, *1*(1), 1–2. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- OMS. (2022). Calidad del aire - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. *Organización Mundial de La Salud*, *1*(1), 1–2. <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>
- Palacios, I. H., & Santos, T. J. (2004). A theory of markets, institutions, and endogenous preferences. *Journal of Public Economics*, *88*(3), 601–627. [https://doi.org/10.1016/S0047-2727\(02\)00162-7](https://doi.org/10.1016/S0047-2727(02)00162-7)
- Pérez-Cardenas, J. E. (2017). La calidad del aire en Colombia: un problema de salud pública, un problema de todos. *Biosalud*, *16*(2), 5–6. <https://doi.org/10.17151/BIOSA.2017.16.2.1>
- Pidgeon, N. (1998). Risk assessment, risk values and the social science programme: why we do need risk perception research. *Reliability Engineering & System Safety*, *59*(1), 5–15. [https://doi.org/10.1016/S0951-8320\(97\)00114-2](https://doi.org/10.1016/S0951-8320(97)00114-2)
- Potoglou, D., Palacios, J. F., & Feijóo, C. (2015). An integrated latent variable and choice model to explore the role of privacy concern on stated behavioural intentions in e-commerce. *Journal of Choice Modelling*, *17*. <https://doi.org/10.1016/j.jocm.2015.12.002>
- Raveau, S., Álvarez-Daziano, R., Yáñez, M. F., Bolduc, D., & De Dios Ortúzar, J. (2010). Sequential

- and simultaneous estimation of hybrid discrete choice models: Some new findings. *Transportation Research Record*, 2156(1), 131–139. <https://doi.org/10.3141/2156-15>
- Reames, T. G., & Bravo, M. A. (2019). People, place and pollution: Investigating relationships between air quality perceptions, health concerns, exposure, and individual- and area-level characteristics. *Environment International*, 122, 244–255. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2018.11.013>
- Renn, O. (2004). Perception of risks. *Toxicology Letters*, 149(1–3), 405–413. <https://doi.org/10.1016/J.TOXLET.2003.12.051>
- Rojas-Rueda, D., Morales-Zamora, E., Alsufyani, W. A., Herbst, C. H., AlBalawi, S. M., Alsukait, R., & Alomran, M. (2021). Environmental risk factors and health: An umbrella review of meta-analyses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 74–200. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020704>
- Ropeik, D. (2020). Understanding factors of risk perception. *Nieman Reports*, 56(4), 52. <https://niemanreports.org/articles/understanding-factors-of-risk-perception/>
- Rosa, E. A., Renn, O., & McCright, A. M. (2013). The risk society revisited: Social theory and governance. *The Risk Society Revisited: Social Theory and Governance*, 1–234. <https://doi.org/10.1177/0094306117714500GG>
- Rosenzweig, M. R., & Binswanger, H. P. (1993). Wealth, weather risk and the composition and profitability of agricultural investments. *Economic Journal*, 103(416), 56–78. <https://doi.org/10.2307/2234337>
- Savadori, L., & Lauriola, M. (2021). Risk Perception and Protective Behaviors During the Rise of the COVID-19 Outbreak in Italy. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.577331>
- SCOPE. (1980). Environmental risks. *Comité Científico de Problemas Del Medio Ambiente*, 1(1), 1–14. [https://scope.dge.carnegiescience.edu/SCOPE\\_15/SCOPE\\_15\\_1.1\\_chapter1\\_1-14.pdf](https://scope.dge.carnegiescience.edu/SCOPE_15/SCOPE_15_1.1_chapter1_1-14.pdf)
- Semenza, J. C., Wilson, D. J., Parra, J., Bontempo, B. D., Hart, M., Sailor, D. J., & George, L. A. (2008). Public perception and behavior change in relationship to hot weather and air pollution. *Environmental Research*, 107(3), 401–411. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2008.03.005>
- Slovic, P., Peters, E., Finucane, M. L., & MacGregor, D. G. (2005). Affect, risk, and decision making. *Health Psychology: Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 24(4S). <https://doi.org/10.1037/0278-6133.24.4.S35>
- Szumilas, M. (2010). Explaining Odds Ratios. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 19(3), 227–229. <https://doi.org/10.1007/s10802-010-9375-7>
- Tilt, B. (2006). Perceptions of Risk from Industrial Pollution in China: a Comparison of Occupational Groups. *Human Organization*, 65(2), 115–127. <https://doi.org/10.17730/HUMO.65.2.69DUFGR1HATNPU5V>
- Ueberham, M., Schlink, U., Dijst, M., & Weiland, U. (2019). Cyclists' Multiple Environmental Urban

- Exposures—Comparing Subjective and Objective Measurements. *Sustainability* 2019, Vol. 11, Page 1412, 11(5), 1412. <https://doi.org/10.3390/SU11051412>
- Varela, J. M. (2018). Parameter bias in misspecified Hybrid Choice Models: An empirical study. *Transportation Research Procedia*, 33(12), 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.10.081>
- Voors, M. J., Nillesen, E. E. M., Verwimp, P., Bulte, E. H., Lensink, R., & Van Soest, D. P. (2012). Violent conflict and behavior: A field experiment in Burundi. *American Economic Review*, 102(2), 941–964. <https://doi.org/10.1257/aer.102.2.941>
- Walker, J., & Ben-Akiva, M. (2002). Generalized random utility model. *Mathematical Social Sciences*, 43(3), 303–343. [https://doi.org/10.1016/S0165-4896\(02\)00023-9](https://doi.org/10.1016/S0165-4896(02)00023-9)
- Wen, X. J., Balluz, L., & Mokdad, A. (2009). Association between media alerts of air quality index and change of outdoor activity among adult asthma in six states, BRFSS, 2005. *Journal of Community Health*, 34(1), 40–46. <https://doi.org/10.1007/S10900-008-9126-4>
- Wildavsky, A., & Dake, K. (1990). Theories of Risk Perception: Who Fears What and Why? *Bioethics Research Library of the Kennedy Institute of Ethics*, 119(4), 41–60. <http://hdl.handle.net/10822/840519>
- Williams, G. A., & Kibwoski, F. (2016). Latent Class Analysis and Latent Profile Analysis Glenn A . Williams Leeds Beckett University , United Kingdom Fraenze Kibowski Nottingham Trent University , United Kingdom This is a draft of a chapter that has been accepted for publication by Oxford Univ. *Handbook of Methodological Approaches to Community-Based Research: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods*, 4(13), 143–151. [http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/35496/1/12946\\_Williams.pdf](http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/35496/1/12946_Williams.pdf)
- Yun, K., Lurie, N., & Hyde, P. S. (2010). Moving mental health into the disaster-preparedness spotlight. *The New England Journal of Medicine*, 363(13), 1193–1195. <https://doi.org/10.1056/NEJMP1008304>

## Anexos

### Anexo 1. Encuesta usada en el experimento de elección discreta

#### SECCIÓN A. PRESENTACIÓN DE LA ENCUESTA Y PREGUNTAS INTRODUCTORIAS

Muchas gracias por participar en esta encuesta. Somos un grupo de investigadores de la Universidad de Concepción de Chile y la Universidad Nacional de Colombia y queremos evaluar la percepción que tienen las personas sobre los riesgos asociados a la contaminación atmosférica, tales como las enfermedades cardiorrespiratorias, y también sobre los riesgos asociados al contagio de COVID-19. Es importante mencionar que **sus respuestas son confidenciales**, y serán utilizadas como información fundamental y sólo para el **proyecto de investigación**. En esta encuesta **no hay respuestas correctas o incorrectas**, simplemente deseamos conocer su opinión.

Inicialmente nos interesa saber un poco sobre usted.

#### Preguntas caracterización individuos

A-1. ¿Cuántos años tiene?

\_\_\_\_\_

A-2. ¿Incluyéndose usted, cuántas personas viven en su hogar? ¿Cuántos de ellos son menores de 18 años?

\_\_\_\_\_ Personas

\_\_\_\_\_ Menores de 18 años

A-3. ¿Cuál es su nivel de escolaridad?

Nivel de Escolaridad	Código
Sin Educación Formal	0
Primaria Incompleta	1
Primaria Completa	2
Secundaria Incompleta	3
Secundaria Completa	4
Media Técnica o Técnica Incompleta	5
Media Técnica o Técnica Completa	6
Tecnológica o Universitaria Incompleta	7
Tecnológica o Universitaria Completa	8
Postgrado Incompleto	9
Postgrado Completo	10

A-4. **Considerando todos los ingresos de los miembros de su hogar**, ¿Qué rango describe el ingreso promedio líquido mensual? (incluya salarios, pensiones o seguros sociales, ayuda a niños, subsidios, ingreso de negocios o depósitos, y cualquier otro ingreso)

Rango de Ingresos Mensuales				
1)	De	0	a	400.000
2)	De	400.001	a	800.000
3)	De	800.001	a	1.200.000
4)	De	1.200.001	a	1600.000
5)	De	1.600.001	a	2000.000
6)	De	2.000.001	a	4.000.000
7)	De	4.000.001	a	6.000.000
8)	De	6.000.001	a	8.000.000
9)	De	8.000.001	a	10.500.000
10)	De	10.500.001	o más	
98)	No Quiere Responder			
99)	No Sabe			

A-5. ¿Con qué género se identifica usted?

Masculino \_\_\_ Femenino \_\_\_ Otro \_\_\_

Para las siguientes secciones, es útil conocer que la contaminación atmosférica se define como la presencia de partículas contaminantes en el aire, y tiene efectos en la salud ya que aumenta la probabilidad de fallecer por:

- Enfermedades respiratorias (asma, cáncer al pulmón, enfermedad de obstrucción pulmonar crónica)
- Enfermedades cardiovasculares (derrame cerebral, enfermedad isquémica del corazón).

En adelante a todas estas enfermedades las llamaremos cardiorrespiratorias.

### Preguntas situación salud actual

En esta sección, le realizaremos algunas preguntas sobre su estado de salud actual. Entendemos que algunas preguntas podrían ser sensibles, por lo que siéntase por favor en libertad de decidir si responde.

A-6 Comparado a otras personas de su misma edad, usted considera que su salud actualmente es:

Muy mala	Mala	Igual que los demás	Buena	Muy buena
1	2	3	4	5

A-7 ¿Usted, algún familiar, o conocido/a ha tenido alguna enfermedad cardiorrespiratoria, como derrame cerebral, enfermedad isquémica del corazón, asma, enfermedad de obstrucción pulmonar crónica, cáncer de pulmón o hipertensión arterial, en los últimos 5 años?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Prefiero no responder \_\_\_\_\_ [Sí -> A-7 | No o Prefiero no responder -> A-8]

A-7 Quién/es padecieron alguna de estas enfermedades (familiar cercano, familiar lejano, amigo cercano, amigo lejano, otro), y cuáles fueron los efectos de la enfermedad? Los posibles efectos podrían ser:

- 1) Sin mayores efectos, 2) Descanso en casa, 3) Hospitalización por menos de una semana, 4) Hospitalización por más de una semana, 5) Fallecimiento

Afectado 1. Relación con el entrevistado \_\_\_\_\_, Nivel de afectación \_\_\_\_\_

Afectado 2. Relación con el entrevistado \_\_\_\_\_, Nivel de afectación \_\_\_\_\_

Afectado 3. Relación con el entrevistado \_\_\_\_\_, Nivel de afectación \_\_\_\_\_

Afectado 4. Relación con el entrevistado \_\_\_\_\_, Nivel de afectación \_\_\_\_\_

A.8. ¿Se considera una persona en el grupo de mayor riesgo de padecer una enfermedad cardiorrespiratoria?

Sí \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_ (edad, peso, enfermedad preexistente, otro)

No \_\_\_\_\_

A.9. ¿Vive usted con una persona que se pueda considerar en el grupo de mayor riesgo de padecer una enfermedad cardiorrespiratoria?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Quién? \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_ (edad, peso, enfermedad preexistente, otro)

Otro \_\_\_\_\_ ¿Quién? \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_ (edad, peso, enfermedad preexistente, otro)

Otro \_\_\_\_\_ ¿Quién? \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_ (edad, peso, enfermedad preexistente, otro)

No \_\_\_\_\_

### Preguntas situación pandemia

Desde el año pasado, el mundo ha enfrentado una pandemia por el COVID-19. En este contexto nos gustaría realizarle algunas preguntas. Entendemos que algunas preguntas podrían ser sensibles, por lo que siéntase en libertad de decidir si responde.

A-10. ¿Usted, algún familiar, o conocido/a se ha contagiado/a con COVID-19?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Prefiero no responder \_\_\_\_\_ [Sí -> A-10.1 | No o Prefiero no responder -> A-11]

A-10.1 ¿Quién/es estuvieron contagiados (familiar cercano, familiar lejano, amigo cercano, amigo lejano, otro), y cuáles fueron los efectos del contagio? Los posibles efectos podrían ser:

- 1) Cuarentena en casa, 2) Hospitalización por menos de una semana, 3) Hospitalización por más de una semana, 4) Fallecimiento

Afectado 1. Relación con el entrevistado \_\_\_\_\_, Tipo de efecto \_\_\_\_\_

Afectado 2. Relación con el entrevistado \_\_\_\_\_, Tipo de efecto \_\_\_\_\_

Afectado 3. Relación con el entrevistado \_\_\_\_\_, Tipo de efecto \_\_\_\_\_

Afectado 4. Relación con el entrevistado \_\_\_\_\_, Tipo de efecto \_\_\_\_\_

A.11. ¿Se considera usted una persona en el grupo de mayor riesgo en caso de contraer COVID-19?

Sí \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_ (edad, peso, enfermedad preexistente, otro)

No \_\_\_\_\_

A.12. ¿Vive usted con una persona que se pueda considerar en el grupo de mayor riesgo de tener síntomas peligrosos en caso de contraer COVID-19?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Quién? \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_ (edad, peso, enfermedad preexistente, otro)

Otro \_\_\_\_\_ ¿Quién? \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_ (edad, peso, enfermedad preexistente, otro)

Otro \_\_\_\_\_ ¿Quién? \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_ (edad, peso, enfermedad preexistente, otro)

No \_\_\_\_\_

A.13. ¿Cuáles de las siguientes alternativas describe de mejor forma su situación de empleo antes de la crisis del COVID-19?

\_\_\_\_\_ Trabajador tiempo completo \_\_\_\_\_ Trabajador tiempo parcial \_\_\_\_\_ Desempleado, buscando trabajo \_\_\_\_\_

Desempleado, sin buscar trabajo

\_\_\_\_\_ Estudiante tiempo completo \_\_\_\_\_ Quehaceres del hogar, sin buscar empleo fuera del hogar \_\_\_\_\_ Jubilado

A.14. ¿Cuál de las siguientes alternativas describe de mejor forma su situación de empleo HOY?

\_\_\_\_\_ Sin cambios \_\_\_\_\_ Actualmente empleado, haciendo el mismo trabajo que antes, pero desde el hogar

\_\_\_\_\_ Actualmente empleado, haciendo un trabajo diferente que antes, pero desde el hogar

\_\_\_\_\_ Actualmente empleado, haciendo un trabajo diferente que antes, pero teniendo que salir de mi hogar para trabajar.

\_\_\_\_\_ He sido despedido/a, pero probablemente volveré a la misma organización/empresa en el futuro

\_\_\_\_\_ He sido despedido/a, y estoy buscando (o buscaré) un nuevo trabajo \_\_\_\_\_ He sido despedido/a. y no estoy buscando trabajo.

A.15 ¿Ha recibido (o planea recibir cuando llegue su turno) alguna de las vacunas disponibles contra el COVID-19?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Prefiero no responder \_\_\_\_\_ [Sí -> A-16 | No -> A-17 | Prefiero no responder -> Sección B]

A.16 ¿Por qué decidió vacunarse (o planea vacunarse cuando llegue su turno)? [Seleccione la razón principal]

\_\_\_\_\_ Para proteger a mi familia y amigos \_\_\_\_\_ Para protegerme \_\_\_\_\_ Fue obligatorio para mi \_\_\_\_\_ Para volver a actividades normales (viajar, conciertos, reunirse con amigos, etc.) \_\_\_\_\_ Para evitar perder días de trabajo

\_\_\_\_\_ Para cumplir con las recomendaciones del ministerio de salud \_\_\_\_\_ Otro. ¿Cuál otro? \_\_\_\_\_

A.17 ¿Por qué no? [Seleccione la razón principal]

\_\_\_\_\_ Prefiero que se vacunen otras personas. \_\_\_\_\_ Creo que hay poca información sobre las vacunas contra el COVID-19.

\_\_\_\_\_ Me preocupan los efectos secundarios.

\_\_\_\_\_ Ya contraí la enfermedad y prefiero no vacunarme. \_\_\_\_\_ No son totalmente efectivas \_\_\_\_\_ No estoy de acuerdo con las vacunas.

\_\_\_\_\_ COVID-19 no es una enfermedad tan grave. \_\_\_\_\_ Otro. ¿Cuál otro? \_\_\_\_\_

## SECCIÓN B. EXPERIMENTO DE ELECCION (marcar respuestas con una X)

### Experimento de elección contaminación del aire. (Será aleatorio)

La contaminación atmosférica se define como la presencia de partículas contaminantes en el aire, y tiene efectos en la salud ya que aumenta la probabilidad de fallecer por:

- Enfermedades respiratorias (asma, cáncer al pulmón, enfermedad de obstrucción pulmonar crónica)
- Enfermedades cardiovasculares (derrame cerebral, enfermedad isquémica del corazón).

En adelante a todas estas enfermedades las llamaremos cardiorrespiratorias. En Colombia, en el año 2019 ocurrieron cerca de 91.300 casos de mortalidad prematura por enfermedades cardiorrespiratorias que podrían asociarse con la contaminación atmosférica.

Para reducir estas cifras de mortalidad prematura, se ha propuesto un programa de reducción de contaminación atmosférica que incluye:

- Incremento en la fiscalización ambiental.
- Inversión en desarrollo de tecnologías que reduzcan la contaminación atmosférica,
- Un sistema de predicción de contaminación atmosférica.

Este sistema, aconsejará a la ciudadanía sobre los niveles diarios de contaminación atmosférica, lo que será de utilidad para que las personas puedan protegerse a si mismos reduciendo su exposición a la contaminación (por ejemplo, evitando realizar deporte al aire libre en los horarios de mayor contaminación).

Este programa se aplicará en la zona donde usted vive. La reducción potencial de muertes por este programa puede ser bajas, moderadas, o altas, y verían sus resultados en 1, 5 o 10 años más. Estos porcentajes y plazos variarán según los aportes realizados por los ciudadanos.

El financiamiento público para este proyecto no es suficiente. Por esto, se plantea que los ciudadanos puedan realizar aportes mensuales por la duración de los proyectos. Estos aportes pueden ser de \$12500, \$25000, \$37500, \$50000, \$62500 pesos colombianos y serán descontados mensualmente de la cuenta de agua o luz según usted prefiera.

A continuación, le presentaremos un video que ayudará a entender algunos conceptos que utilizaremos.

[Capacitación sobre probabilidad]

Ahora, le presentaremos varias alternativas, que representan distintas combinaciones de las reducciones de mortalidad generadas por el programa, el tiempo que tomarán sus resultados, y el costo asociado para su financiamiento. Usted siempre puede escoger ninguna de las opciones presentadas, lo que implica quedarse en la situación actual y no pagar ningún tipo de aporte.

[Video sobre instrucciones experimento]

Considerando el ejemplo. Cuál de estas alternativas prefiere: ¿la alternativa A, la alternativa B o la situación actual?

Reducción del riesgo de muerte por enfermedades cardiorrespiratorias	Reducción baja	Reducción moderada	Reducción alta
Latencia de enfermedades cardiorrespiratorias	1	5	10
Costo	XX	YY	ZZ

De las siguientes opciones seleccione por favor la de su preferencia.

B-1. Empecemos con estas alternativas. ¿Cuál escoge? **[Escenario\_1]**

<input type="checkbox"/>	Alternativa A	<input type="checkbox"/>	Alternativa B	<input type="checkbox"/>	Situación actual
--------------------------	---------------	--------------------------	---------------	--------------------------	------------------

B-2. Perfecto. En este escenario ¿Cuál escoge? **[Escenario\_2]**

<input type="checkbox"/>	Alternativa A	<input type="checkbox"/>	Alternativa B	<input type="checkbox"/>	Situación actual
--------------------------	---------------	--------------------------	---------------	--------------------------	------------------

B-3. En este nuevo escenario ¿Cuál escoge? **[Escenario\_3]**

<input type="checkbox"/>	Alternativa A	<input type="checkbox"/>	Alternativa B	<input type="checkbox"/>	Situación actual
--------------------------	---------------	--------------------------	---------------	--------------------------	------------------

B-4. En este escenario. ¿Cuál escoge? **[Escenario\_4]**

<input type="checkbox"/>	Alternativa A	<input type="checkbox"/>	Alternativa B	<input type="checkbox"/>	Situación actual
--------------------------	---------------	--------------------------	---------------	--------------------------	------------------

B-5 En una escala de 1 a 5, donde 1 es *muy poco probable* y 5 es *muy probable* ¿Qué tan probable cree usted que se podrían reducir las enfermedades ocasionadas por la contaminación atmosférica?

Muy poco probable

Muy probable

1    2    3    4    5

**Ahora, pasaremos a discutir otro tipo de riesgo. Es importante no vincular la nueva información con la presentada en la sección anterior.**

#### **Experimento de elección COVID-19. (Será aleatorio)**

Desde el 2020, el mundo ha enfrentado una pandemia por COVID-19. En nuestro país, la enfermedad ha tenido una alta mortalidad. Los síntomas más habituales de esta enfermedad son fiebre, tos seca, cansancio, mientras que los síntomas más graves son dificultad para respirar, dolor o presión en el pecho, y la incapacidad para hablar o moverse. Hasta el 15 de mayo del 2021, en Colombia han ocurrido cerca de 80.500 casos de mortalidad prematura por causa de esta enfermedad.

Para reducir las cifras de contagios, y así también las cifras de mortalidad prematura por COVID-19, se han desarrollado diferentes vacunas que actualmente se están utilizando alrededor del mundo. Hasta el momento, no existe seguridad sobre la duración de los efectos de estas vacunas. Por lo cual, se propone un programa de desarrollo y adquisición de vacunas para contar con el número de vacunas necesarias para evitar contagios por COVID-19 en el futuro. Esto consistiría en:

- Financiar proyectos de desarrollo de vacunas nacionales
- Financiar negociación con empresas extranjeras que produzcan vacunas para asegurar un suministro en el futuro.
- Financiar estudios de vacunas con mayor duración de protección.

La reducción potencial de muertes por este programa podría ser baja, moderada o alta respecto a las muertes hasta el 15 de marzo de este año, y verían sus resultados en 1, 2 o 5 años. Sin embargo, para ejecutar el programa de desarrollo y adquisición de vacunas, el financiamiento público asignado no es suficiente. Por esto, se plantea que los ciudadanos puedan realizar aportes mensuales por la duración de los proyectos. Estos aportes pueden ser de \$12500, \$25000, \$37500, \$50000, \$62500 pesos colombianos

A continuación, le presentaremos un video que ayudará a entender algunos conceptos que utilizaremos.

[Capacitación sobre probabilidad]

Ahora, le presentaremos varias alternativas, que representan distintas combinaciones de las reducciones de mortalidad generadas por el programa, el tiempo que tomarán sus resultados, y el costo asociado para su financiamiento. Usted siempre puede escoger ninguna de las opciones presentadas, lo que implica quedarse en la situación actual y no pagar ningún tipo de aporte.

[Video sobre instrucciones experimento]

Considerando el ejemplo. Cuál de estas alternativas prefiere: ¿la alternativa A, la alternativa B o la situación actual?

#### CONJUNTOS DE ELECCIÓN

Reducción del riesgo de contagio de COVID-19	Reducción baja	Reducción moderada	Reducción alta
Tiempo de espera antes de ver los resultados del programa	1	2	5
Costo	XX	YY	ZZ

De las siguientes opciones seleccione por favor la de su preferencia.

B-1. Empecemos con estas alternativas. ¿Cuál escoge? **[Escenario\_1]**

<input type="checkbox"/>	Alternativa A	<input type="checkbox"/>	Alternativa B	<input type="checkbox"/>	Situación actual
--------------------------	---------------	--------------------------	---------------	--------------------------	------------------

B-2. Perfecto. En este escenario ¿Cuál escoge? **[Escenario\_2]**

<input type="checkbox"/>	Alternativa A	<input type="checkbox"/>	Alternativa B	<input type="checkbox"/>	Situación actual
--------------------------	---------------	--------------------------	---------------	--------------------------	------------------

B-3. En este nuevo escenario ¿Cuál escoge? **[Escenario\_3]**

<input type="checkbox"/>	Alternativa A	<input type="checkbox"/>	Alternativa B	<input type="checkbox"/>	Situación actual
--------------------------	---------------	--------------------------	---------------	--------------------------	------------------

B-4. En este escenario. ¿Cuál escoge? **[Escenario\_4]**

<input type="checkbox"/>	Alternativa A	<input type="checkbox"/>	Alternativa B	<input type="checkbox"/>	Situación actual
--------------------------	---------------	--------------------------	---------------	--------------------------	------------------

B-5 En una escala de 1 a 5, donde 1 es *muy poco probable* y 5 es *muy probable* ¿Qué tan probable cree usted que se podrían reducir los contagios por COVID-19 con un programa adicional de trazabilidad y detección temprana?

Muy poco probable                      Muy probable

1      2      3      4      5

**Preguntas caracterización actitudes y percepciones**

Para esta sección es importante recordar que la contaminación atmosférica puede tener efectos negativos en la salud, aumentando la probabilidad de fallecer por enfermedades respiratorias (asma, cáncer al pulmón, enfermedad de obstrucción pulmonar crónica) y enfermedades cardiovasculares (derrame cerebral, enfermedad isquémica del corazón). De la misma forma, contraer COVID-19 puede provocar síntomas leves como fiebre, Tos seca, Cansancio, o síntomas más graves son dificultad para respirar, dolor o presión en el pecho, incapacidad para hablar o moverse, o llegar hasta la muerte.

Considerando lo anterior...

B-6. ¿Usted cree que las personas se exponen voluntaria o involuntariamente al riesgo de muerte por...

	Completamente involuntario				Completamente voluntario
Enfermedades cardiorrespiratorias asociadas a contaminación atmosférica	1	2	3	4	5
Enfermedad COVID-19	1	2	3	4	5

B-7. ¿Los efectos de exponerse a las siguientes enfermedades se presentarán en el corto o largo plazo?

	Corto plazo				Largo plazo
Enfermedades cardiorrespiratorias asociadas a contaminación atmosférica	1	2	3	4	5
Enfermedad COVID-19	1	2	3	4	5

B-8. ¿Qué tan conocidos son para las personas en general, los riesgos asociados a las siguientes situaciones?

	Totalmente desconocidos				Totalmente conocidos
Enfermedades cardiorrespiratorias asociadas a contaminación atmosférica	1	2	3	4	5
Enfermedad COVID-19	1	2	3	4	5

B-9. ¿Qué tan conocidos son para los científicos, los riesgos asociados a las siguientes situaciones?

	Totalmente desconocidos				Totalmente conocidos
Enfermedades cardiorrespiratorias asociadas a contaminación atmosférica	1	2	3	4	5
Enfermedad COVID-19	1	2	3	4	5

B-10. Si usted se expone a Contaminación atmosférica/COVID-19, ¿Qué tanto cree usted que puede evitar enfermarse gravemente o morir tomando medidas de protección?

	Totalmente inevitable				Totalmente evitable
Enfermedades cardiorrespiratorias asociadas a contaminación atmosférica	1	2	3	4	5
Enfermedad COVID-19	1	2	3	4	5

B-11. ¿Qué tan familiarizado está usted con los riesgos de enfermedad o muerte por...

	No estoy familiarizado (es nuevo para mí)				Totalmente Familiarizado
Enfermedades cardiorrespiratorias asociadas a contaminación atmosférica	1	2	3	4	5
Enfermedad COVID-19	1	2	3	4	5

B-12. ¿Qué tanto miedo/pánico le provocan las enfermedades generadas por ...

	No me provoca miedo/pánico				Mucho miedo/pánico
Enfermedades cardiorrespiratorias asociadas a contaminación atmosférica	1	2	3	4	5
Enfermarse por COVID-19	1	2	3	4	5

B-13. Cuando se expone a contaminación atmosférica/COVID-19, ¿qué tan probable cree usted que la consecuencia sea mortal?

	Muy poco probable				Muy probable
Riesgos por enfermedades cardiorrespiratorias asociadas a contaminación atmosférica	1	2	3	4	5
Riesgos por contagio de COVID-19	1	2	3	4	5

B-14. ¿Qué tanto le preocupa exponerse a los siguientes riesgos...

	No me preocupa				Me preocupa mucho
Riesgos por enfermedades cardiorrespiratorias asociadas a contaminación atmosférica	1	2	3	4	5
Riesgos por contagio de COVID-19	1	2	3	4	5

B-15. ¿Cree usted que los siguientes riesgos tienen causas naturales o humanas?

	Muy probablemente causas naturales				Muy probablemente causas humanas
Riesgos por enfermedades cardiorrespiratorias asociadas a contaminación atmosférica	1	2	3	4	5
Riesgos por contagio de COVID-19	1	2	3	4	5





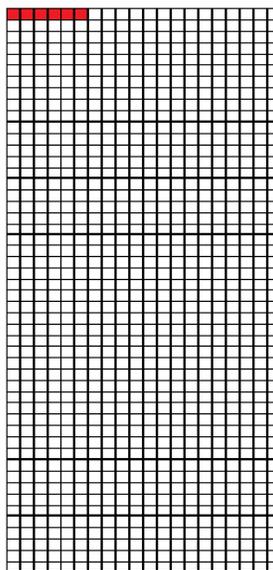


## Anexo 2. Entrenamiento en el entendimiento de probabilidades por parte de los encuestados

A continuación, le presentaremos información sobre el riesgo de fallecer por algunas causas en nuestro país:

- De acuerdo al Ministerio de Salud Y Protección Social de Colombia, el año 2019 fallecieron 244.355 personas.
- Para el mismo año, la población de Colombia fue de 48 millones de personas aproximadamente. Esto quiere decir que el riesgo de fallecer, por cualquier causa, es de 5 en 1.000 por año
- Dicho de otra forma, en una comunidad de 1.000 personas, se espera que 5 personas fallezcan al año.
- Presentación de video: <https://bit.ly/3GI5x76>

Una forma de visualizar lo anterior, consiste en utilizar una figura con 1.000 cuadrículas. Como se ve en la figura, hemos coloreado 6 de las 1.000 cuadrículas, con el objetivo de representar las personas que fallecerían anualmente en cada comunidad. Las restantes  $1.000 - 6 = 994$  cuadrículas blancas, representan las personas que no fallecerían en un año determinado.



Es importante considerar que los riesgos que describiremos en la encuesta pueden ser mucho más pequeños, por ejemplo, un riesgo de muerte puede ser de 30 en 100.000, lo que implicaría mostrar 100 de estas cuadrículas, en donde 99 de ellas estarían vacías. Por lo que lo resumiremos de la siguiente forma:

