



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

Universitat Politècnica de València - Departamento de Matemática Aplicada

Universitat de València - Facultad de Matemáticas

Máster en Investigación Matemática INVESTMAT

Trabajo de Fin de Máster

Modelos de ecuaciones estructurales en Psicología

Joan Vazquez Molina

Directores:

Pedro Fernández de Córdoba Castellá (UPV)

Esperanza Navarro Pardo (UV)

2012/2013

*A les persones que en la meua vida representen a la gent gran i als cuidadors:
la meua iaia i la tia Macu.*

I a tot el mon que ha fet d'enguany un any excepcional.

Resumen

Los modelos de ecuaciones estructurales (SEM) son una técnica estadística multivariante empleada para la validación empírica de teorías y la cuantificación de efectos causales, sobre todo en ciencias sociales. Sus fundamentos matemáticos han sido estudiados, centrándose en algunos aspectos de especial interés matemático. La técnica se ha dominado y aplicado a bases de datos reales, comprendiendo tanto los límites impuestos por las hipótesis estadísticas como las posibilidades para aplicaciones reales. Este conocimiento ha sido transmitido a los psicólogos del grupo de investigación InterTech y permitirá la construcción de modelos a partir de las bases de datos de que disponen.

En este trabajo se presenta, además, un nuevo modelo de ecuaciones estructurales basado en datos reales. 321 cuidadores de personas dependientes españoles habían sido previamente entrevistados acerca de la carga (CBI, [32] [54]), las estrategias de afrontamiento (COPE, [11] [8]), la salud psicosocial (GHQ, [28] [17]) y la satisfacción con el cuidado ([13] [25]). El modelo construido valida un modelo teórico del estrés en cuidadores desarrollado por Pearlin en 1990 [44] y cuantifica las relaciones causales entre las variables empleadas.

Resum

Els models d'equacions estructurals (SEM) són una tècnica estadística multivariant emprada per a la validació empírica de teories i la quantificació d'efectes causals, sobretot a les ciències socials. Els seus fonaments matemàtics han sigut estudiats, centrant-se en alguns aspectes d'especial interès matemàtic. La tècnica s'ha dominat i aplicat a bases de dades reals, comprenent tant els límits imposats per les hipòtesis estadístiques com les possibilitats per a aplicacions reals. Este coneixement ha sigut transmés als psicòlegs del grup d'investigació InterTech i permetrà la construcció de models a partir de les bases de dades de què disposen.

En este treball es presenta, a més a més, un nou model d'equacions estructurals basat en dades reals. 321 cuidadores de persones dependents de l'estat espanyol havien sigut previament entrevistats sobre la càrrega (CBI, [32] [54]), les estratègies d'afrontament (COPE, [11] [8]), la salut psicosocial (GHQ, [28] [17]) i la satisfacció amb el cuidat ([13] [25]). El model construït valida un model teòric del estrés en cuidadors desenvolupat per Pearlin en 1990 [44] i quantifica les relacions causals entre les variables emprades.

Abstract

Structural Equation Modelling (SEM) is a multivariate statistical technique employed for the empirical validation of theories and quantification of causal effects, particularly in the social sciences. Its mathematical fundamentals have been studied, focusing on some aspects of particular mathematical interest. The technique has been mastered and applied to real databases, understanding both the limits imposed by statistical assumptions and the possibilities for real applications. This knowledge has been transferred to the psychologists of the InterTech research group and will allow the construction of this kind of models from the databases that they own.

In this report, moreover, a novel structural equation model based on real data is presented. 321 Spanish informal caregivers had been previously interviewed on the subjects of burden (CBI, [32] [54]), coping strategies (COPE, [11] [8]), psychosocial health (GHQ, [28] [17]) and caregiver satisfaction ([13] [25]). The model constructed validates a theoretical model of caregiver's stress developed by Pearlin in 1990 [44] and quantifies the causal relationships between the variables employed.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer enormemente la ayuda del profesor Julián Montoro (California State University) en el aprendizaje de los fundamentos de los modelos de ecuaciones estructurales, así como la revisión del modelo final que aquí se presenta.

También quiero agradecer a la profesora Andrea Conchado (UPV) las discusiones en torno a los SEM y en especial las referencias que me proporcionó. Quizá algún día se construya una comunidad SEM en la UPV.

Agradezco a las psicólogas Andrea Vázquez, Carmen Moret, Romina Díaz-Dhó y Teresa Pastor la colaboración durante todo el curso y el hecho de que me permitiesen utilizar sus bases de datos para la elaboración de modelos.

Asimismo, agradezco al resto de compañeros de InterTech y del máster Investmat los buenos momentos a lo largo del curso.

Finalmente, agradezco a mis directores Pedro Fernández de Córdoba y Esperanza Navarro Pardo todo el apoyo recibido, que va más allá de la elaboración de este trabajo fin de máster.

Índice general

1	Introducción	1
1.1	Contexto y Motivación	1
1.2	Objetivos generales	2
1.2.1	Entregables	3
1.2.2	Plan de formación	3
1.3	Interés	4
2	Introducción a los modelos de ecuaciones estructurales	5
2.1	El problema	5
2.2	Los datos: la matriz de covarianza	6
2.3	Grafos causales	7
2.3.1	Tipos de variables	7
2.3.2	Relaciones causales	8
2.4	Hipótesis estadísticas	9
2.4.1	Independencia	10
2.4.2	Hipótesis sobre las distribuciones de probabilidad	10
2.4.3	Linealidad	13
2.4.4	Tamaño de muestra	13
2.5	Especificación del modelo	14
2.5.1	El modelo de medida	15
2.5.2	Extracción de factores. El gráfico de sedimentación.	17
2.5.3	El modelo estructural	18
2.6	La matriz de covarianza reproducida	18
2.6.1	Del grafo a las ecuaciones	19
2.6.2	Propiedades de la covarianza	19
2.6.3	Implicaciones	20
2.7	El modelo LISREL	20
2.8	Estimación de parámetros	24
2.8.1	Identificación del modelo	24
2.8.2	Datos ausentes	26
2.8.3	Métodos de estimación	28

2.9	Bondad de ajuste	29
2.9.1	Estadístico χ^2	30
2.9.2	Comparative Fit Index (CFI)	31
2.9.3	Root Mean Square Error of Aproximation (RMSEA)	31
2.9.4	Índices de modificación	32
2.10	Líneas de I+D de especial interés matemático	33
2.11	Conclusión	35
3	Modelo de ecuaciones estructurales del estrés en cuidadores de personas dependientes	37
3.1	Fundamentos teóricos: Dependencia y cuidadores familiares	37
3.1.1	Concepto de dependencia	38
3.1.2	El apoyo informal: concepto de cuidador familiar	38
3.1.3	Modelo de estrés en el cuidador familiar	40
3.2	Objetivos	41
3.3	Metodología	41
3.3.1	Muestra y procedimiento	41
3.3.2	Cuestionario	42
3.3.3	Análisis estadísticos y modelado	44
3.4	Resultados y discusión	45
3.4.1	Análisis factorial	45
3.4.2	Modelo de ecuaciones estructurales	59
3.5	Conclusión	67
A	Cuestionario	69

Índice de figuras

2.1	Ejemplo de grafo causal, el fundamento de los SEM.	9
2.2	Ejemplo canónico de distribución normal multivariante (Wikipedia). . . .	11
2.3	Ejemplo de modelo de medida.	17
2.4	Ejemplo de modelo estructural.	18
2.5	Ejemplo de modelo con notación LISREL (en caracteres latinos).	24
2.6	Ejemplo de modelo no identificado.	26
2.7	Ejemplos de buen y mal uso de los índices de modificación (StatWiki). . .	33
2.8	Diagrama de tareas para la elaboración de un SEM.	35
3.1	Modelo multidimensional de agentes estresantes de Pearlin [44].	40
3.2	Gráfico de sedimentación de la escala de satisfacción con el cuidado. . . .	47
3.3	Modelo de medida de la (in-)satisfacción con el cuidado.	48
3.4	Gráfico de sedimentación del CBI.	50
3.5	Modelo de medida del CBI.	51
3.6	Gráfico de sedimentación del COPE.	54
3.7	Gráfico de factores rotados del COPE.	55
3.8	Modelo de medida del COPE.	56
3.9	Gráfico de sedimentación del GHQ.	58
3.10	Modelo de medida del GHQ.	59
3.11	Esquema del modelo estructural a construir a partir de los factores obtenidos y su interpretación en base al <i>modelo de Pearlin</i> (no se incluyen los errores).	60
3.12	Modelo de ecuaciones estructurales del estrés en cuidadores.	61
3.13	Tamaño mínimo de muestra en función del efecto mínimo a observar. . . .	66

Índice de tablas

2.1	Condiciones prácticas para la normalidad de una variable.	12
2.2	Significado de las matrices del modelo LISREL.	22
2.3	Conclusiones a extraer del χ^2/df	31
2.4	Conclusiones a extraer del <i>CFI</i>	31
2.5	Conclusiones a extraer del <i>RMSEA</i>	32
2.6	Algunas consecuencias de añadir una relación causal a partir de los índices de modificación.	32
3.1	Características del análisis factorial.	44
3.2	Estadísticos descriptivos de la escala de satisfacción con el cuidado.	46
3.3	KMO y Barlett de la escala de satisfacción con el cuidado.	46
3.4	Pesos factoriales de la escala de satisfacción con el cuidado.	47
3.5	Estadísticos descriptivos del CBI.	49
3.6	KMO y Barlett del CBI.	50
3.7	Pesos factoriales del CBI.	52
3.8	Estadísticos descriptivos del COPE.	53
3.9	KMO y Barlett del COPE.	54
3.10	Pesos factoriales del COPE.	55
3.11	Medidas de fiabilidad de las subescalas del GHQ.	57
3.12	Estadísticos descriptivos del GHQ.	57
3.13	KMO y Barlett del GHQ.	57
3.14	Pesos factoriales del GHQ.	58
3.15	Parámetros estimados: pesos del modelo estructural del SEM de la figura 3.12.	63
3.16	Parámetros estimados: correlaciones del modelo estructural del SEM de la figura 3.12.	63
3.17	Parámetros estimados: pesos del modelo de medida del SEM de la figura 3.12.	64
3.18	Índices de bondad de ajuste del modelo de ecuaciones estructurales.	65

Capítulo 1

Introducción

Los modelos de ecuaciones estructurales¹ son una herramienta estadística multivariante que permite validar y cuantificar relaciones causales entre conceptos a partir de datos observados. Así, también se denomina modelo de ecuaciones estructurales al modelo concreto que resulta de aplicar esta herramienta.

En los últimos años la popularidad de los SEM ha crecido enormemente y son muchos los investigadores en ciencias sociales que los emplean para confirmar sus modelos teóricos.

Pese a sus diferencias, para que el lector tenga una primera idea, se puede englobar a los modelos de ecuaciones estructurales en la familia de los modelos gráficos probabilistas (junto con las Redes Bayesianas, las Redes de Markov, etc.), en tanto que postulan unas relaciones causales entre variables aleatorias.

1.1 Contexto y Motivación

El Grupo de Modelización Interdisciplinar (Intertech) es un grupo de investigación asociado al Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada de la Universitat Politècnica de València en el que se dan cita investigadores provenientes de muy diversos ámbitos (matemáticos, físicos, biólogos, ingenieros, psicólogos, etc.).

En concreto, Intertech tiene un área de investigación en Psicología, en colaboración con la Universitat de València, que se centra en desarrollar modelos matemáticos de distintos fenómenos psicológicos. Así, los psicólogos aportan su conocimiento teórico en la materia y los datos experimentales de sus estudios, mientras que los matemáticos aportan su experiencia en estrategias de modelización y técnicas estadísticas, con la esperanza de que de esta simbiosis surjan modelos útiles y robustos.

¹Abreviado MES o SEM, por sus siglas en inglés.

Dada la importancia que los SEM han cobrado en los últimos años y el hecho de que el grupo dispone de diversas bases de datos por explotar, surgió la idea de elaborar modelos de ecuaciones estructurales en los campos de interés de los psicólogos del grupo.

Parte del trabajo desarrollado se presenta en esta memoria como Trabajo Fin de Máster para la obtención del Máster en Investigación Matemática (INVESTMAT) de la Universitat de València y la Universitat Politècnica de València. Por lo tanto, el trabajo debe presentar suficiente rigor y profundidad matemática; pero no hay que olvidar que es susceptible de ser leído y debe ser entendido por psicólogos sin una amplia formación matemática. El *lector ideal* en el que se piensa al escribir este trabajo es tanto un matemático interesado en modelar sistemas psicosociales como un psicólogo que desee adentrarse en los fundamentos matemáticos de un tipo de modelos cada vez más extendido. Así, tanto uno como otro deberán perdonar ciertas trivialidades en sus respectivos campos, en aras de un alcance verdaderamente interdisciplinar.

1.2 Objetivos generales

Los objetivos del presente proyecto se separan en dos grandes grupos:

1. Comprender los fundamentos matemáticos de los SEM

El nivel de desarrollo del software actual permite que numerosos investigadores elaboren modelos de ecuaciones estructurales sin necesidad de comprender sus fundamentos matemáticos. Sin entrar a criticar esta práctica, es interesante para el grupo adentrarse en el estudio de las técnicas estadísticas para que el software no sea una *caja negra*. En concreto, habrá que comprender el formalismo matricial, las hipótesis y su importancia relativa, los diferentes algoritmos de estimación y las condiciones de convergencia, el significado de los parámetros de la solución, la solidez de los indicadores que permiten aceptar el modelo propuesto, etc. Además, esto permitirá entender las principales líneas de investigación que, en todo el mundo, tratan de desarrollar los fundamentos matemáticos de los SEM para adaptarlos a situaciones cada vez más generales. Finalmente, será necesario transferir todo este conocimiento al resto de investigadores del grupo que estén interesados.

2. Elaborar SEMs a partir de bases de datos

En el grupo hay doctorandos en psicología interesados en elaborar SEMs a partir de sus respectivas bases de datos, y el grupo colabora con investigadores externos con el mismo interés. Una vez adquirido el conocimiento técnico, será necesario aplicarlo para intentar validar teorías en diferentes campos de la psicología. En concreto, en esta tesina se presenta un modelo elaborado a partir de una base de datos de cuidadores de personas dependientes.

1.2.1 Entregables

El principal entregable serán los modelos de ecuaciones estructurales de las respectivas bases de datos que se empleen.

Además, para cumplir con el objetivo de transferencia de conocimiento, el presente Trabajo Fin de Máster contará con un capítulo donde se expliquen de forma clara los fundamentos de los SEM. Éste capítulo debe ser lo suficientemente rico matemáticamente para cumplir los requisitos del TFM del máster en Investigación Matemática y para que futuros ingenieros/matemáticos sin conocimiento previo puedan ser operativos tras su lectura. Pero también debe complementar la jerga y las ecuaciones con otras explicaciones de modo que un investigador en ciencias sociales interesado en aplicar los SEMs a su trabajo sea consciente de lo que el marco matemático permite hacer y lo que no, y adquiera unas nociones básicas que le permitan comprobar las hipótesis y escoger sabiamente las opciones que ofrece el software.

1.2.2 Plan de formación

Para el correcto desarrollo del presente trabajo se requiere un plan de formación en los fundamentos de las ecuaciones estructurales. El autor participó en el curso:

- *Seminario de metodología de investigación: Introducción a los modelos de ecuaciones estructurales (SEM)*

impartido en septiembre de 2012 por el Dr. Julián Montoro (California State University) en el Centro de Formación Permanente de la Universitat Politècnica de València, y organizado por el Dr. Manuel Ródenes (UPV), con una carga de trabajo estimada de 15 horas. Tras este curso, se considera que se tiene la suficiente autonomía para abordar con éxito la construcción de los primeros modelos simples, enfrentarse a problemas concretos y ser capaz de entender la bibliografía básica. Tras obtener cierta experiencia con modelos concretos, se adquiere la visión global para comprender las posibilidades y límites de esta técnica estadística y los artículos científicos más punteros.

Además, el autor realizó el curso:

- *Probabilistic Graphical Models*

impartido por la Dra Daphne Koller y proveído por Stanford University en la plataforma online Coursera, con una carga de trabajo estimada de 60 horas. Este curso se centra en Redes Bayesianas y de Markov, campos que se intersectan mucho con los SEM. Tras este curso, se tiene una visión mucho más general de los que son los modelos causales y se comprenden mejor las particularidades y el ámbito de aplicación de los SEM.

1.3 Interés

El principal interés de los Modelos de Ecuaciones Estructurales es validar, a partir de datos empíricos, una teoría causal. Esto permite que los investigadores en ciencias sociales puedan descubrir si sus explicaciones teóricas de los fenómenos se corresponden con la realidad o no.

Con el conocimiento adquirido gracias a la elaboración del presente trabajo fin de máster se podrá elaborar modelos con las bases de datos de que disponen los psicólogos de Inter-Tech, lo que dará lugar a progresos en sus respectivas áreas de conocimiento y en último lugar a artículos en revistas de impacto. Además, al dominar esta técnica estadística, se podrán crear puentes con otros grupos de investigación interesados en elaborar modelos estructurales a partir de sus propias bases de datos.

El modelo que se presenta en esta tesina revela ciertos mecanismos de la satisfacción y la salud de los cuidadores de personas dependientes. Se enmarca en el trabajo de investigación de Andrea Vázquez, que trata de profundizar en la determinadas variables psicológicas de dichos cuidadores. Una mejor comprensión de los factores que influyen en su satisfacción permite un mejor tratamiento psicológico de estas personas y la elaboración de planes de intervención más realistas y eficaces.

Además, la metodología empleada permite la validación empírica de un modelo de estrés en cuidadores basado en el modelo de Pearlin [44]. Esto proporciona argumentos sólidos a los debates abiertos sobre la psicología del cuidado.

Capítulo 2

Introducción a los modelos de ecuaciones estructurales

Un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) es una herramienta estadística empleada para verificar y cuantificar teorías a partir de datos observados, principalmente en ciencias sociales.

Los SEM empezaron a desarrollarse en los años setenta cuando se fusionó el *análisis factorial*, técnica proveniente de la tradición psicométrica, con las *ecuaciones simultáneas*, entonces empleadas extensamente en econometría. Los esfuerzos conjuntos de investigadores de distintos ámbitos, como Keesling, Wiley o Goldberger dieron lugar a un marco teórico que generalizaba estas técnicas y permitía emplearlas conjuntamente. Jöreskog desarrolló el hoy llamado *modelo LISREL*, y creó el primer software específico para el desarrollo de modelos de ecuaciones estructurales¹[3][27].

En este capítulo se va a explicar su uso y sus fundamentos matemáticos, con el objetivo de que el lector se familiarice con los conceptos relevantes y encuentre respuesta a la mayor parte de las preguntas que surgen inicialmente. Si encuentra el campo de su interés, las referencias [3] y [47] son buenas introducciones que contienen todo lo necesario para empezar a construir modelos.

2.1 El problema

¿Qué factores son más importantes a la hora de predecir la depresión? ¿Hay alguna relación entre el nivel de ingresos de los padres y la felicidad de los hijos o sus resultados en la

¹Este software también fue llamado LISREL, pero no debe confundirse el programa con el marco matemático que proporciona el modelo LISREL, de validez general y en el que virtualmente se basan también el resto de programas del sector.

selectividad? ¿Existe algún tipo de habilidad subyacente a la habilidad verbal y la espacial? Los investigadores sociales se enfrentan a este tipo de cuestiones continuamente y proponen teorías que explican las relaciones entre fenómenos. ¿Cómo comprobar si sus teorías son acertadas?

Para contrastar empíricamente este tipo de teorías, generalmente se recurre a mediciones e indicadores en forma de tests, escalas o pruebas de cualquier tipo. Pese a que las ciencias sociales también se basan en el método científico, existen notables diferencias con las ciencias naturales. Por un lado, este tipo de tests cuenta con un componente subjetivo o de error inevitable que no suele aparecer en las ciencias naturales. Además, puede suceder que la teoría propuesta por el investigador incluya conceptos que no sean directamente medibles, llamados *latentes*.

En este contexto, los SEM permiten tomar todos los datos recabados y enfrentarlos a la teoría propuesta, para decidir si puede ser aceptada o no. Dos de las principales ventajas de los SEM frente a otras técnicas estadísticas tradicionales, y lo que motiva su reciente desarrollo, son precisamente:

- La posibilidad de emplear y hacer afirmaciones sobre variables latentes (no medidas directamente).
- La consideración explícita del error de medida.

2.2 Los datos: la matriz de covarianza

El investigador que desee validar una teoría por medio de un SEM deberá, en primer término, diseñar un estudio experimental donde mida las variables de interés en una muestra de la población. El buen diseño de experimentos en ciencias sociales es toda una disciplina en sí misma y, aunque el tema escapa al alcance de esta tesina, es una de las partes más importantes del trabajo y rara vez se le dedica la atención que merece. Conviene no olvidar que de un mal diseño experimental es difícil sacar un buen modelo.

A través de la aplicación de tests, cuestionarios y baterías, al final lo que se tiene no es más que un conjunto de datos en una matriz. Cada fila de la matriz se corresponde con un *sujeto* de la muestra (*sujeto* en el sentido más general: individuo, entidad, instancia, etc), al que se han aplicado a determinadas pruebas y cuestionarios, y cada columna de la matriz se corresponde con una de las variables medidas².

Si en total hay n variables medidas, sea cual sea el tamaño de la muestra, se tendrá una matriz de covarianza $S_{n \times n}$. Estas covarianzas son los datos empíricos que se emplearán y que permitirán contrastar la teoría propuesta con la realidad.

²Nótese que, aunque desde un punto de vista matemático esto parece una pérdida de generalidad, en la práctica los investigadores sociales casi siempre se encuentran en esta situación.

2.3 Grafos causales

Una de las formas más sencillas de representar una teoría en ciencias sociales es mediante un grafo causal donde los nodos representan las *variables* y las aristas direccionadas representan las *relaciones causales*.

2.3.1 Tipos de variables

En un SEM las variables se clasifican como:

Observables o Latentes: Las variables medidas directamente son los observables y se representan mediante rectángulos. Las variables que no se observan directamente pero que se manifiestan a través de observables se denominan factores latentes (o simplemente **factores**) y se representan mediante elipses; a sus observables asociados se les suele llamar **indicadores** [de dicho factor].

Endógenas o Exógenas: Se ha hablado de establecer relaciones causales entre variables. Las variables que reciben el efecto de otras variables se denominan endógenas, mientras que las que no sienten el efecto de otras variables son exógenas. Se puede pensar que las *causas* son las variables exógenas y los *efectos* son las endógenas. Nótese que, según la definición, si una variable es a la vez *causa* de algo y *efecto* de otra cosa, se considera endógena.

Estas dos definiciones pueden parecer triviales, pero la importancia de la distinción se verá cuando se trate el modelo matricial, en la sección 2.7.

Por otro lado, en función del tipo de información que codifique una variable, habrá que tener siempre presente si es de tipo:

Nominal o Categórico: La variable mide un aspecto cualitativo, como el estado civil (casado/soltero/viudo...) o el género (mujer/hombre).

Ordinal: Existe una relación de orden entre los valores que codifica la variable, pero no una métrica, como por ejemplo en la variable *¿Le gusta el helado de fresa?* (Mucho = 2 / Poco = 1 / Nada = 0). En este caso, sabemos que Mucho > Poco, pero no necesariamente el doble.

Escala: Las variables son continuas y existe una métrica subyacente. Por ejemplo la nota de un examen, medida de 0 a 10.

Nótese que todos los tipos de variables se pueden codificar de forma numérica y esto no cambia su naturaleza. Por ejemplo, (mujer=0 / hombre=1) sigue siendo nominal.

Un asunto muy importante en los SEM es el paso de variables ordinales a tipo escala. En la práctica, la mayor parte de variables son respuestas a tests de tipo Likert (Totalmente de

acuerdo / ... / Totalmente en desacuerdo) que estrictamente son ordinales. Sin embargo, el criterio convencional es que **si la variable ordinal tiene al menos cinco posibles respuestas se puede considerar de tipo escala**. Simulaciones numéricas muestran que incluso con cuatro respuestas se puede considerar de tipo escala [7].

2.3.2 Relaciones causales

En un modelo teórico el tipo de relación causal se representa en las aristas. Pueden darse:

Relación causa-efecto: se representa por una flecha, dirigida desde la causa hacia el efecto. El tema de la causalidad y la imposibilidad de hacer afirmaciones al respecto se discute desde hace siglos. Sin embargo, en la práctica, se admite que es lícito hablar de relación causal si se cumplen las siguientes condiciones [3]:

1. Prioridad temporal: la causa siempre precede en el tiempo al efecto. Esto deja abierta la cuestión de cuánto tiempo puede transcurrir entre la causa y el efecto. Por ejemplo, soltar un vaso hace que se caiga al suelo y se rompa al instante, pero maltratar psicológicamente a un niño se puede manifestar en problemas mentales muchos años después.
2. Correlación direccional: las variables deben estar correlacionadas, pero además debe haber direccionalidad. Esto es, si se afirma que A es la causa de B, entonces la variación de A debe variar B, pero la variación de B no debe influir en A necesariamente.
3. Aislamiento de alternativas: no deben existir otras causas inadvertidas o causas comunes.

Correlación: cuando no se puede afirmar que una variable sea la causa de la otra pero están correlacionadas se emplea una flecha doble. La correlación es por tanto una relación simétrica.

Independencia: aunque no lo parezca, la ausencia de una arista entre dos variables también es una afirmación, la de que las variables son independientes. La importancia de la hipótesis de independencia es tal que *buenos* modelos pueden ser rechazados estadísticamente porque no se ha permitido una correlación entre dos variables.

Desde un punto de vista filosófico se puede discutir extensamente sobre si es posible hacer afirmaciones de causalidad o independencia. Este tipo de debates son importantes e interesantes, pero la necesidad de este tipo de afirmaciones para el desarrollo de la ciencia y la sociedad hace que se evite entrar en un callejón sin salida.

Dicho esto, los modelos en ciencias sociales que los SEM permiten validar son los que se pueden representar mediante un grafo orientado. El grafo será casi siempre conexo, pues no

tiene mucho sentido considerar variables aisladas ni bloques no relacionados en un mismo modelo.

Ejemplo 1 *Ejemplo de grafo causal:* considérese el modelo teórico de la figura 2.1³. En él se afirma que el prestigio matemático es el resultado de la inteligencia matemática. Se tienen las siguientes variables:

- 6 variables observables o indicadores (endógenas).
- 9 variables latentes, de las cuales
 - 2 factores: Inteligencia (exógena) y Prestigio (endógena).
 - 6 errores asociados a los indicadores (exógenas).
 - 1 error asociado a la variable latente endógena (exógena).

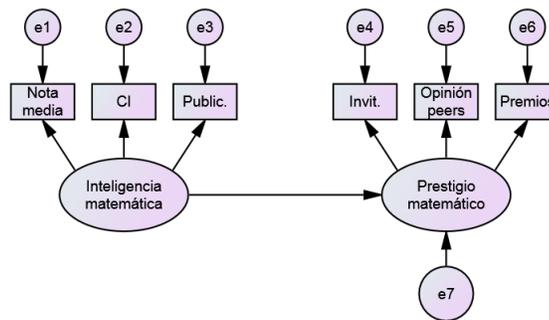


Figura 2.1: Ejemplo de grafo causal, el fundamento de los SEM.

Aquí lo que se afirma es que existe una variable no medible directamente, llamada inteligencia matemática, que se manifiesta y puede ser medida (con error) en la nota media, el coeficiente intelectual y el número de publicaciones. Análogamente sucede con el prestigio matemático. Además, se establece una relación causal entre la inteligencia y el prestigio. Como no se pretende que la sola causa del prestigio sea la inteligencia, se hace necesario el error asociado al prestigio, que de algún modo engloba el resto de causas.

La metodología de los SEM permitirá decidir si el modelo es aceptable o no y cuál es la fuerza de la relación causal.

2.4 Hipótesis estadísticas

Antes de entrar en la construcción del modelo, es necesario entender qué hipótesis deben cumplir las variables y sus relaciones, para ver si es lícito construirlo. Hay que decir que

³El ejemplo, al igual que todos los que siguen en el capítulo, pretende ser ilustrativo y no necesariamente realista.

existe un desfase generalizado entre los

- Supuestos estadísticos que permiten los últimos desarrollos matemáticos, cada vez más relajados.
- Supuestos estadísticos que exige el software empleado, en general demasiado restrictivos, puesto que se tarda un tiempo en adaptar e integrar los últimos desarrollos. En lo sucesivo nos referimos explícitamente a estos últimos, al menos para el caso del software empleado, AMOS de IBM.

En este apartado, sin embargo, los matemáticos deben abandonar la idea que tienen de hipótesis como condición *sine qua non* para poder aplicar un teorema. Si se aplicasen en sentido estricto, casi ninguna base de datos real podría ser empleada para elaborar modelos de ecuaciones estructurales. Del mismo modo, podemos ver numerosos artículos donde los autores ni siquiera se molestan en comprobar las hipótesis, y los psicólogos deben entender la importancia de hacerlo. Así, la forma correcta de entender las siguientes hipótesis es como *los supuestos en los que se basan los métodos de estimación y de bondad del modelo*, de los que los datos se pueden alejar ligeramente, pero no completamente. Cuánto se pueden alejar es algo que queda al criterio del modelador. En cualquier caso, en la presentación de resultados se debe siempre comentar si se satisfacen o no las hipótesis.

2.4.1 Independencia

Los *sujetos* de la muestra deben ser escogidos de forma independiente a partir de la población bajo estudio⁴. Este tema atañe al diseño experimental y la selección de la muestra y los investigadores en ciencias sociales tienen amplia formación al respecto.

Ejemplo 2 *Para apreciar la dificultad que en ocasiones se puede presentar, considérese por ejemplo que la población bajo estudio son los alumnos del máster de matemáticas. Si la muestra son unos cuantos alumnos entrevistados a la salida de una clase, se introduce un sesgo importante, pues la muestra sólo es estrictamente representativa de los alumnos que asisten a dicha clase.*

2.4.2 Hipótesis sobre las distribuciones de probabilidad

Según el método de estimación que se emplee, se requerirán ciertos supuestos sobre las distribuciones de probabilidad.

⁴Se suele decir simplemente que las observaciones deben ser independientes, pero esto se puede prestar a confusión, pues no son las variables medidas las que deben ser independientes (de hecho, ¡en los SEM se trata de averiguar sus relaciones!), sino los sujetos en los que se miden estas variables.

Por lo general, y para el método de la máxima verosimilitud en particular (que es el que se empleará y el más extendido), es suficiente con que la distribución sea Normal Multivariante [2].

Definición 1 Una variable aleatoria de k dimensiones $X = [X_1, X_2, \dots, X_k]$ tiene una distribución **Normal Multivariante** si:

$$Y = \alpha_1 X_1 + \dots + \alpha_k X_k, \quad \forall \alpha = [\alpha_1, \dots, \alpha_k] \in \mathbb{R}^k$$

sigue una distribución Normal.

La interpretación geométrica de la normalidad multivariante es que los contornos de equidensidad de datos son elipsoides centrados en la media. La figura 2.2 muestra el ejemplo canónico en dos dimensiones. La distribución queda perfectamente definida a partir del vector de medias $\mu = [\mu_1, \dots, \mu_n]$ y la matriz de covarianza $\Sigma_{n \times n}$.

Nota 1 Si una variable aleatoria de k dimensiones $X = [X_1, X_2, \dots, X_k]$ tiene una distribución Normal Multivariante, entonces $X_i \quad \forall i \in \{1, k\}$ tiene una distribución normal. Sin embargo, **el recíproco no se cumple**.

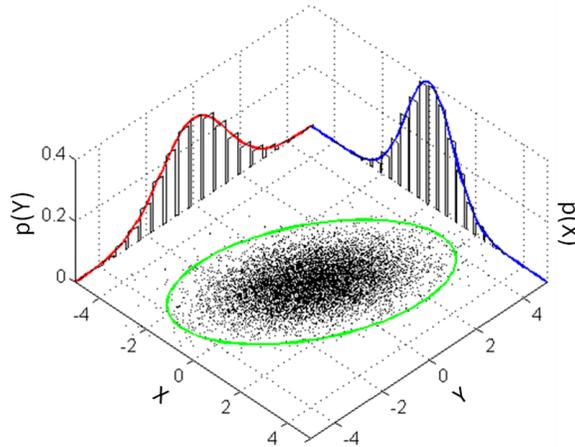


Figura 2.2: Ejemplo canónico de distribución normal multivariante (Wikipedia).

La forma más conocida de evaluar la normalidad multivariante es el **Test de Mardia** [30]. La teoría estadística al respecto se ha desarrollado mucho en los últimos años, y el lector interesado encontrará una revisión exhaustiva en [21]. Ahí se demuestra que cualquier test invariante de normalidad multivariante es función de la distancia de Mahalanobis [29].

Definición 2 Sean X e Y dos variables aleatorias de k dimensiones con la misma distribución de probabilidad cuya matriz de covarianza es $\Sigma_{k \times k} = \Sigma$. La **distancia de Mahalanobis** es:

$$d_m(X, Y) = \sqrt{(X - Y)^T \Sigma^{-1} (X - Y)}$$

Se puede entender esta distancia como la distancia euclídea ponderada por la matriz de covarianzas. Con esto se consiguen dos cosas: que la escala de medida de las variables no importe (al dividir por las varianzas de la diagonal de la matriz) y que dimensiones correlacionadas no aumenten artificialmente la distancia (al dividir por las covarianzas).

En la práctica, no existe ningún test concluyente, práctico y universalmente aceptado de normalidad multivariante. Lo que se suele hacer es comprobar si la asimetría y la curtosis de cada variable cumplen con los límites de la tabla 2.1, pues así se pueden localizar los problemas. Conviene recordar, como dice la nota 1, que comprobar la normalidad de todas las variables no asegura normalidad multivariante.

Parámetro	Valor
Asimetría	3
Curtosis	10

Tabla 2.1: Condiciones prácticas para la normalidad de una variable.

En cualquier caso, el método de *maximum likelihood* es muy robusto frente a desviaciones de la normalidad [41], por lo que muchos autores ni siquiera la comprueban.

Existe una importantísima excepción al requerimiento de normalidad:

“There is another, more general, situation under which maximum likelihood estimation can be carried out. If some **exogenous variables are fixed** (that is, they are either known beforehand or measured without error), their **distributions may have any shape**, provided that:

- For any value pattern of the fixed variables, the remaining (random) variables have a (conditional) normal distribution.
- The (conditional) variance-covariance matrix of the random variables is the same for every pattern of the fixed variables.
- The (conditional) expected values of the random variables depend linearly on the values of the fixed variables.” [2]

Nótese que la mayoría de indicadores socioeconómicos o variables objetivas encajan en este caso. *Género, situación laboral, estado civil, presencia de árboles, número de ventanas*, etc. son variables medidas sin error y, siempre que sean exógenas, podrán tener cualquier distribución.

Finalmente, hay otros métodos de estimación diferentes a *maximum likelihood* que no exigen normalidad, y por ejemplo permiten el uso de variables ordinales (mediante el empleo de matrices de correlaciones policóricas en lugar de la matriz de covarianzas), o incluso el uso de variables con cualquier distribución. Será objeto de discusión en la sección 2.8..

2.4.3 Linealidad

Los SEM sólo son capaces de capturar las relaciones lineales entre variables. Ésta es probablemente la restricción más grande a la hora de elaborar un modelo realista.

Desde una perspectiva matemática, se tiende a pensar que de todas las funciones que existen, ceñirse a las lineales hace que los modelos sean casi inútiles. Sin embargo, es razonable pensar que la mayoría de las relaciones reales entre variables psicológicas y sociales van a ser, si no lineales, al menos monótonas (en el sentido de que van a ser crecientes o decrecientes, pero sin cambios de signo). Aunque esta relación no sea estrictamente lineal, los SEM siguen siendo un método válido que capturará la parte lineal de la relación.

El problema viene para las variables que tengan relaciones no monótonas (piénsese en parábolas o puntos de inflexión). En este caso, la metodología de las ecuaciones estructurales no se podrá emplear. Siempre se puede recurrir a la teoría subyacente o a gráficos de dispersión simples para descartar ciertas relaciones entre variables.

Cabe mencionar que, pese a la importancia que el supuesto de linealidad tiene a la hora de modelar y de interpretar los resultados, rara vez se menciona en los artículos publicados.

2.4.4 Tamaño de muestra

El investigador que esté acostumbrado a calcular tamaños mínimos de muestra en estadística clásica esperará y deseará una fórmula análoga en el caso de los SEM. Pero, tras treinta años de desarrollo, el debate sobre el tamaño de muestra mínimo sigue abierto en el mundo de las ecuaciones estructurales. Como regla general, se suele decir que el tamaño mínimo debe ser $N = 200$, o $N = 10 \cdot I$, donde I es el número de indicadores [52]. En la literatura se observan estudios con muestras que van desde las decenas a las decenas de miles, sin abordar realmente el problema. Es evidente que un asunto tan importante merece una respuesta más elaborada que una N genérica y en un futuro los SEMs se tienen que dotar de una forma robusta de conocer la confianza que inspira la muestra.

Hasta el momento, ha habido dos grandes logros. Por un lado, estimaciones mediante 35.000 simulaciones de Monte Carlo establecieron la siguiente regla empírica [31]:

$$N_1 \geq 50r^2 - 450r + 1100, \quad (2.1)$$

donde r es el número medio de indicadores por variable latente.

Por otro lado, hace pocos años Westland estableció un método para calcular el tamaño mínimo muestral con una fórmula de la forma⁵ [52]:

⁵La fórmula exacta y su explicación escapan al alcance de esta tesina. El lector interesado puede

$$N_2 = f(k, \delta | \alpha, \beta), \quad (2.2)$$

donde k es el número de variables latentes, δ es el efecto mínimo a observar, α es la significación del test y $(1 - \beta)$ es el poder del test. Valores típicos de estos parámetros son $\alpha = 0.05$, $(1 - \beta) = 0.95$ y $\delta = 0.1, 0.3, 0.5$ según se busque un efecto mínimo pequeño, medio o grande respectivamente. Considerando como tamaño mínimo $N = \max(N_1, N_2)$, se concluyó que el 83% de los artículos publicados no cumplían el requerimiento muestral mínimo.

Recientemente, Daniel Soper descubrió un error en el software de Westland y en realidad sólo (sic) un 53% de los artículos tenían un tamaño muestral menor al mínimo [49]. Su página web permite calcular el tamaño mínimo muestral a partir de las fórmulas de Westland y es seguramente el mejor recurso de que se dispone hoy en día al respecto. El hecho de que su desarrollo sea tan reciente y que tantos artículos se sigan basando en *reglas de oro* genéricas es una muestra de la dificultad del problema o de la poca importancia que muchos investigadores sociales le dan.

2.5 Especificación del modelo

Según lo visto hasta ahora, un modelo de ecuaciones estructurales M se puede representar mediante un grafo orientado (que establece las relaciones causales entre variables, medidas o latentes) y una serie de parámetros o pesos asociados a las aristas del grafo. Es decir,

$$M = \{G, \Theta_G\} \quad (2.3)$$

donde G es el grafo orientado y Θ_G son los parámetros (según la formulación de [1]).

En este momento conviene recordar que el modelador construye G y desea obtener Θ_G a partir de la base de datos, además de una serie de índices que indiquen si G se ajusta a la realidad de la base de datos o no.

Pese a que el modelo de ecuaciones estructurales es un *todo* y se estiman todos los parámetros conjuntamente, por razones históricas y de construcción del modelo se distingue entre *el modelo de medida* y *el modelo estructural*.

consultar [52] o [49].

2.5.1 El modelo de medida

El modelo de medida es la parte del modelo que especifica las relaciones entre los indicadores (o variables medidas) y sus factores latentes asociados. La filosofía subyacente es que las variables latentes, que no se pueden medir directamente, se manifiestan a través de sus indicadores. Esta técnica procede de la tradición psicométrica, en la que se miden dimensiones psicosociales a través de sus múltiples manifestaciones en la realidad.

Nunca se debe olvidar que, sin un buen modelo de medida previo, jamás se obtendrá un buen modelo. Una de las formas más habituales y sensatas de proceder es realizar un análisis factorial de los ítems medidos para construir buenos factores latentes. Jamás se debe presuponer que una serie de variables son indicadores de un factor sin realizar un análisis factorial confirmatorio antes.

Análisis factorial

El análisis factorial es una técnica estadística de reducción de dimensiones para explicar las correlaciones entre diversas variables a partir de un número menor de variables latentes.

Supongamos que tenemos medidos n_I indicadores o ítems que se supone que son manifestaciones de n_F factores latentes ($n_I > n_F$). El análisis factorial es la técnica que permite:

- Confirmar y medir el ajuste de la estructura factorial propuesta.
- Obtener los pesos de los diferentes indicadores.

En caso de que no se considere ninguna estructura factorial concreta, un *análisis factorial exploratorio* puede servir para descubrirla⁶.

En efecto, los modelos de ecuaciones estructurales son una generalización del análisis factorial, por lo que los fundamentos matemáticos de las siguientes secciones se aplican también al análisis factorial y se prescinde aquí de una explicación matemática particular.

Lo importante en esta sección es recalcar que **se debe realizar un análisis factorial confirmatorio para cada factor previamente a la construcción del modelo**, pues así se pueden identificar los problemas de antemano.

En principio, cuantos más indicadores se tenga por factor, mejor. Se recomienda un mínimo de tres, y al menos uno de ellos con un peso mayor o igual que 0.8.

⁶A juicio del autor, la distinción entre análisis exploratorio y confirmatorio no tiene ya mucho sentido, pues con los programas estadísticos actuales se reduce a fijar el número de factores de antemano o a dejar que el software decida en base a ciertas reglas. La diferencia es más bien conceptual, y el lector que no esté acostumbrado puede limitarse a pensar que en un análisis exploratorio se intenta descubrir la estructura factorial, mientras que en el confirmatorio se desea saber cuán buena es la estructura propuesta.

Nota 2 *Si se trabaja con un software estadístico como el SPSS para el análisis factorial previo, téngase la precaución de cambiar la opción por defecto, que es Análisis de Componentes Principales (¡pues no es un análisis factorial!) y poner otra, por ejemplo **Factorización en Ejes Principales**.*

Estos programas suelen ofrecer dos opciones: el análisis ortogonal u oblicuo. Se recomienda realizar el oblicuo, que significa simplemente que los factores producidos pueden estar correlacionados. A la hora de construir el modelo esto se traduce en que habrá que poner una flecha doble entre los dos factores para permitir la correlación. A cambio, se obtienen factores rotados interpretables más fácilmente, con pesos más elevados y teóricamente más generales, pues no se fuerza ninguna independencia.

Sobre los tests

El cuestionario del que se obtiene la base de datos juega un rol crucial en la elaboración del modelo de medida. Nada impide que el investigador se invente una serie de preguntas que supone indicadoras de un cierto factor, si después se confirman sus hipótesis. Pero por lo general, es altamente recomendable el empleo de **tests validados psicométricamente**, los que ya han demostrado que miden acertadamente las variables de interés.

Dicho esto, un error habitual consiste en tomar un test validado y aceptar la estructura factorial que se validó originalmente. Siempre⁷ se deberá rehacer un análisis factorial con la muestra recogida, para confirmar la estructura original. No son pocos los casos en que el modelo estructural no funciona porque la estructura factorial validada se ha tomado como un dogma de fe.

Además, no debe olvidarse que el empleo de los tests validados es un *medio* para construir factores aceptables, no un *fin* en sí mismo. En otros estudios, el investigador se puede centrar en los resultados del test. Pero en la especificación de un modelo de ecuaciones estructurales, el test es una fuente de indicadores y factores predecibles. Esto se traduce en que, si algunos de los ítems del test no colapsan claramente en ninguno de los factores teóricos, o si tienen una distribución muy alejada de la normalidad, o presentan cualquier otro inconveniente, no se debe dudar en eliminarlos del modelo. A los psicólogos les puede chocar tener que eliminar un ítem de un test validado, pero deben recordar que lo que se busca son factores latentes tan buenos como se pueda. Por supuesto, si se eliminan muchos ítems puede que no haya suficientes, pero ése es otro problema.

Otra cuestión habitual es si se pueden proponer unos factores diferentes a los que se validaron en el test (un número o una interpretación diferente). En este caso se debe proceder con mucho cuidado, pues las validaciones de tests suelen tener muestras muy altas y en ocasiones hasta dos muestras diferentes: una de estimación y otra de validación.

⁷Siempre, siempre, siempre.

Al cambiar los factores puede que el modelo se esté adecuando más a la muestra que a la población. En cualquier caso, si la decisión está debidamente justificada, se puede hacer. Conviene, en este caso, buscar en la bibliografía otras evidencias de que la estructura factorial original resulta problemática en diferentes muestras.

Finalmente, en el diseño de cuestionarios para la elaboración de modelos de ecuaciones estructurales, se debería priorizar aquellos tests que proporcionen un rango de respuesta lo más grande posible, para que las variables sean más continuas. Nótese que una respuesta de 0 a 9 siempre se puede transformar en un SI/NO, pero no al revés.

Ejemplo 3 La figura 2.3 muestra la parte del ejemplo 1 que forma el **modelo de medida**.

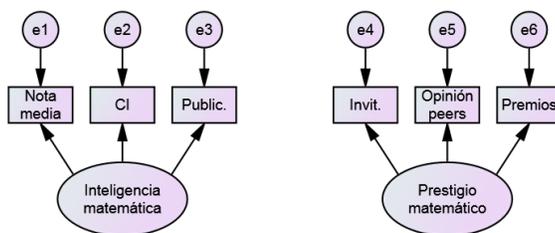


Figura 2.3: Ejemplo de modelo de medida.

2.5.2 Extracción de factores. El gráfico de sedimentación.

La cuestión fundamental que debe resolver un análisis factorial exploratorio es:

¿Cuántos factores n_F se deben extraer a partir de los n_I indicadores?

O lo que es lo mismo:

¿En cuántas dimensiones conceptualmente diferentes se pueden agrupar los indicadores? ¿Cuántas cosas está midiendo el test?

Cuando se pretenda confirmar la estructura factorial propuesta por los autores del test, la pregunta que se debe resolver es similar:

¿La estructura propuesta de n_F factores a partir de n_I indicadores se ajusta a la muestra?

En cualquiera de estos dos casos, el gráfico de sedimentación (*scree test*) que proporciona casi todo software estadístico es una de las mejores herramientas de que se dispone.

The scree test involves examining the graph of the eigenvalues (available via every software package) and looking for the natural bend or break point in the data where the curve flattens out. The number of datapoints above the

“break” (i.e., not including the point at which the break occurs) is usually the number of factors to retain

(Anna B. Costello y Jason W. Osborne, [10])

El problema se ha convertido en encontrar el *natural bend or break point in the data* en el gráfico de sedimentación. Este es un tema abierto, en el que la estadística no puede dar una respuesta definitiva. Existen diversos métodos, pero ninguno de ellos definitivo, y en último término es necesario un conocimiento conceptual del problema para decidir cuántos factores extraer. Se puede encontrar una revisión crítica de los métodos existentes en [26].

2.5.3 El modelo estructural

El modelo estructural establece las relaciones entre factores latentes y el resto de relaciones que no forman parte del modelo de medida. Históricamente, es la parte que proviene de las ecuaciones simultáneas y la regresión lineal empleadas en econometría.

El mayor interés es obtener los pesos de las relaciones del modelo estructural. Con estos se podrá, por ejemplo, comparar la fuerza de las relaciones causales o comparar las influencias directas e indirectas entre las variables.

Ejemplo 4 La figura 2.4 muestra la parte del ejemplo 1 que forma el **modelo estructural**.



Figura 2.4: Ejemplo de modelo estructural.

2.6 La matriz de covarianza reproducida

Sucede que, al elaborar una teoría y postular relaciones entre variables mediante un grafo orientado, se imponen implícitamente relaciones entre las covarianzas de dichas variables. Así, para poder aceptar la teoría, lo que hay que hacer es comprobar si las covarianzas de los datos medidos cumplen las restricciones del modelo propuesto.

A la matriz de incógnitas que induce un modelo de ecuaciones estructurales se le llama la *matriz de covarianza reproducida*, $\Sigma(\theta)_{n \times n}$. En ésta sección se explica cómo obtenerla

matemáticamente para entender el problema subyacente, aunque en la práctica es algo que hace el software.

2.6.1 Del grafo a las ecuaciones

La especificación del modelo como grafo es muy útil conceptualmente, pero de poco serviría si no hubiese unas ecuaciones detrás. Las relaciones causales definen un sistema con ecuaciones del tipo

$$E = \sum_{i=1}^n \theta_i C_i, \quad (2.4)$$

donde E (de efecto) es una variable aleatoria endógena, C_i (de Causa) son las n variables aleatorias de las que sale una arista hacia E y $\theta_i \in \mathbb{R}$ son los pesos de las distintas variables en la variable endógena (desconocidos por el momento).

Esto es lo único que se necesita saber por el momento. Para una explicación más detallada del sistema de ecuaciones véase la sección 2.7.

2.6.2 Propiedades de la covarianza

De la definición de covarianza se sigue la siguiente relación que explica cómo *se propaga* por el grafo. Sean X , Y , Z y U cuatro variables aleatorias y a , b , c y d cuatro constantes. Entonces:

Proposición 1

$$\begin{aligned} \text{Cov}(aX + bY, cZ + dU) &= ac \text{Cov}(X, Z) + ad \text{Cov}(X, U) \\ &\quad + bc \text{Cov}(Y, Z) + bd \text{Cov}(Y, U). \end{aligned} \quad (2.5)$$

Además, como:

$$\text{Cov}(X, X) = \text{Var}(X), \quad (2.6)$$

se tiene que:

Proposición 2

$$\text{Var}(aX + bY) = a^2 \text{Var}(X) + b^2 \text{Var}(Y) + 2ab \text{Cov}(X, Y). \quad (2.7)$$

2.6.3 Implicaciones

La aplicación de las relaciones de covarianza a las ecuaciones definidas por el modelo da lugar a la matriz de covarianzas reproducida, $\Sigma(\theta)_{n \times n}$. Para cada par de variables del modelo (X, Y) , se podrá calcular

$$\text{Cov}(X, Y) = f_{X,Y}(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n), \quad (2.8)$$

donde los coeficientes θ_i son los pesos de la ecuación 2.4.

Nota 3 Para cada variable latente F incluida en el modelo es necesario definir una métrica, puesto que no hay ningún observable detrás que defina una métrica natural. Esto se puede hacer de dos formas:

- Tomar como una constante (normalmente la unidad) la varianza de la variable latente, es decir $\text{Var } F \equiv 1$
- Tomar como una constante (normalmente la unidad) uno de los pesos θ que salen de la variable latente hacia uno de sus indicadores asociados.

Ejemplo 5 Calculemos la covarianza reproducida de las variables *CI* y *Publ* del modelo del ejemplo 1. Por comodidad, renombraremos $CI = x_2$, $Publ = x_3$ e *Inteligencia matemática* = ξ_1 . Para una mejor comprensión, obsérvese la figura 2.5, en la que se emplea la misma nomenclatura y aparecen explícitamente los pesos causales.

$$\begin{aligned} \text{Cov}(x_2, x_3) &= \text{Cov}(\lambda_2 \xi_1 + \delta_2, \lambda_3 \xi_1 + \delta_3) = \lambda_2 \lambda_3 \text{Cov}(\xi_1, \xi_1) + \lambda_2 \text{Cov}(\xi_1, \delta_3) + \\ &+ \lambda_3 \text{Cov}(\delta_2, \xi_1) + \text{Cov}(\delta_2, \delta_3) = \lambda_2 \lambda_3 \text{Var}(\xi_1) = \lambda_2 \lambda_3 \phi_{11}, \end{aligned} \quad (2.9)$$

donde se ha tenido en cuenta que $\text{Cov}(\xi_1, \delta_i) = 0$ y $\text{Cov}(\delta_2, \delta_3) = 0$ (nótese que no existe ninguna flecha doble entre δ_2 y δ_3 , lo que implica que son independientes y su covarianza es cero). y se ha definido $\phi_{11} = \text{Var}(\xi_1)$.

2.7 El modelo LISREL

Hasta ahora se ha considerado el problema en su máxima generalidad, a través de un vector que θ que contiene todas las *incógnitas* del modelo. En esta sección se presenta el modelo LISREL⁸, que es la formulación matricial original que establece la estructura y nomenclatura de la matriz de covarianza reproducida $\Sigma(\theta)$.

⁸Ésta es sin duda la parte más bonita de todo el capítulo. Una comprensión completa de esta sección demuestra una buena comprensión de la naturaleza de los SEM. Que no se preocupe el lector que no entienda muy bien la necesidad de las definiciones, pues la realidad demuestra que normalmente se alcanza

Cabe decir que el modelo LISREL no es el único ni el más simple, pero es el que tiene más importancia histórica y en él se basan la mayoría de programas del mercado. Su estudio clarifica cómo se traduce el modelo gráfico en un sistema de ecuaciones, cuáles son verdaderamente las incógnitas y cómo se estiman. También se verá la importancia del tipo de variables de la sección 2.3 y la distinción entre el modelo estructural y el de medida. Su orígenes se remontan a 1970, cuando se generaliza el análisis de las estructuras de covarianza [22].

La nomenclatura empleada es una adaptación de la empleada en [34].

Definición 3 *A continuación se definen $n, m, p, q \in \mathbb{N}$ que representan el número de variables de cada tipo en el modelo (sin contar las variables latentes de error), así como la notación de los vectores columna de dichas variables:*

$$m = \text{variables latentes endógenas, } \boldsymbol{\eta} = (\eta_1 \dots \eta_m)$$

$$n = \text{variables latentes exógenas, } \boldsymbol{\xi} = (\xi_1 \dots \xi_n)$$

$$p = \text{indicadores de todas las variables latentes endógenas, } \mathbf{y} = (y_1 \dots y_p)$$

$$q = \text{indicadores de todas las variables latentes exógenas, } \mathbf{x} = (x_1 \dots x_q)$$

Las siguientes proposiciones establecen explícitamente como formular el sistema de ecuaciones a partir del grafo causal.

Proposición 3 *El modelo de medida se traduce en las ecuaciones matriciales:*

$$\mathbf{x}_{(q \times 1)} = \mathbf{\Lambda}_{(q \times n)} \boldsymbol{\xi}_{(n \times 1)} + \boldsymbol{\delta}_{(q \times 1)} \quad (2.10)$$

$$\mathbf{y}_{(p \times 1)} = \mathbf{K}_{(p \times m)} \boldsymbol{\eta}_{(m \times 1)} + \boldsymbol{\epsilon}_{(p \times 1)}. \quad (2.11)$$

Proposición 4 *El modelo estructural se traduce en la siguiente ecuación matricial:*

$$\boldsymbol{\eta}_{(m \times 1)} = \mathbf{B}_{(m \times m)} \boldsymbol{\eta}_{(m \times 1)} + \mathbf{\Gamma}_{(m \times n)} \boldsymbol{\xi}_{(n \times 1)} + \boldsymbol{\zeta}_{(m \times 1)}. \quad (2.12)$$

Además, para obtener la forma explícita de la matriz de covarianzas reproducida, es necesario definir las matrices de covarianza de las variables latentes.

Definición 4 *Las matrices de covarianza de las variables latentes son:*

$$\boldsymbol{\Phi}_{(n \times n)} = \text{Cov}(\xi_1, \dots, \xi_n)$$

$$\boldsymbol{\Psi}_{(m \times m)} = \text{Cov}(\zeta_1, \dots, \zeta_m)$$

$$\boldsymbol{\Omega}_{(q \times q)} = \text{Cov}(\delta_1, \dots, \delta_q)$$

$$\boldsymbol{\Pi}_{(p \times p)} = \text{Cov}(\epsilon_1, \dots, \epsilon_p)$$

una buena comprensión al adquirir un poco de experiencia en la construcción de modelos. Cuando, al cabo de cierto tiempo, vuelva sobre la lectura del modelo LISREL y lo aprecie, ¡verá que se trata de algo mucho más sencillo e intuitivo de lo que parece a primera vista!

Se asume que δ y ϵ no se correlacionan con η , ξ ni ζ , y que ζ no se correlaciona con ξ . Además, se asume que $(I - B)$ es no singular. Finalmente, se asume que estos cinco vectores de variables latentes siguen una distribución normal de media 0.

La tabla 2.2 explica lo que representa cada una de las matrices empleadas en las definiciones anteriores. Si la tabla parece aún más críptica que las propias ecuaciones, basta con hacer un ejemplo para entenderlo mejor.

Matriz	Sigificado
$\xi_{(n \times 1)}$	Factores latentes exógenos
$\eta_{(m \times 1)}$	Factores latentes endógenos
$x_{(q \times 1)}$	Indicadores de ξ
$y_{(p \times 1)}$	Indicadores de η
$\delta_{(q \times 1)}$	Errores de x
$\epsilon_{(p \times 1)}$	Errores de y
$\zeta_{(m \times 1)}$	Errores de η
$\Lambda_{(q \times n)}$	Pesos de ξ en x
$K_{(p \times m)}$	Pesos de η en y
$B_{(m \times m)}$	Pesos de η en η
$\Gamma_{(m \times n)}$	Pesos de ξ en η
$\Phi_{(n \times n)}$	Matriz de covarianzas de ξ
$\Psi_{(m \times m)}$	Matriz de covarianzas de ζ
$\Omega_{(q \times q)}$	Matriz de covarianzas de δ
$\Pi_{(p \times p)}$	Matriz de covarianzas de ϵ

Tabla 2.2: Significado de las matrices del modelo LISREL.

Nota 4 Las matrices $\Lambda_{(q \times n)}$, $K_{(p \times m)}$, $B_{(m \times m)}$, $\Gamma_{(m \times n)}$, $\Phi_{(n \times n)}$, $\Psi_{(m \times m)}$, $\Omega_{(q \times q)}$, $\Pi_{(p \times p)}$ suelen hacerse más dispersas a medida que crece el tamaño del modelo. Sus elementos no fijos son precisamente las incógnitas o parámetros a estimar, que se corresponden con las aristas del modelo y las varianzas de las variables latentes.

Con las definiciones del modelo LISREL, se puede expresar explícitamente de qué se compone el vector θ de parámetros a estimar.

Definición 5 Sean λ_{ij} , k_{ij} , b_{ij} , γ_{ij} , ϕ_{ij} , ψ_{ij} , ω_{ij} , π_{ij} los elementos no fijos (en particular, no nulos) de de las respectivas matrices de la nota 4. El vector θ de parámetros a estimar está formado por:

$$\theta = [\lambda_{ij}, k_{ij}, b_{ij}, \gamma_{ij}, \phi_{ij}, \psi_{ij}, \omega_{ij}, \pi_{ij}] \quad (2.13)$$

El orden de las componentes es irrelevante en la definición, pero deberá ser tenido en cuenta a la hora de programar software.

Además, una de las grandes ventajas de disponer de esta formulación del problema es que se puede expresar explícitamente cuánto vale la matriz de covarianza reproducida.

Teorema 1 *Con las definiciones anteriores, la matriz de covarianza reproducida se puede expresar como la matriz definida por bloques:*

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \mathbf{K}(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}(\mathbf{\Gamma}\mathbf{\Phi}\mathbf{\Gamma}^T + \mathbf{\Psi})(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T}\mathbf{K}^T + \mathbf{\Pi} & \mathbf{K}(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\mathbf{\Gamma}\mathbf{\Phi}\mathbf{\Lambda}^T \\ \mathbf{K}\mathbf{\Phi}\mathbf{\Gamma}^T(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T}\mathbf{K}^T & \mathbf{\Lambda}\mathbf{\Phi}\mathbf{\Lambda}^T + \mathbf{\Omega} \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

La demostración del teorema, que es pura álgebra matricial, se puede encontrar en [34].

Ejemplo 6 *Sea el modelo del ejemplo 1. Si renombramos las variables como en la figura 2.5, las ecuaciones según la notación LISREL son:*

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \end{pmatrix} (\xi_1) + \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \end{pmatrix} \quad (2.15)$$

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \end{pmatrix} (\eta_1) + \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \epsilon_3 \end{pmatrix} \quad (2.16)$$

$$\eta_1 = 0\eta_1 + \gamma_1\xi_1 + \zeta_1 \quad (2.17)$$

Es decir, que las matrices de incógnitas son:

$$\mathbf{\Lambda} = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \end{pmatrix} \quad \mathbf{K} = \begin{pmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{B} = 0 \quad \mathbf{\Gamma} = \gamma_1$$

$$\mathbf{\Phi} = \text{Var}(\xi_1) \quad \mathbf{\Psi} = \text{Var}(\zeta_1)$$

$$\mathbf{\Omega} = \begin{pmatrix} \text{Var}(\delta_1) & 0 & 0 \\ 0 & \text{Var}(\delta_2) & 0 \\ 0 & 0 & \text{Var}(\delta_3) \end{pmatrix} \quad \mathbf{\Pi} = \begin{pmatrix} \text{Var}(\epsilon_1) & 0 & 0 \\ 0 & \text{Var}(\epsilon_2) & 0 \\ 0 & 0 & \text{Var}(\epsilon_3) \end{pmatrix}$$

Además, como se indica en la nota 3, es necesario establecer $\lambda_1 = 1$ y $k_1 = 1$.

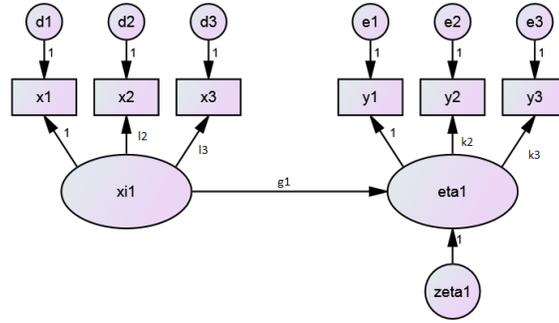


Figura 2.5: Ejemplo de modelo con notación LISREL (en caracteres latinos).

2.8 Estimación de parámetros

El problema inducido por un modelo de ecuaciones estructurales se ha reducido a optimizar las soluciones del sistema de ecuaciones incompatibles que resulta de igualar la matriz de covarianza reproducida a la matriz de covarianza de los datos:

$$\Sigma(\theta)_{n \times n} = S_{n \times n}. \quad (2.18)$$

Que igualando entrada a entrada, se convierte en:

$$f_{i,j}(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n) = \text{Cov}(X_i, X_j), \quad (2.19)$$

para toda pareja (X_i, X_j) de variables del modelo.

2.8.1 Identificación del modelo

Dado un modelo de ecuaciones estructurales G , no siempre se puede encontrar un único vector de parámetros Θ_G que optimice la solución del problema. Cuando existe una solución única se dice que el modelo está *identificado*. El tema de la identificación de modelos no es trivial y se puede encontrar una discusión extensa en [24], que escapa al alcance de este trabajo. Por suerte, a medida que se obtiene un poco de experiencia en la construcción de modelos se aprende a intuir los problemas y se construyen cada vez menos modelos no identificados.

Determining whether the parameters can be expressed as unique functions of the sample data is not an empirical question. Instead, it is a mathematical or theoretical question that can be evaluated by resolving equations that represent the parameters in terms of symbols that correspond to elements of the sample covariance matrix. [...]

It may surprise you to learn that SEM computer tools are rather helpless in this regard, but there is a simple explanation: Computers are very good at numerical processing. However, it is harder to get them to process symbols, and it is symbolic processing that is needed for determining whether a particular model is identified. [...]

Fortunately, one does not need to be a mathematician in order to deal with the identification problem in SEM. This is because a series of less formal rules, or identification heuristics, can be applied by ordinary mortals (the rest of us) to determine whether certain types of models are identified.

(Rex B. Kline, [24])

Definición 6 Sea $Incog$ el número de parámetros a estimar en el vector θ y sea Ec el número de entradas no redundantes de la matriz de covarianza (datos). Entonces, definimos los **grados de libertad** del modelo, df , como:

$$df = Ec - Incog \quad (2.20)$$

Nótese que si la matriz de covarianzas es $S_{n \times n}$, $Ec = \frac{n(n+1)}{2}$, puesto que es simétrica.

Proposición 5 Las siguientes son condiciones necesarias pero no suficientes para la identificación del modelo [24]:

- El modelo tiene grados de libertad $df \geq 0$.
- Todas las variables latentes tienen asignada una escala (véase la nota 3).

Es interesante una pequeña discusión acerca de la no suficiencia de $df \geq 0$. En el mundo de los SEM nos interesan los sistemas incompatibles, en los que buscamos una serie de parámetros que minimizan el error. Para que el sistema sea incompatible, evidentemente, se necesitan más ecuaciones que incógnitas. Pero con esto no basta para asegurar que existe una solución óptima única, como demuestra el siguiente ejemplo:

Ejemplo 7 Considérense los sistemas de ecuaciones siguientes. El de la izquierda es un sistema incompatible, con 3 grados de libertad, y que tiene solución que minimiza el error única. El de la derecha es un sistema compatible indeterminado, con -1 grados de libertad, sin solución única.

$$\begin{array}{l} x = 1 \\ x = 2 \\ x = 3 \\ x = 4 \end{array} \qquad y = z$$

¿Qué sucede si se considera la unión de los dos sistemas? Que pese a tener un sistema incompatible con 2 grados de libertad, la última ecuación hace que no exista solución única y por tanto el modelo estaría no identificado.

$$x = 1$$

$$x = 2$$

$$x = 3$$

$$x = 4$$

$$y = z$$

El ejemplo anterior muestra, además, que lo conveniente sería hablar de parámetros identificados y parámetros no identificados. Basta con que uno de los parámetros no esté identificado para que se diga que el modelo (es decir, el sistema de ecuaciones) no está identificado.

Nota 5 *El caso de un modelo identificado con $df = 0$ en general carece de interés, pues sin grados de libertad no se puede evaluar la bondad de ajuste de la solución.*

Ejemplo 8 *El modelo del ejemplo 1 tiene 13 incógnitas (5 pesos + 8 varianzas) y 21 ecuaciones (recuérdese que la matriz de covarianzas es simétrica y se tienen 6 indicadores, lo que da $6 \cdot 7/2$ entradas no redundantes). Por lo tanto, $df = 21 - 13 = 8$. A pesar de que esto no asegura que el modelo esté identificado, se puede comprobar que lo está.*

Ejemplo 9 *Estructuras como las de la figura 2.6, que típicamente elaboran los principiantes en los SEM, jamás podrán estar identificadas. Tiene sentido, pues no hay nada detrás del factor latente y ¿cómo podríamos saber el peso de algo que se ha medido sobre algo totalmente desconocido?*

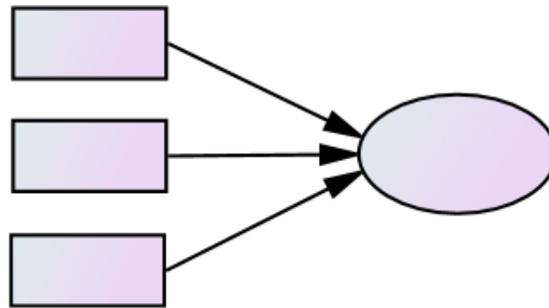


Figura 2.6: Ejemplo de modelo no identificado.

2.8.2 Datos ausentes

La mayoría de bases de datos reales tienen datos ausentes, es decir, variables no medidas en algunos de los sujetos. Si en un principio los datos ausentes parecen un pequeño fastidio

inevitable, lo cierto es que su tratamiento matemático exige una reflexión profunda y es el origen de algún contratiempo.

Atendiendo al origen de los datos ausentes, se distinguen tres casos [3].

- Los datos faltan **completamente al azar**. Sucede cuando la ausencia es independiente de cualquier característica del individuo y se puede tratar matemáticamente de forma relativamente sencilla. Raramente los datos faltan completamente al azar, pero puede ser el caso, por ejemplo, si en el diseño experimental se ha dividido la muestra al azar en subgrupos a los que se ha aplicado diferentes cuestionarios.
- Los datos faltan **al azar**. La ausencia es independiente del valor de la propia variable, pero depende del resto de variables. En este caso, el tratamiento matemático es más costoso, pero posible.
- Los datos faltan **no al azar**. Sucede cuando la ausencia o presencia depende del valor de la propia variable. Desgraciadamente, es el caso más habitual y su tratamiento es problemático.

La forma más sencilla de proceder es eliminar los sujetos con datos ausentes (*listwise*), o los datos ausentes del cómputo (*pairwise*), lo que plantea dos problemas: i) reducción de la muestra y ii) sesgo de la muestra resultante si los datos no faltan completamente al azar. Por lo tanto, existe un enorme interés en conservar el sujeto y realizar lo que se conoce como *imputación* de datos ausentes.

En este caso, las opciones más intuitivas y rudimentarias son la **sustitución por la media**, la **regresión** (con el resto de variables como predictoras) y la **donación** (por parte de un sujeto con valores similares en el resto de variables) [3].

A día de hoy existen opciones más elaboradas, que no se basan ni en la eliminación ni en la imputación, en especial el método de esperanza-maximización y el método de **máxima verosimilitud directa**. La mayoría de software comercial, incluido el AMOS, emplea este último método, que es consistente, eficiente y conduce a inferencias correctas si los datos faltan al azar y están distribuidos normalmente. Cuando los datos faltan no al azar, todos los métodos están sesgados, pero el de máxima verosimilitud tiene un sesgo menor. Si los datos faltan completamente al azar, la hipótesis de normalidad no es necesaria [3].

Una explicación detallada del método escapa al alcance de este trabajo. Baste decir que para que el AMOS realice la imputación de datos ausentes se debe marcar la opción *Estimate means and intercepts*, lo cual tiene una serie de desventajas. Se pierde la posibilidad de realizar el test de Mardia para normalidad multivariante, la posibilidad de calcular los índices de modificación (véase la sección 2.9.4) y el cálculo de la matriz de covarianzas de la muestra. De hecho:

[...] when missing values are present, Amos does not fit the model to sample

moments⁹ at all. Instead, the model is fitted to the raw data. Sample moments are never computed. [2]

2.8.3 Métodos de estimación

A lo largo de toda la tesina se ha hablado de optimizar θ , de encontrar el vector de parámetros que aproxima $\Sigma(\theta)_{n \times n}$ a $S_{n \times n}$. En esta sección se tratan los diferentes métodos de estimación iterativos que proporcionan la solución $\hat{\theta}$ y permiten, por tanto, calcular la bondad de ajuste. La expresión genérica a minimizar es del tipo [47]:

$$F = d(S, \Sigma(\theta)) = (S - \Sigma(\theta))^T W (S - \Sigma(\theta)), \quad (2.21)$$

donde $(S - \Sigma(\theta))$, tomado como vector, es el vector columna de residuos y W es una matriz de pesos.

Máxima verosimilitud (ML)

Es el método más empleado y el que viene por defecto en el software que utilizaremos. En él, la matriz de pesos vale $W = (\Sigma \otimes \Sigma)^{-1}$ y por tanto se minimiza la función:

$$F_{ML} = -\ln(\det[S\Sigma(\theta)^{-1}]) + \text{tr}[S\Sigma(\theta)^{-1}] - p, \quad (2.22)$$

donde p es el número de variables observadas.

Mínimos cuadrados no ponderados (ULS)

Del inglés Unweighted Least Squares, se toma $W = I$, la identidad, y por tanto se minimiza la función

$$F_{ULS} = 0.5 \cdot \text{tr}[S - \Sigma(\theta)^2]. \quad (2.23)$$

Mínimos cuadrados generalizados

la matriz de pesos vale $W = (S \otimes S)^{-1}$ y la función objetivo a minimizar es reduce a:

$$F_{GLS} = 0.5 \cdot \text{tr}[1 - S^{-1}\Sigma(\theta)^2]. \quad (2.24)$$

⁹Sample moments se refiere a la matriz de covarianza, entre otros.

Distribución libre asintótica

Es el caso más complejo, que no requiere normalidad de los datos (basta con que se trate de una distribución continua), pero que sólo se puede aplicar para grandes muestras ($N > 1000$, normalmente) y modelos con pocas variables (< 10 , típicamente). Se toma como $W = H^{-1}$, donde H es un estimador consistente de la matriz de covarianzas, considerando variables aleatorias en lugar de valores, en una filosofía propia de la estimación no paramétrica. Para muestras grandes, este método se puede considerar una generalización de los anteriores [3].

2.9 Bondad de ajuste

Tras la etapa de estimación se dispone del vector $\hat{\theta}$ que optimiza el modelo de ecuaciones estructurales. Entonces, surge la verdadera cuestión: ¿se puede aceptar el modelo teórico como representativo de los datos?, o lo que es lo mismo, ¿cuánto se parece $\Sigma(\theta)$ a S ?. No existe un consenso sobre qué índice de bondad de ajuste es mejor emplear, por lo que lo preferible es observar todos los índices disponibles.

Every researcher and every statistician seems to have a favorite index or set of indices. You should be prepared for reviewers to suggest the addition of one or two of their favorite indices, but it would not be fair to yourself or others to pick the index that is most optimistic about the fit of your model. [...However,] these values should not be written in stone.

(Jason Newsom, 2012, [42])

Mientras que algunos autores tienen un índice favorito, otros, como Kline, sugiere emplear cuatro conjuntamente [24]. En esta tesina se emplea como criterio fundamental la tríada¹⁰ $\chi^2 + CFI + RMSEA$, pues cada uno de los índices es de un tipo, y se observa el resto de índices proporcionados por el software. A continuación se describen estos tres índices, sabiendo que existen muchos más que el lector interesado podrá consultar en la bibliografía. Aún así, téngase en cuenta que los índices no son más que eso, índices, y que muchas veces no existe algo como *el modelo correcto*, en su sentido platónico.

In a standard SEM, I am willing to believe that some non-nil null hypotheses $\Sigma = \Sigma(\theta)$ may be precisely true. But it is hard to take this viewpoint in a model with huge degrees of freedom (df). Such a model is liable always to be misspecified, and hence to be rejected by any “exact” test. Consider a model with 400 df, where df is the number of nonredundant elements in Σ minus the number of free parameters in θ . This means that there are over 400 ways of

¹⁰Según recomendación del profesor Julián Montoro.

being incorrect when specifying the model. It seems unlikely that any researcher would ever have enough knowledge to propose a model that is precisely correct in all 400+ ways. And real models easily can have more than 1000 df.

[...]More generally, in large multivariate problems, perhaps there exists no single exact truth to be discovered.

(Peter M. Bentler, 2007, [5])

Además, se considera que un modelo es mejor cuanto más **parsimonioso** es. Por parsimonioso se entiende que necesita de menos relaciones causales para explicar los mismos fenómenos; es decir, que cuantos menos parámetros se tenga que estimar, mejor se considera el modelo. Téngase en cuenta, sin embargo, que un modelo que invoque menos relaciones causales siempre tendrá un mayor error absoluto. Debido a esto, muchos índices de bondad de ajuste tienen en cuenta la parsimonia del modelo y no sólo el error cometido. Esto se suele hacer comparando el modelo propuesto al modelo independiente (en el que todas las variables son independientes) y al modelo saturado (en el que se añaden relaciones hasta que no quedan grados de libertad).

2.9.1 Estadístico χ^2

El primer índice de bondad de ajuste que se desarrolló y que, pese a sus inconvenientes, sigue siendo referencia obligada, es el estadístico χ^2 .

Si se plantea la hipótesis nula

$$H_0 : S = \Sigma(\theta), \quad (2.25)$$

entonces el estadístico $(N - 1)F_{ML}$ sigue una distribución χ^2 con df grados de libertad, donde N es el tamaño de la muestra y F_{ML} el valor de la función minimizada por máxima verosimilitud. Así, valores del estadístico χ^2 elevados, generalmente asociados a niveles de significación bajos, sugieren rechazar la hipótesis nula y por tanto el modelo. Valores de χ^2 bajos, asociados a niveles de significación apreciables ($p > 0.1$ ó $p > 0.5$) conducen a que no es posible rechazar la hipótesis nula y sugieren la aceptación del modelo.

El principal problema de este estadístico es que depende del tamaño de muestra, y en los SEM se busca precisamente tamaños de muestra lo más elevados posibles. A partir de tamaños de muestra de 200 sujetos, muchos modelos buenos presentarán valores de $p < 0.001$ y estrictamente deberían ser rechazados.

Esto hace que el empleo de la p sea desaconsejable, si bien se debe reportar siempre. Un mejor indicador es el ratio χ^2/df , tal y como indica la tabla 2.3.

El χ^2 pertenece a una familia de índices conocidos como *absolutos*. Otros índices de la misma familia son GFI, AGFI, Hoelter's CN, AIC, BIC, ECVI, RMR y SRMR.

Valor de χ^2/df	Conclusión
$\chi^2/df < 1$	Demasiado bueno. Posiblemente sobreidentificado
$1 < \chi^2/df < 2$	Muy buen ajuste
$2 < \chi^2/df < 3$	Buen ajuste, aceptable
$3 < \chi^2/df < 5$	No muy buen ajuste, raramente aceptable
$5 < \chi^2/df$	Muy mal ajuste, modelo rechazado

Tabla 2.3: Conclusiones a extraer del χ^2/df .

2.9.2 Comparative Fit Index (CFI)

Se trata de un índice comparativo de ajuste, lo cual significa que compara el ajuste del modelo teórico con el ajuste del *modelo independiente*, que es aquel en el que todas las variables son independientes. Se define como [4]:

$$CFI = \frac{(\chi_{ind}^2 - df_{ind}) - (\chi_{teo}^2 - df_{teo})}{\chi_{ind}^2 - df_{ind}}, \quad (2.26)$$

donde el subíndice *ind* se refiere al modelo independiente y el subíndice *teo* se refiere al modelo teórico.

La tabla 2.4 muestra los valores aceptables del CFI, que toma valores entre 0 y 1.

Valor de χ^2	Conclusión
$0.95 < CFI < 1$	Muy buen ajuste
$0.9 < CFI < 0.95$	Buen ajuste, aceptable
$0 < CFI < 0.9$	No aceptable

Tabla 2.4: Conclusiones a extraer del *CFI*.

El CFI pertenece a una familia de índices conocidos como *comparativos*. Otros índices de la misma familia son NFI, NNFI, IFI y TLI.

2.9.3 Root Mean Square Error of Aproximation (RMSEA)

El RMSEA es un índice que se basa directamente en los residuos, es decir, en el error cometido. Los valores aceptables se muestran en la tabla 2.5.

$$RMSEA = \sqrt{\frac{\chi_{teo}^2 - df_{teo}}{df(N-1)}}. \quad (2.27)$$

Valor de RMSEA	Conclusión
$0 < RMSEA < 0.05$	Muy buen ajuste
$0.05 < RMSEA < 0.08$	Buen ajuste
$0.08 < RMSEA < 1$	Raramente aceptable
$1 < RMSEA$	No aceptable

Tabla 2.5: Conclusiones a extraer del *RMSEA*.

2.9.4 Índices de modificación

Esta sección no trata de un índice de bondad de ajuste del modelo, sino de un conjunto de medidas que se emplean para evaluar cómo se puede mejorar el modelo propuesto: los índices de modificación (MI, por sus siglas en inglés). Dado el elevado número de grados de libertad que tiene un modelo real, ¿cómo no preguntarse si la adición de alguna relación causal no mejoraría el ajuste del modelo?

La rapidez de cálculo de los ordenadores actuales hace que la mayoría del software comercial calcule no sólo la bondad de ajuste del modelo propuesto, sino también los beneficios, en términos de χ^2 , que se obtendrían al añadir aristas al modelo. Al añadir una nueva relación se permite que el ajuste se realice sobre un término más, es decir, se está quitando un grado de libertad al modelo y añadiendo una componente al vector θ . El error total cometido, en términos de χ^2 absoluto, será siempre menor o igual que el error del modelo original (véase la tabla 2.6). Por lo tanto, de lo que se trata es de encontrar un balance que nos haga reducir el error sin añadir relaciones por doquier.

Modelo original	Modelo con una relación causal más	Resultado
χ_M^2	$\chi_{M+1}^2 \leq \chi_M^2$	⇓
df_M	$df_{M+1} = df_M - 1$	⇓
χ_M^2/df_M	χ_{M+1}^2/df_{M+1}	¡No predecible!

Tabla 2.6: Algunas consecuencias de añadir una relación causal a partir de los índices de modificación.

Además, y esto es quizá lo más sensible, sólo se puede añadir aquellas relaciones sugeridas por los índices de modificación que estén **debidamente justificadas por la teoría**. El software no entiende el significado de las variables y se limita a proporcionar un valor estadístico que muestra cuánto se reduce el error si se añade cierta relación causal. Pero la mayoría de relaciones carecerán de sentido teórico. Si se añaden aristas indiscriminadamente se conseguirá eventualmente un modelo aceptable estadísticamente, pero de poca utilidad. En términos estadísticos, se habrá ajustado el modelo a los datos, pero no a la población.

En la práctica, los índices de modificación son especialmente útiles para estos dos casos:

1. Para identificar correlaciones entre los errores de los ítems de un mismo factor en la etapa del modelo de medida (caso aceptable de la figura 2.7). En este caso se debe verificar que los ítems son *parecidos*.
2. Para identificar relaciones estructurales entre factores en la etapa del modelo estructural. En este caso se debe verificar la consistencia teórica de dicha relación.

La figura 2.7 muestra algunos ejemplos de empleo indiscriminado e inaceptable de los índices de modificación.

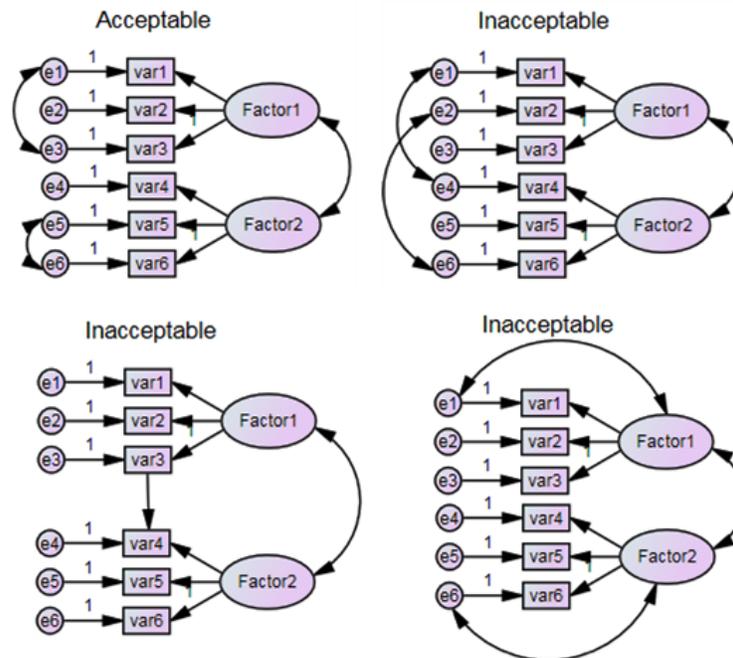


Figura 2.7: Ejemplos de buen y mal uso de los índices de modificación (StatWiki).

2.10 Líneas de I+D de especial interés matemático

Como se ha podido intuir a lo largo del presente capítulo, la teoría matemática de los modelos de ecuaciones estructurales necesita de ciertos desarrollos y/o implementaciones prácticas que extiendan su campo de uso y validez. Algunos de estos desarrollos son de especial interés matemático y requieren de mentes brillantes que se dediquen a identificar los problemas y solucionarlos. Si se superan sus actuales limitaciones, la metodología de los SEM tiene potencial para convertirse en la técnica fundamental para la validación de teorías psicosociales a partir de bases de datos. El objetivo debería ser desarrollar un software libre que permita tratar con todo tipo de variables y relaciones causales de

forma intuitiva, sin necesidad de un profundo conocimiento matemático del usuario. A continuación se muestra una lista con problemas abiertos en los que se trabaja actualmente. La lista no pretende ser exhaustiva y es fruto de las necesidades a las que el autor se ha enfrentado en el desarrollo de modelos. Muchos de los temas de esta lista son tratados en profundidad en [27], que es posiblemente el libro de referencia avanzado más completo que existe a día de hoy.

Los temas que, a juicio del autor, tienen especial interés matemático son:

- **Estimación bayesiana:** desarrollo de métodos de estimación bayesianos basados directamente en los datos, en lugar de emplear la matriz de covarianzas/correlaciones, lo que permite, entre otros, relajar hipótesis sobre las distribuciones.
- **Generalización de variables:** empleo de variables ordinales, dicotómicas o que no pueden ser consideradas continuas o normales. Desarrollo de métodos que empleen correlaciones policóricas e implementación en el software comercial.
- **Generalización de relaciones:** posibilidad de *explorar* o *confirmar* relaciones causales no lineales entre variables.
- **Índices de bondad de ajuste:** comprender el comportamiento asintótico y dinámico de los diferentes índices de bondad de ajuste y proponer un estándar universal (posiblemente en función de ciertos parámetros del modelo).
- **Múltiples muestras:** mejorar la integración de diferentes muestras y desarrollar las posibilidades del análisis multigrupos.

Structural equation modeling has progressed through four general stages: (1) early disciplinary-specific developments of path analysis from genetics and later sociology, factor analysis from psychology, and simultaneous-equation models in economics; (2) cross-disciplinary fertilization between economics, sociology, and psychology leading to an explosion of empirical applications of SEM; (3) a period of developing methods for handling discrete, ordinal, and limited dependent variables; and (4) a recent period of incorporating statistical advances into the SEM framework, including generalized linear models, mixed effects models, mixture regression models, Bayesian methods, graphical models, and methods for identifying causal effects. The recent period is substantially integrating SEM with the broader statistical literature, which —as the chapters of this volume demonstrate— is making SEM an evermore exciting and vibrant tool for the social sciences.

(Ross L. Matsueda, [33])

2.11 Conclusión

El diagrama de la figura 2.8 resume las tareas y comprobaciones a realizar en la elaboración de un modelo de ecuaciones estructurales.

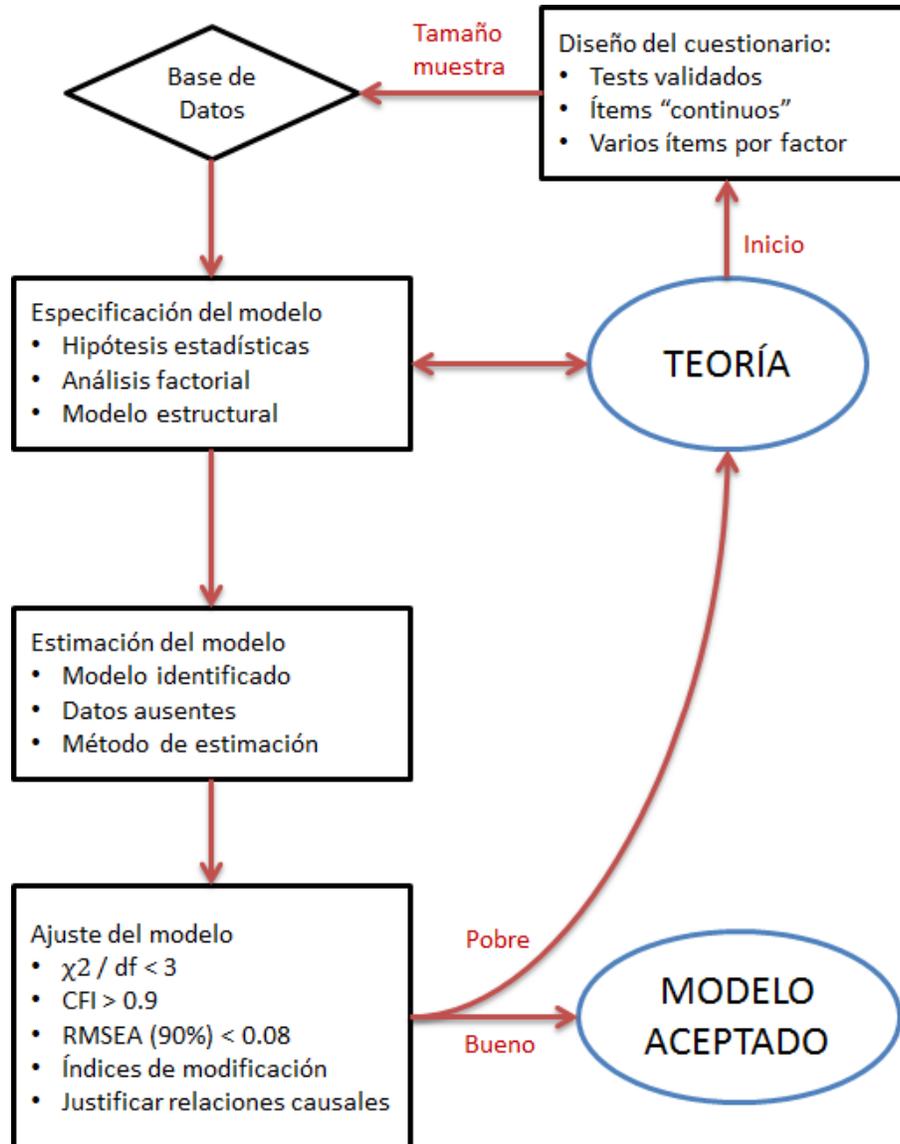


Figura 2.8: Diagrama de tareas para la elaboración de un SEM.

En este proyecto, al partir de bases de datos ya confeccionadas, se encuentran numerosos problemas asociados al hecho de que los cuestionarios no fueron diseñados pensando en la elaboración de SEM. Precisamente, una de las ideas que ahora se tienen claras en InterTech es la importancia del diseño de cuestionarios *ad-hoc*.

Capítulo 3

Modelo de ecuaciones estructurales del estrés en cuidadores de personas dependientes

3.1 Fundamentos teóricos: Dependencia y cuidadores familiares

Uno de los temas que constituyen una preocupación a escala mundial es la cuestión del envejecimiento de la población y, por ende, el fenómeno de la dependencia al que todos podemos vernos expuestos a medida que pasan los años. El descenso de la natalidad, los cambios en el estilo de vida o los avances médicos, entre otros, han influido en que el colectivo de personas mayores experimente un cambio cuantitativo en nuestra población, representando un porcentaje significativo en los índices actuales de la población. En el año 2000, en la Unión Europea, las personas de más de 65 años representaban el 14.5 % de la población, en el año 2020 este porcentaje se incrementará hasta el 19.1 % y en el año 2060 se proyecta que será del 29.3 % (en España, este último dato se eleva a 31.3 %) [15].

La relevancia de esta problemática está siendo abordada por numerosos investigadores en este campo, incluyendo el estudio del cuidador familiar como eje central, puesto que su salud se ve afectada considerablemente como consecuencia del estrés producido ante la situación de cuidados. Además, este sistema parece tambalearse, puesto que los cambios demográficos, laborales y de estilo de vida inciden en una reducción de potenciales cuidadores familiares. Sin lugar a dudas, se trata de un tema que ha de preocuparnos a todos, puesto que todos estamos expuestos a que en un determinado momento de nuestra vida necesitemos de la ayuda de otros para desarrollar las actividades de la vida diaria.

3.1.1 Concepto de dependencia

En 1998, el Comité de Ministros del Consejo de Europa define la dependencia como “la necesidad de ayuda o asistencia importante para las actividades de la vida cotidiana” o, más específicamente, “como un estado en el que se encuentran las personas que, por razones ligadas a la falta o pérdida de autonomía física, psíquica o intelectual, tienen necesidad de asistencia y/o ayudas importantes a fin de realizar los actos corrientes de la vida diaria y, de modo particular, los referentes al cuidado personal” [9].

Esta definición hace referencia a tres aspectos fundamentales de la situación de dependencia. Por un lado, la aparición de algún tipo de disfunción física, psicológica o intelectual que afecta a las capacidades de las personas. Por otro, el efecto producido en la persona, limitando en ciertas actividades su vida independiente. Y, finalmente, la necesidad de ayuda de terceras personas en la prestación de cuidados. En esta línea se sitúa nuestro estudio, en el cuidador informal que presta cuidados a su familiar en situación de dependencia.

3.1.2 El apoyo informal: concepto de cuidador familiar

Cuando una persona es dependiente puede contar con dos tipos de apoyo para la prestación de sus cuidados. Por un lado, el apoyo formal, constituido por todos los servicios sociosanitarios y los profesionales encargados de responder a las necesidades que la persona presenta. Por otro lado, se sitúa el apoyo informal, facilitado por las personas más próximas a las personas en situación de dependencia y que es representado por la familia, amigos, vecinos u organizaciones voluntarias que los atienden. Dentro de este grupo, el cuidado informal de relevancia recae en los familiares [12].

En 1983, Wright definió el cuidado informal como aquella prestación de cuidados a personas dependientes por parte mayoritariamente de familia, amigos, vecinos u otras personas que no reciben retribución económica por la ayuda que ofrecen [53]. Para otros autores, como Rivera, el cuidado informal consiste en la atención no remunerada que se presta a las personas con algún tipo de dependencia psicofísica por parte de los miembros de la familia u otras personas sin otro lazo de unión ni de obligación con la persona dependiente que no sea el de la amistad o el de la buena vecindad [48].

Por tanto, el cuidador informal, que a partir de ahora denominaremos como cuidador familiar, sería aquella persona principal que dedica la mayor parte de su tiempo a atender o prestar unos cuidados permanentes a la persona en situación de dependencia sin percibir ningún tipo de remuneración por ello.

El estrés en el cuidador

Existe un consenso generalizado entre los investigadores respecto a que la situación de cuidar a una persona dependiente constituye una situación de riesgo para la salud del cuidador. Podríamos definir el estrés como las reacciones fisiológicas que en su conjunto preparan al organismo para la acción [43], de manera que serían las respuestas que damos ante determinados estímulos que consideramos como un peligro. Son muchos los autores que señalan el estrés crónico como uno de los ejes centrales en torno a los que gira la salud del cuidador. De hecho, el cuidado se señala como uno de los eventos más estresantes que se presentan en el ciclo familiar [54].

Carga y cuidador familiar

De todas las variables que influyen en la salud de los cuidadores, la más profundamente investigada ha sido la carga como un concepto central en torno a las repercusiones que puede tener el cuidado en el cuidador familiar.

Zarit, Reever y Bach-Peterson entienden la sobrecarga como el grado en que la persona cuidadora percibe que el cuidado ha influido sobre diferentes aspectos de su salud, su vida social, personal y su situación económica [54]. Esta definición sigue siendo aceptada en nuestros días, considerándose que la carga como la forma en que el cuidador experimenta que diferentes ámbitos de su vida se ven afectados tras adquirir el rol de cuidador.

En este sentido podemos diferenciar dos tipos de carga. Por un lado, la carga objetiva, la que se refiere a la dedicación y al tiempo que el cuidador realiza respecto a las actividades propias del cuidado de su familiar. Es decir, serían las tareas a llevar a cabo en la situación de cuidados y los elementos estresantes que ello puede conllevar en su ejecución. Por otro lado, la carga subjetiva, relacionada con las actitudes y reacciones emocionales ante la experiencia de cuidar que el cuidador experimenta [37].

En la literatura encontramos suficiente evidencia científica sobre los niveles altos de carga en el cuidador principal, es decir, en el cuidador responsable de atender la mayor parte de las demandas de su familiar dependiente [12] [19].

Estos trabajos permiten afirmar que prestar asistencia informal a personas con problemas de salud, funcionamiento físico, cognitivo o problemas de conducta constituye una situación generadora de estrés, con importantes consecuencias para el bienestar físico, psicológico y social del cuidador familiar [6] [36] [38].

Múltiples investigaciones a lo largo del tiempo constatan que la situación en la que se ven inmersos los cuidadores puede desencadenar en ellos sentimientos de estrés, ansiedad y depresión [14] [20] [45]. Además, la mayoría de los cuidadores principales experimentan diferentes repercusiones negativas del cuidado en su salud y calidad de vida [12] [46].

3.1.3 Modelo de estrés en el cuidador familiar

En la actualidad existen diferentes modelos teóricos que explican el estrés en el cuidador familiar. En el presente trabajo, hemos considerado que el modelo que mejor se ajusta a esta problemática es el modelo planteado por Pearlin y colaboradores [44], al que nos referiremos como *modelo de Pearlin*. Se trata de una referencia básica para numerosos profesionales en el campo de la salud y estrés de los cuidadores familiares. Este modelo diferencia:

1. **Antecedentes del cuidador.** Fundamentalmente se refieren a las variables socio-económicas y socioculturales del cuidador.
2. **Estresores primarios y secundarios.** Los primeros se refieren a los elementos relacionados directamente con la actividad realizada por el cuidador por el hecho de serlo, es decir, a las tareas propias del cuidado. Por otro lado, los estresores secundarios están relacionados con otras dimensiones diferentes al rol de cuidador pero afectados por el mismo, es decir, englobaría todas aquellas repercusiones obtenidas en la esfera familiar, social y laboral del cuidador familiar.
3. **Resultados.** Estar bajo el efecto del estrés puede desembocar en que el cuidador desarrolle una sintomatología física y emocional, así como una reducción de su satisfacción vital.
4. **Mediadores.** En el modelo de Pearlin, la variable mediadora por excelencia es el afrontamiento. Los mediadores tienen un efecto directo sobre los resultados y uno indirecto a través de los estresores.

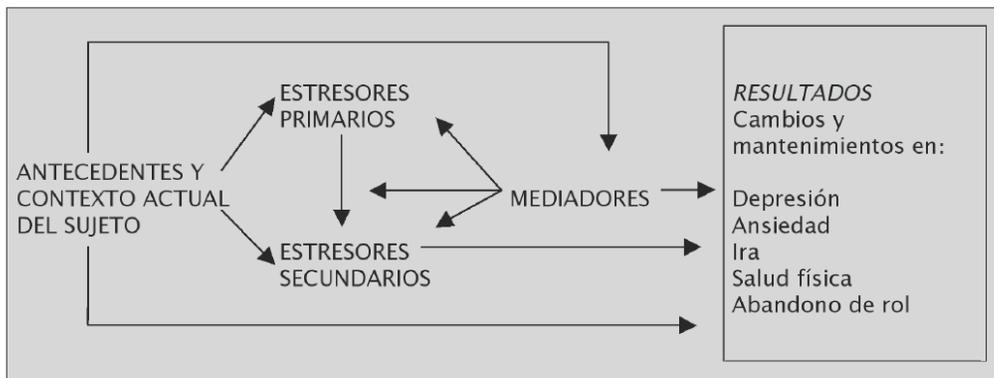


Figura 3.1: Modelo multidimensional de agentes estresantes de Pearlin [44].

Las estrategias de afrontamiento serían todas aquellas acciones que el cuidador pone en marcha para poder hacer frente a los estresores que se va encontrando y poder encontrar así una solución al problema que se se le presenta. Existen diferentes clasificaciones pero una de las más utilizadas en la literatura científica es la que diferencia a las estrategias

de afrontamiento centradas en el problema y las estrategias de afrontamiento centradas en la emoción (Muela, Torres y Peláez, 2002). Las primeras serían todas aquellas acciones directas que el cuidador pone en marcha para controlar los elementos estresantes, mientras que las segundas serían las relacionadas con las estrategias destinadas a reducir las emociones negativas resultantes de la situación de estrés.

3.2 Objetivos

La investigación sobre cuidadores familiares ha tenido un interés creciente en las últimas décadas en nuestro país. Actualmente podemos encontrar una considerable cantidad de estudios en la literatura científica acerca de los efectos del cuidado o el diseño de programas de intervención, entre otros, con el objetivo de determinar cuáles son las variables que inciden en la salud del cuidador principal de personas en situación de dependencia. A pesar de contar con diversos modelos teóricos que explican la salud del cuidador, son escasos los estudios que se centran en la contrastación empírica de los mismos.

Tras realizar una revisión de la literatura, han surgido una serie de interrogantes que han llevado a plantear los presentes objetivos de investigación.

Objetivo General

- Poner a prueba un modelo explicativo del cuidado en los familiares que atienden a personas dependientes y poder contribuir al conocimiento de la situación del cuidador familiar

Objetivos Específicos

- Identificar las principales variables implicadas en el estrés del cuidador familiar y las relaciones existentes entre ellas.
- Contrastar un modelo explicativo del estrés en la salud del cuidado familiar de personas en situación de dependencia.

3.3 Metodología

3.3.1 Muestra y procedimiento

Los participantes corresponden a una muestra de conveniencia formada por 321 cuidadores familiares que en el momento de realizar el estudio se encontraban en situación de cuidador

principal, es decir, aquella persona que mayor tiempo dedica al cuidado de su familiar dependiente a la hora de responder a sus necesidades. Todos los participantes tenían más de 18 años y llevaban más de seis meses cuidando a su familiar de forma permanente. A todos se les ha garantizado el anonimato y confidencialidad en la evaluación del estudio.

3.3.2 Cuestionario

El cuestionario fue elaborado originalmente para el proyecto *Salud biopsicosocial de cuidadores formales e informales de personas en situación de dependencia: evaluación de repercusiones personales, laborales, económicas y sociales*, por los investigadores Cristina Jenaro, Noelia Flores, Cristina Caballo, María Gómez y Benito Arias. El cuestionario completo se encuentra en el anexo A. Está formado por cuatro partes bien diferenciadas:

Apartado A Información general: contiene información sociodemográfica y preguntas específicas acerca de la labor del cuidador, tanto objetivas como subjetivas. En particular, los ítems 21 a 25 forman la **escala de satisfacción con el cuidado**, de Lawton y colaboradores [25], en la versión española de Crespo y López [13]. Este instrumento evalúa la satisfacción que el cuidador siente con su tarea de ayuda a la persona dependiente. Se trata de una escala de 5 ítems en los que se recogen aspectos satisfactorios de la labor del cuidador como el sentimiento de cercanía, sentimiento de placer, disfrutar al estar con el enfermo cuidado, sentirse apreciado e incremento de la autoestima. Los ítems se responden en una escala tipo Likert de 5 puntos que oscilan desde 1 (*casi siempre*) a 5 (*nunca*). La puntuación total se obtiene sumando las puntuaciones en cada uno de los ítems y *puntuaciones elevadas son indicativas de una menor satisfacción con el cuidado*¹.

Apartado B Cuestionario de carga del cuidador CBI: se trata de la escala de carga de Zarit y colaboradores [54] en la adaptación española de Martín y colaboradores [32]. Se trata de la escala más utilizada para evaluar dicha carga en el cuidador [51] [16].

Este instrumento consta de 22 ítems formados por frases que reflejan la frecuencia con que algunas personas se sienten de determinado modo cuando cuidan a otras. Se aplica a la persona que ejerce el rol de cuidador principal, midiendo el grado en que ésta percibe que sus actividades de cuidado hacia la atención de la persona dependiente perturban su propia salud física, emocional y social, así como su situación económica. Es decir, hasta qué punto el cuidador se ve sobrepasado o superado y todo lo que ello implica. Se trata de un enfoque subjetivo de la carga asociado al cuidado como un buen indicador de los efectos del cuidado.

¹Este punto es crucial para la interpretación de los resultados, pues si se olvida podría parecer que algunos factores del modelo tienen el signo contrario.

Los ítems se puntúan en un gradiente de frecuencia mediante una escala tipo Likert de 5 puntos que va desde 0 (*nunca*) a 4 (*casi siempre*). La puntuación total se obtiene sumando las puntuaciones de cada uno de los ítems y oscila entre 0 y 88. Puntuaciones más altas indican un mayor grado de sobrecarga experimentado por el cuidador.

Se considera que los cuidadores que obtienen puntuaciones entre 22 y 46 tienen una ausencia de sobrecarga, es decir, que a pesar de que la situación de cuidado pueda suponerles una fuente de estrés, no se sienten superados por ésta. Por otro lado, las puntuaciones comprendidas entre 47 y 55 son indicativas de sobrecarga leve, de manera que la situación de cuidado comienza a interferir en su bienestar. Finalmente, los cuidadores que obtienen puntuaciones entre 56 y 110 puntos indican una sobrecarga intensa. Se trata de cuidadores que se ven superados por lo que les sucede, y se sienten agobiados por la tarea que han de desempeñar, puesto que las tareas y el contexto propio del cuidado les sobrepasa. De todos modos, en los Modelos de Ecuaciones Estructurales no se considera la puntuación total del test, sino los factores a los que los ítems dan lugar.

Este cuestionario es el único instrumento adaptado a la población española para evaluar la carga subjetiva.

Apartado C Escala de afrontamiento (COPE): escala brief-COPE de Carver [8], en la versión española de Crespo y López [11]. Varios estudios apoyan sus adecuadas propiedades psicométricas en las versiones original y adaptada [8] [11].

Este instrumento evalúa cómo responden las personas cuando se enfrentan a acontecimientos difíciles o estresantes. Es decir, los estilos generales de afrontamiento en sus aspectos cognitivos y conductuales. Consta de 28 ítems, dos por cada uno de los 14 estilos, que denotan conductas puestas en marcha para afrontar una situación estresante: autodistracción, afrontamiento activo, negación, consumo de alcohol/drogas, búsqueda de apoyo social emocional, búsqueda de apoyo social instrumental, desconexión conductual, desahogo, reinterpretación positiva, planificación, humor, aceptación, religión y autoculpabilización. El sujeto ha de responder en una escala tipo Likert de 4 puntos. Ante una situación difícil, las posibles respuestas son: no suelo hacer esto en absoluto (0), suelo hacer esto un poco (1), suelo hacer esto frecuentemente (2) y suelo hacer esto mucho (3).

El instrumento consta a su vez de 2 escalas de segundo orden (afrontamiento centrado en el problema y afrontamiento centrado en las emociones).

Apartado E² Escala general de salud (GHQ): Se ha empleado la adaptación española de Lobo [28] de la versión de 28 ítems del General Health Questionnaire –GHQ-28- [17] [18]. Se trata de que los cuidadores familiares indiquen en qué medida han experimentado una serie de problemas de salud en los últimos meses.

Este cuestionario es uno de los instrumentos más utilizados para detectar morbilidad en contextos clínicos. La presente versión consta de cuatro subescalas identificadas mediante análisis factorial (Goldberg y Hillier, 1979): síntomas somáticos (SS), disfunción social (DS), ansiedad (AI) y depresión (DP).

En relación a su corrección, se da un punto por cada respuesta dada a determinados ítems. Puntuaciones iguales o superiores a 5 indican un posible problema clínico.

3.3.3 Análisis estadísticos y modelado

Para los análisis estadísticos clásicos (exploración preliminar de los datos, frecuencias, correlaciones, etc) y el análisis factorial inicial se empleó el **SPSS 21 de IBM**. Para cada cuestionario se intentó siempre en primera instancia un análisis factorial confirmatorio (CFA) de la estructura factorial propuesta por los autores del cuestionario. Si dicha estructura no era respetada por los datos, surgían dos posibilidades:

1. Realizar un análisis exploratorio, revisar la teoría subyacente y proponer una nueva estructura factorial.
2. Aceptar la estructura factorial original y eliminar aquellos ítems que presentan pesos muy bajos y no colapsan claramente en ninguno de los factores.

La estrategia 1) tiene la ventaja de conservar todos los ítems originales y producir factores latentes sólidos, pero corre el peligro de que se ajuste más a la muestra que a la población y de carecer de una base teórica sólida, por lo que debe emplearse con mucho cuidado. La estrategia 2) produce factores sólidos fácilmente interpretables a partir de la teoría, a costa de perder parte de la información recabada, hasta el punto de que ciertos factores pueden carecer del mínimo número de ítems recomendable (tres). Se optó por la estrategia 1) en el caso del CBI y por la 2) en el caso del COPE y el GHQ, por las razones que se exponen en la sección 3.4. La tabla 3.1 muestra las características de los análisis realizados:

Extracción	Factorización en ejes principales
Rotación	Oblimin directo (delta=0)
Valores perdidos	Excluir según lista
Visualización	Suprimir coeficientes < 0.2

Tabla 3.1: Características del análisis factorial.

Para refinar los análisis factoriales y construir los modelos de ecuaciones estructurales que capturan las relaciones entre factores se empleó el **AMOS 21 de IBM**.

Una vez obtenidos los factores mediante SPSS, se construyó con el AMOS el modelo análogo para cada estructura factorial, con el fin de verificar que presentasen buenos índices

de bondad de ajuste por separado. Además, se utilizaron los índices de modificación para correlacionar aquellos errores de indicadores de un mismo factor que presentasen valores inusualmente elevados³, siempre que la teoría psicológica lo justificase.

Finalmente se construyeron los modelos que incorporan todos los factores bajo estudio y sus relaciones. Debido a la anecdótica presencia de valores ausentes, se empleó el procedimiento de imputación que proporciona el AMOS mediante la opción *Estimate means and intercepts*.

Los indicadores de bondad de ajuste principales fueron el CFI, el RMSEA y el ratio χ^2/df , que conjuntamente sugieren un buen ajuste. Los otros índices que proporciona el software también fueron consultados, pero no se consideraron como determinantes.

En este capítulo se presenta un análisis exhaustivo de la base de datos de cuidadores usando el software SPSS 21 con el objetivo de entender las características fundamentales que interesan a los expertos en psicología y que permitan fundamentar el modelo de ecuaciones estructurales. Algunos de los resultados que ofrece el SPSS van más allá de los aspectos formales de esta tesis y no se ha profundizado en ellos. No obstante, son resultados de mucho interés para los psicólogos y *reviewers* y se incluyen por completitud y para justificar la construcción del SEM posterior. Nos referimos, en particular, al gráfico de sedimentación, a las pruebas KMO y Barlett y a los resultados rotados del análisis factorial. En este trabajo se emplean a *nivel de usuario*, sin entrar en su fundamentación matemática, como es la práctica habitual en psicología.

3.4 Resultados y discusión

3.4.1 Análisis factorial

Antes de construir el modelo estructural hay que construir un buen modelo de medida, para lo que se debe realizar un análisis factorial de cada test y construir factores sólidos. Para cada test se van a presentar:

- Los estadísticos descriptivos, para comprobar que los valores de asimetría y de curtosis de las variables empleadas son menores que 3 y 10 respectivamente, por lo que las distribuciones no son excesivamente no normales.
- La medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Barlett para justificar la extracción factorial. El KMO debe ser mayor que 0.5 y el nivel crítico de Barlett (*sig*) debe ser menor que 0.05 para que sea lícito extraer factores de los ítems.

³No se emplea ningún sesgo específico en los índices de modificación. Por valores inusualmente elevados se entiende aquellos que destacan mucho sobre el resto, típicamente un orden de magnitud por encima.

- El gráfico de sedimentación para justificar, siempre en combinación con la teoría, el número de factores extraídos.
- Los pesos factoriales de la matriz de configuración, es decir, de la solución rotada.
- El modelo de medida final del que se empleará en el modelo de ecuaciones estructurales, que incluye algunas correlaciones entre errores de ítems.

Escala de satisfacción con el cuidado

En esta sección, IT_A.i se refiere al ítem i del apartado A del cuestionario, que se encuentra en el anexo A. Los estadísticos descriptivos muestran que ninguno de los ítems presenta valores elevados de asimetría o curtosis (tabla 3.2). Además, las medidas de KMO y Barlett justifican la realización del análisis (tabla 3.3).

	N	Media	Desv. típ.	Asimetría	Curtosis
IT_A.21	321	2.00	1.075	.895	-.004
IT_A.22	321	2.14	1.064	.665	-.232
IT_A.23	321	2.01	1.052	.782	-.159
IT_A.24	321	2.31	1.141	.428	-.650
IT_A.25	321	2.52	1.230	.315	-.913

Tabla 3.2: Estadísticos descriptivos de la escala de satisfacción con el cuidado.

Medida de adecuación muestral de KMO		.815
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado	731.173
	gl	10
	Sig.	.000

Tabla 3.3: KMO y Barlett de la escala de satisfacción con el cuidado.

El gráfico de sedimentación (figura 3.2) justifica la presencia de un solo factor, los pesos del cual se muestran en la tabla 3.4. La suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción da un 55 %.

Esta escala funciona a la perfección, pues los cinco ítems colapsan claramente en un factor. Al realizar el análisis con el AMOS, se mejora el ajuste introduciendo una correlación entre los errores de los ítems 24 y 25, como muestra la figura 3.3. Asimismo, se comprueba que los índices de bondad de ajuste cumplen los tres requisitos que se exigen: $CFI = 0.990 > 0.9$, $RMSEA = 0.077 < 0.08$ y $\chi^2/df = 2.87 < 3$

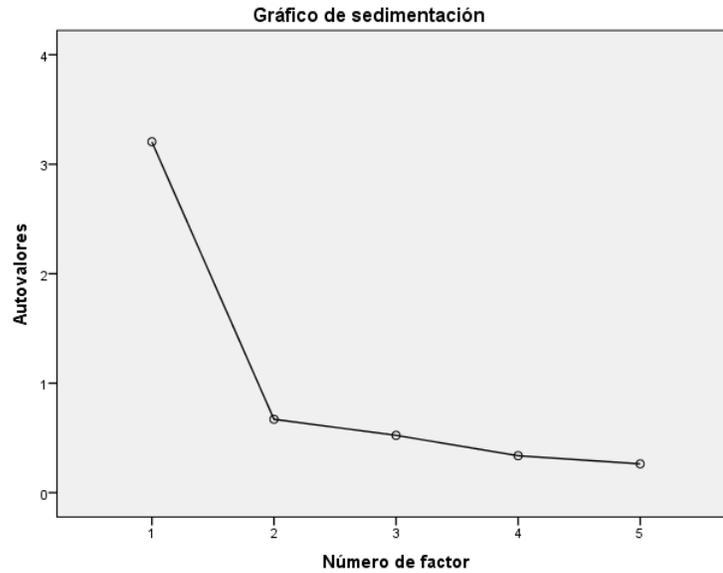


Figura 3.2: Gráfico de sedimentación de la escala de satisfacción con el cuidado.

(In)satisfacción con el cuidado	
IT_A_21	.672
IT_A_22	.841
IT_A_23	.709
IT_A_24	.782
IT_A_25	.706

Tabla 3.4: Pesos factoriales de la escala de satisfacción con el cuidado.

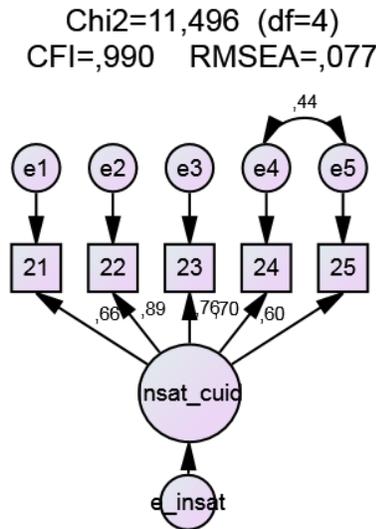


Figura 3.3: Modelo de medida de la (in-)satisfacción con el cuidado.

Cuestionario de carga del cuidador (CBI)

Un análisis preliminar de los datos muestra que todos los ítems se pueden emplear en el análisis factorial, pues no presentan valores muy elevados de curtosis ni asimetría (tabla 3.5). En esta sección, CBI_{*i*} se refiere al ítem *i* del apartado B del cuestionario, que se encuentra en el anexo A.

Si la teoría fuese cierta, los 22 ítems deberían colapsar en un solo factor, pero un análisis factorial confirmatorio demuestra que esto no sucede⁴. Puesto que otros autores ya han detectado diferentes subescalas en el CBI, se ha preferido realizar un análisis exploratorio con el objetivo de diferenciar las posibles sub-dimensiones de la carga. Esto permitirá, además, distinguir entre los estresores primarios y secundarios del modelo de Pearlin que se pretende validar en esta tesina.

Observando el gráfico de sedimentación y los enunciados de los ítems, se ha decidido que la estructura factorial óptima contiene tres factores. En consonancia con otros autores, estos factores se han identificado como: *Impacto del cuidado*, *Carga interpersonal* y *Expectativas de autoeficacia* [39].

A diferencia de [39], puesto que el objetivo del análisis no es validar ni criticar el CBI, se ha preferido eliminar aquellos ítems que no tienen un peso factorial importante en ninguno de los factores. De este modo, finalmente se obtienen los factores de la tabla 3.7. La tabla 3.6 y el gráfico 3.4 muestran las pruebas de adecuación y el gráfico de sedimentación asociados

⁴Para evitar confusiones, en esta tesina no se muestran los resultados del análisis factorial inicial, ni de las iteraciones intermedias, sino directamente los resultados de la estructura factorial aceptada.

	N	Media	Desv. típ.	Asimetría	Curtosis
CBI.01	320	1.39	1.341	.505	-.941
CBI.02	320	2.31	1.289	-.189	-.978
CBI.03	320	2.11	1.190	-.073	-.592
CBI.04	320	.61	1.057	1.763	2.316
CBI.05	320	1.27	1.078	.339	-.697
CBI.06	320	1.85	1.329	.074	-1.090
CBI.07	320	2.50	1.315	-.534	-.729
CBI.08	320	3.33	.934	-1.371	1.423
CBI.09	320	1.65	1.248	.229	-.858
CBI.10	319	1.93	1.309	-.050	-.977
CBI.11	319	2.07	1.338	-.160	-1.063
CBI.12	319	2.23	1.327	-.273	-.976
CBI.13	319	.79	1.147	1.243	.390
CBI.14	319	2.60	1.441	-.579	-1.045
CBI.15	318	1.81	1.345	.135	-1.156
CBI.16	319	1.26	1.161	.541	-.508
CBI.17	319	1.62	1.370	.318	-1.095
CBI.18	319	1.35	1.172	.307	-.901
CBI.19	319	1.44	1.206	.307	-.843
CBI.20	319	1.23	1.188	.573	-.592
CBI.21	320	1.21	1.140	.522	-.553
CBI.22	319	2.11	1.241	-.017	-.851

Tabla 3.5: Estadísticos descriptivos del CBI.

al análisis factorial final. Lamentablemente, el factor de *expectativas de autoeficacia* solo tiene dos indicadores y no podrá ser empleado en el modelo final. De todos modos, las dimensiones de la carga que forman los estresores primarios y secundarios de Pearlin (y que se pueden identificar precisamente con la *carga interpersonal* y el *impacto del cuidado*), quedan bien representadas.

Medida de adecuación muestral de KMO		.888
Chi-cuadrado		2274.601
Prueba de esfericidad de Bartlett	gl	120
	Sig.	0.000

Tabla 3.6: KMO y Barlett del CBI.

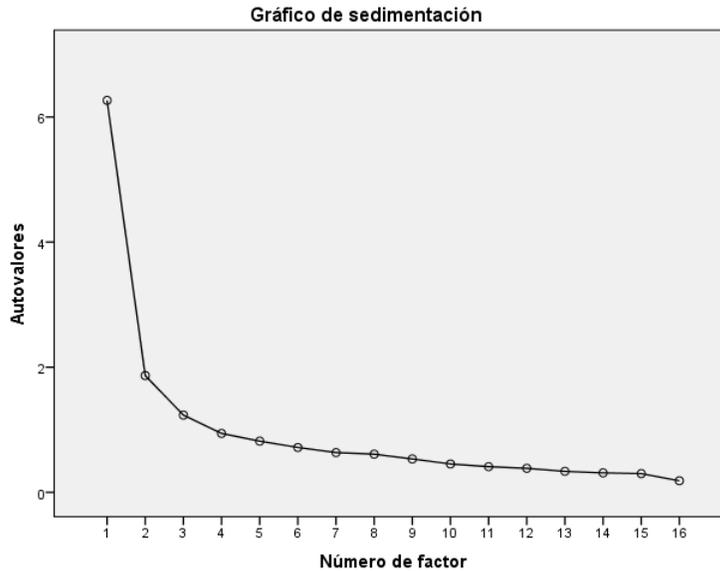


Figura 3.4: Gráfico de sedimentación del CBI.

El ajuste final del modelo según el AMOS se muestra en la figura 3.5. Los índices de bondad de ajuste cumplen los tres requisitos que se exigen: $CFI = 0.934 > 0.9$, $RMSEA = 0.074 < 0.08$ y $\chi^2/df = 2.75 < 3$

Escala de afrontamiento (COPE)

El cuestionario de afrontamiento mide 14 estilos de afrontamiento mediante dos ítems cada uno, lo que da el total de 28 ítems del test. Además, estos estilos se agrupan en dos estrategias de afrontamiento, aquellas centradas en el *problema* y aquellas centradas en la *emoción*. Esto se traduce en que se debería elaborar un modelo de medida de

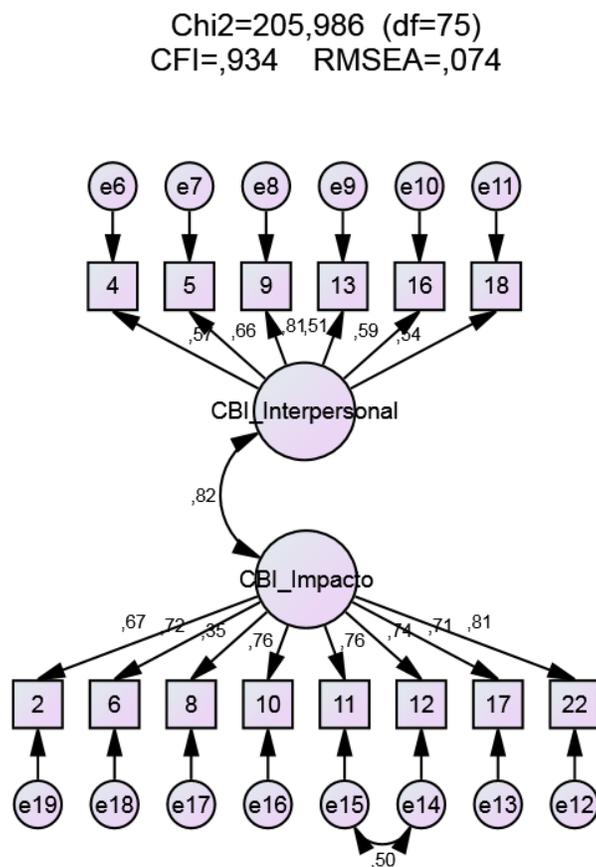


Figura 3.5: Modelo de medida del CBI.

	Impacto	Expectativas	Interpersonal
CBI.02	.651		
CBI.04			-.768
CBI.05			-.595
CBI.06	.654		
CBI.08	.451		
CBI.09	.307		-.557
CBI.10	.607		-.213
CBI.11	.747		
CBI.12	.858		
CBI.13			-.494
CBI.16	.286		-.347
CBI.17	.545		-.230
CBI.18			-.505
CBI.20		.809	
CBI.21		.851	
CBI.22	.619		-.271

Tabla 3.7: Pesos factoriales del CBI.

segundo orden, con ítems, factores latentes (los 14 estilos) y factores de factores (problema/emoción). Pero a la hora de abordar esta escala nos enfrentamos a dos problemas:

- Si pretendemos hacer un análisis factorial de primer y segundo orden, no nos basta con que cada factor de primer orden tenga dos indicadores (los dos ítems del test), pues el modelo no estaría identificado. Es un problema grave que no admite solución directa.
- La escala Likert de cada ítem tiene cuatro puntos, por lo que está en el extremo de lo que puede considerarse variable de escala. Es un problema menor, que podría ser obviado, pero que debe ser tenido en cuenta.

Ambos problemas pueden solucionarse conjuntamente si se sacrifica la construcción de factores *verdaderamente* de segundo orden. Así, se ha optado por realizar la media de los dos ítems de cada estilo de afrontamiento para obtener un nuevo indicador. De este modo, se puede realizar un análisis de primer orden con los estilos de afrontamiento como indicadores y el tipo de estilo (problema/emoción) como factor latente. La idea de operar con datos primarios y emplear el resultado de distintas sub-escalas como indicadores no es nueva y ha sido empleada extensamente en la literatura (por ejemplo, en [35] o [50]). Los autores entienden que, para los puristas de los modelos de ecuaciones estructurales, no se debería utilizar ningún sumatorio ni media como indicador, pero en este caso es la posibilidad más razonable. Además, el segundo problema queda solucionado, pues las

variables pasan a tener un rango de 0 a 8 puntos naturales (equivalente a un rango de 0 a 4 puntos, con un *paso* de 0.5 puntos).

Una vez decidida la estrategia, se pasa a comprobar la forma de las distribuciones mediante los estadísticos descriptivos (tabla 3.8). Se emplean abreviaturas para referirse a las diferentes estilos de afrontamiento, que son: autodistracción (autodis), afrontamiento activo (afr_act), abuso de sustancias (abs_sust), apoyo social instrumental (ap_inst), apoyo social emocional (ap_emoc), desconexión conductual (des_cond), desahogo (desah), reinterpretación positiva (rein_pos), planificación (planif), humor (humor), aceptación (accept), religión (relig), autoculpa (autocul). Se observa que el ítem *abuso de sustancias* presentan un valor de curtosis por encima de 10, lo que desaconseja su empleo en el análisis factorial.

	N	Media	Desv. típ.	Asimetría	Curtosis
autodis	321	1.41	1.004	.326	-.630
afr_act	321	2.32	.811	.051	-.369
negac	321	1.59	.820	1.239	.726
abs_sust	321	1.07	.274	2.943	12.931
ap_inst	321	2.04	.866	.360	-.458
ap_emoc	321	2.042	.8921	.424	-.555
des_cond	321	1.363	.6059	1.600	2.644
desah	321	1.863	.8244	.559	-.105
rein_pos	321	2.204	.9167	.263	-.671
planif	321	2.29	.899	.057	-.625
humor	321	1.24	.471	2.047	6.598
accept	321	2.62	.934	-.362	-.549
relig	321	1.93	.990	.622	-.698
autocul	321	1.547	.7220	1.133	1.016

Tabla 3.8: Estadísticos descriptivos del COPE.

El análisis inicial no confirma la estructura teórica⁵. Diversos autores han criticado la división de estrategias de afrontamiento en aquellas centradas en el problema y aquellas centradas en las emociones [40]. Pero nuevamente, como el objetivo no es encontrar las *verdaderas* dimensiones, se ha preferido eliminar algunos estilos de afrontamiento que no colapsan en ningún factor y respetar esta estructura, hasta quedarnos con los estilos de la tabla 3.10. Es preciso comentar que, pese a que en un principio se desaconseja el uso del ítem *abuso de sustancias* por estar demasiado alejado de la hipótesis normalidad, finalmente se ha empleado para disponer del mismo número de ítems en cada factor. De todos modos, se ha comprobado en el modelo final que su inclusión/exclusión no altera

⁵Como en el caso del CBI, se prefiere incluir únicamente los resultados finales para no enturbiar una lectura superficial del texto en la que el lector se centre en las tablas y gráficos.

significativamente los resultados finales, por lo que no es malo incluirlo. Y si no es malo, mejor incluirlo que dejarlo fuera.

Las tablas 3.9 y 3.6 muestran los tests de adecuación al análisis factorial y el gráfico de sedimentación para los ítems y factores finales.

Medida de adecuación muestral de KMO		.744
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado	779.429
	gl	45
	Sig.	.000

Tabla 3.9: KMO y Barlett del COPE.

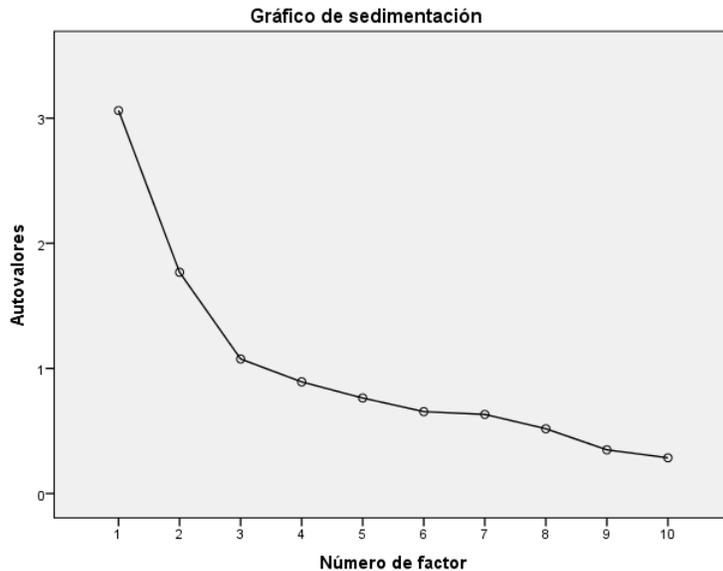


Figura 3.6: Gráfico de sedimentación del COPE.

Como en este caso se tienen exactamente dos factores, se puede representar la factorización en ejes principales de forma muy clara. La figura 3.7 muestra cómo las distintas estrategias se agrupan claramente en dos tipos. En la figura 3.8 se observan los factores finales, en los que se ha correlacionado el error de los ítems *apoyo instrumental* y *apoyo emocional*. los índices de bondad de ajuste cumplen los tres requisitos que se exigen: $CFI = 0.954 > 0.9$, $RMSEA = 0.057 < 0.08$ y $\chi^2/df = 2.0 < 3$

Escala general de salud (GHQ)

En este caso los ítems del cuestionario son variables dicotómicas (0/1), medidas con error, lo que impide usarlas como indicadores. La opción más razonable es considerar como

	PROBLEMA	EMOCIÓN
autodis		.453
afr_act	.727	
negac		.567
abs_sust		.321
ap_inst	.665	
ap_emoc	.523	
des_cond		.533
rein_pos	.612	
planif	.838	
autocul		.464

Tabla 3.10: Pesos factoriales del COPE.

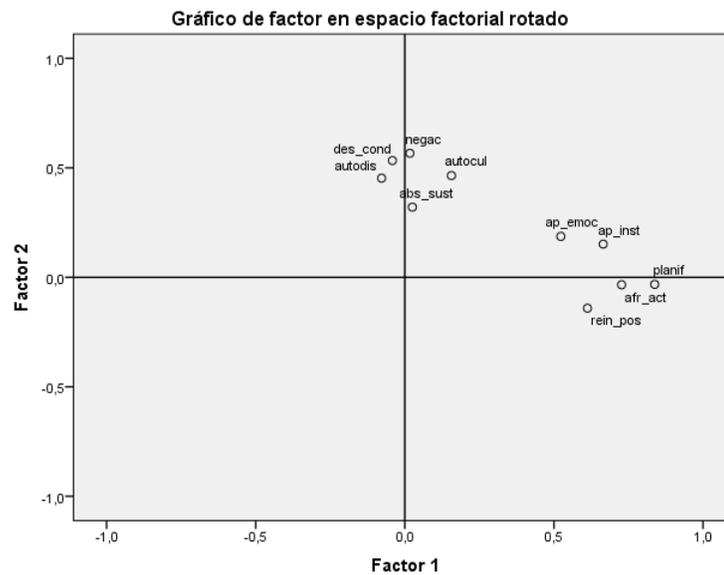


Figura 3.7: Gráfico de factores rotados del COPE.

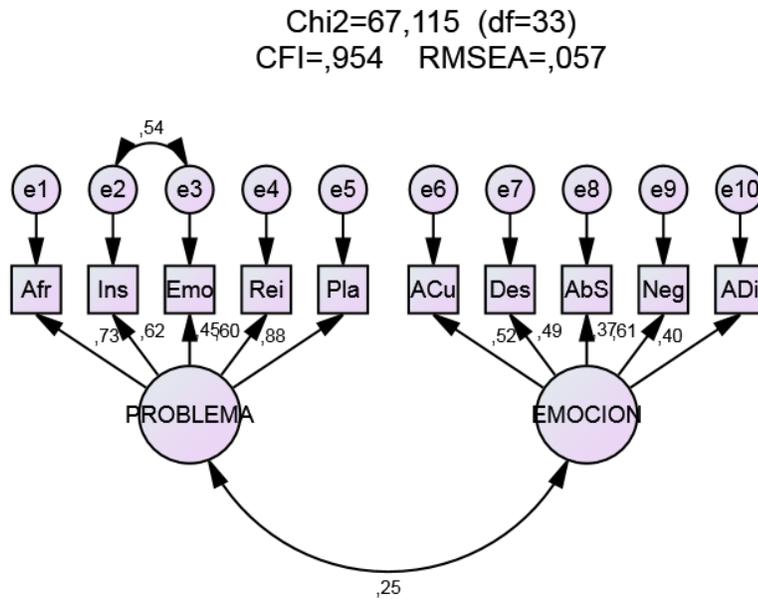


Figura 3.8: Modelo de medida del COPE.

indicadores cada una de las dimensiones que mide la escala, cuya puntuación se obtiene de sumar los siete ítems correspondientes. Estas dimensiones son síntomas somáticos, ansiedad-insomnio, disfunción social y depresión. Pese a que desde la filosofía de los modelos de ecuaciones estructurales se es contrario a cualquier manipulación o sumatorio de las respuestas primarias, en este caso es la mejor solución para incluir morbilidad en el modelo.

En psicometría, cuando se suman diversos ítems para construir una nueva variable como en este caso, se debe evaluar la *fiabilidad*. Esto es, de algún modo comprobar que es lícito sumar los ítems y que miden lo mismo, aunque los detalles escapan a los objetivos de este trabajo. La tabla 3.11 muestra los análisis de fiabilidad de cada subescala, que justifican el empleo de los respectivos sumatorios como indicadores. Se suele requerir un alfa de Cronbach mayor que 0.7 para justificar el sumatorio. Si bien la disfunción social presenta un alfa de Cronbach menor que el límite, al no ser mucho más baja, se ha tomado la decisión de dejarla en el modelo.

Una vez justificado el empleo de las subescalas como indicadores, se comprueba que las subescalas, pese a no seguir distribuciones normales, no se alejan extremadamente de esta hipótesis (tabla 3.12). Además, los indicadores de KMO y Barlett justifican la realización de un análisis factorial (tabla 3.13).

Como sugiere la teoría, de las cuatro subescalas se extrae un solo factor. El gráfico de

Dimensión	Items	Alfa de Cronbach
Síntomas somáticos	1 a 7	0.727
Ansiedad-Insomnio	8 a 14	0.801
Disfunción social	15 a 21	0.650
Depresión	21 a 28	0.816

Tabla 3.11: Medidas de fiabilidad de las subescalas del GHQ.

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. típ.	Asimetría	Curtosis
Sint_som	321	4.23	2.064	-.426	-.828
Ans_Ins	321	5.36	1.935	-1.279	.824
Dis_soc	321	2.11	1.510	1.267	1.176
Depres	321	1.80	2.057	1.003	-.006

Tabla 3.12: Estadísticos descriptivos del GHQ.

Medida de adecuación muestral de KMO		.689
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado	290.635
	gl	6
	Sig.	.000

Tabla 3.13: KMO y Barlett del GHQ.

sedimentación (figura 3.9) muestra un autovalor dominante, y el resto por debajo de uno. La tabla 3.14 muestra finalmente los pesos factoriales, cuya suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción es del 41 %.

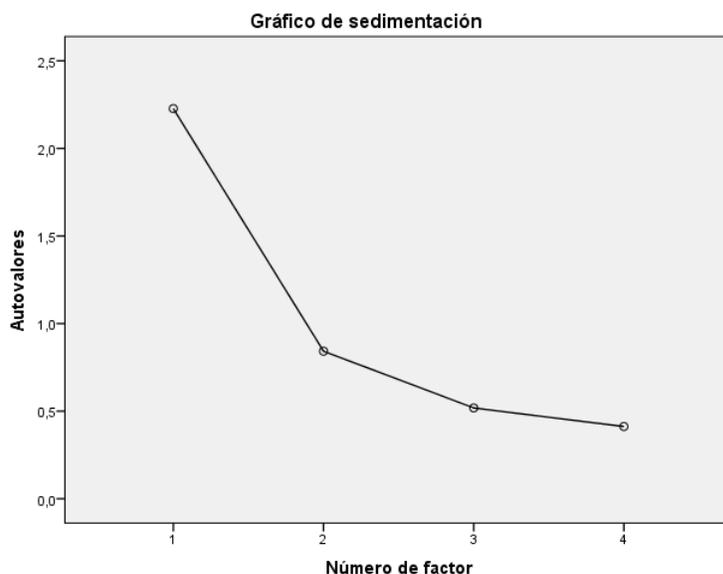


Figura 3.9: Gráfico de sedimentación del GHQ.

	GHQ
sint_som	.697
ans_ins	.687
dis_soc	.533
depres	.640

Tabla 3.14: Pesos factoriales del GHQ.

En la figura 3.10 se observan los factores finales, en los que se ha correlacionado el error de los ítems *disfunción social* y *depresión*. Los índices de bondad de ajuste son muy buenos y cumplen los tres requisitos que se exigen: $CFI = 0.998 > 0.9$, $RMSEA = 0.042 < 0.08$ y $\chi^2/df = 1.564 < 3$.

El problema de los antecedentes

En el esquema de Pearlín los antecedentes plantean un problema estadístico fundamental: pese a que el AMOS permite emplear variables *exógenas medidas sin error con cualquier distribución*, al incluir relaciones causales que van de una variable medida directamente a un factor latente, si estas relaciones no son prácticamente deterministas, el chi cuadrado

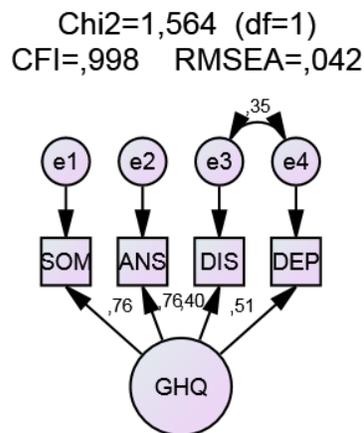


Figura 3.10: Modelo de medida del GHQ.

del modelo aumenta exageradamente. Es decir, al incluir cada antecedente en el modelo, es probable que el error cometido nos lleve a rechazar el modelo. Este problema se agrava al ser muchos de los antecedentes binarios (o simplemente lejos de ser continuos) y presentar distribuciones con casi toda la masa cercana a uno de sus posibles valores. Entonces no se trata de variables, sino de pseudoconstantes.

Además, la inclusión de todos los antecedentes en el modelo y de sus relaciones causales con todos los estresores, mediadores y resultados, enturbiaría demasiado el modelo final, que debe ser tan simple y parsimonioso como se pueda.

Por lo tanto, se ha decidido dejar fuera del modelo de ecuaciones estructurales a los antecedentes y evaluar su influencia en los cuidadores de otro modo (correlaciones, tablas de contingencia, etc) en otra parte.

3.4.2 Modelo de ecuaciones estructurales

Con los factores obtenidos y en base a la teoría del *modelo de Pearlín* [44], se pretende construir y evaluar un modelo como el de la figura 3.11.

El modelo final completo, con todos los indicadores y errores, es el de la figura 3.12. Las tablas 3.15, 3.16 y 3.17 muestran los coeficientes obtenidos, tanto estándar como no estándar, para todas las relaciones causales y las correlaciones del modelo. Además, siempre aparece un p-valor P asociado a cada parámetro. Conviene recordar lo que significa formalmente:

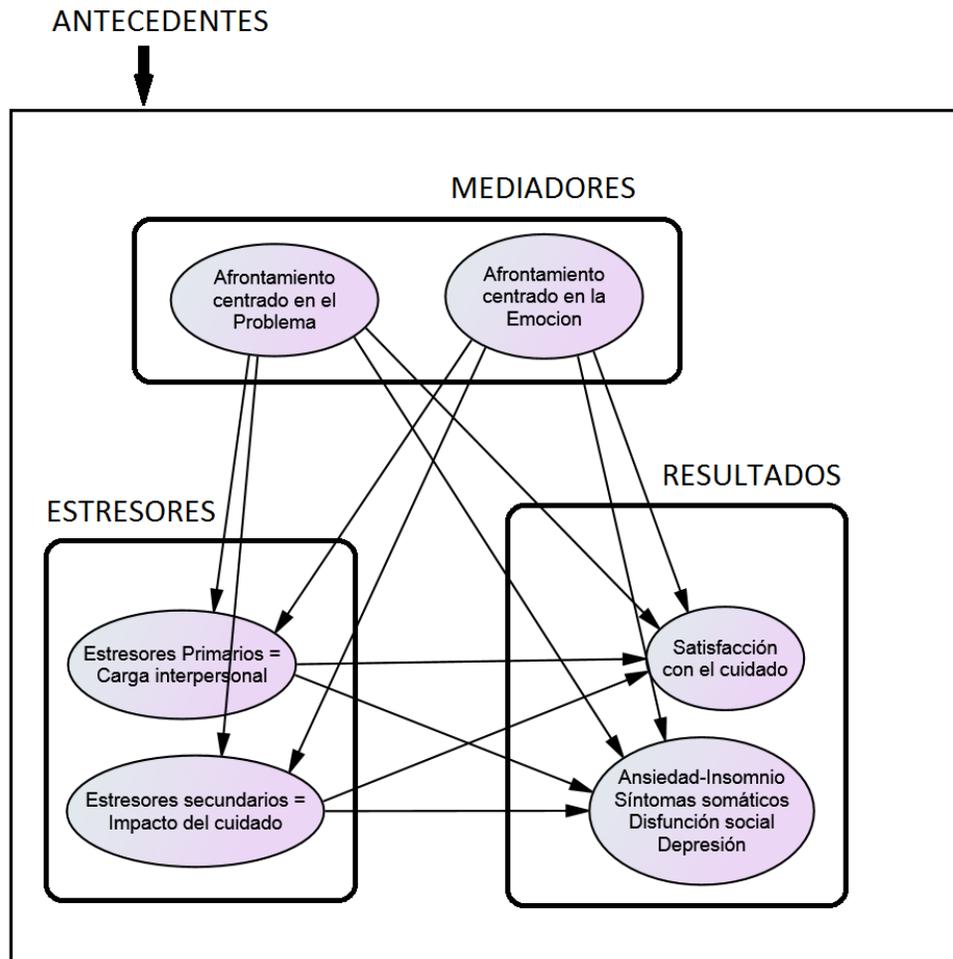


Figura 3.11: Esquema del modelo estructural a construir a partir de los factores obtenidos y su interpretación en base al *modelo de Pearlman* (no se incluyen los errores).

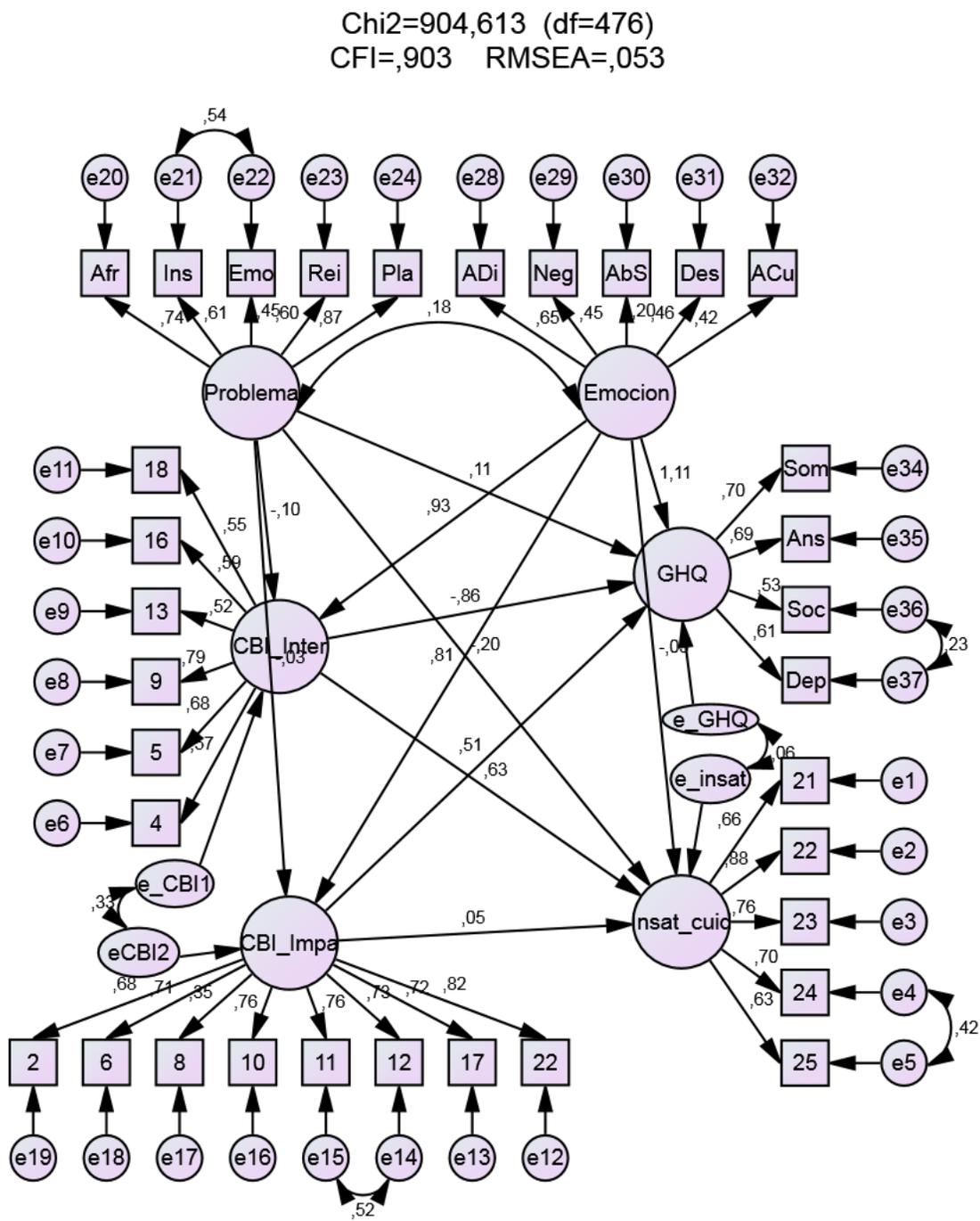


Figura 3.12: Modelo de ecuaciones estructurales del estrés en cuidadores.

Definición 7 Sea la hipótesis nula $H_0 : \theta_i = 0$. Entonces, el p -valor P asociado a los parámetros estimados es

$$P = P(\theta_i = \hat{\theta}_i \mid H_0 \text{ es cierta}), \quad (3.1)$$

donde $\hat{\theta}_i$ es el valor estimado del parámetro θ_i .

Es decir, la P es la probabilidad de que el valor estimado no sea distinto de 0 en realidad. En la notación empleada, cuando aparecen asteriscos (***) significa $P < 0.001$ y es lo deseable. Evidentemente, cuanto mayor es el valor estimado, menor suele ser la P asociada; esto es, si un valor estimado es elevado, es más probable que sea significativamente distinto de 0. Son los pesos pequeños los que tendrán valores de P asociados elevados. Precisamente a esto es a lo que se refiere el parámetro δ de la ecuación 2.2: el efecto mínimo a observar es el mínimo valor de los parámetros estimados que deseamos observar de forma estadísticamente significativa. Por lo tanto, aumentando la muestra se conseguirían efectos mínimos menores y decrecería la P asociada a los parámetros estimados.

Nótese que la P asociada a todos los pesos del modelo de medida es ≤ 0.001 , lo que indica que se puede confiar en los valores obtenidos. En cambio, muchos de los pesos del modelo estructural tienen una P por encima de 0.05, lo que no permite afirmar que sean estadísticamente *distintos de 0*. Lo mismo sucede con las correlaciones: aquellas de los errores del modelo de medida tienen una $P < 0.001$, mientras que dos de las tres correlaciones del modelo estructural tienen una $P \geq 0.05$.

Esto no quiere decir que el modelo estructural esté mal ni que se deban eliminar las aristas de aquellas relaciones con una P significativa. Las correlaciones entre factores se deben poner porque el análisis factorial ha consistido en una rotación oblicua, por lo que los factores resultantes pueden estar correlacionados y así se debe permitir en el modelo de ecuaciones estructurales que se construya. Las relaciones causales se deben mantener porque precisamente lo que se pretende es validar dicho modelo teórico, y si se quitasen *a posteriori* lo que se estaría validando realmente sería otro modelo. Ante la duda, es mejor poner una flecha en el modelo (quitar un grado de libertad) y dejar que se ajuste a los datos, aunque la P asociada al valor sea elevada *a posteriori*. Sobre todo si es lo que dice la teoría.

Es importante, desde un punto de vista estadístico, comentar uno de los resultados: el peso estandarizado GHQ \leftarrow Emocion vale 1, 105. Algunos autores creen erróneamente que obtener un coeficiente estandarizado superior a la unidad indica que ha habido algún fallo en la convergencia de la estimación que hay que subsanar, o incluso que el modelo no se ajusta a los datos, pues solo violando el rango de validez de un coeficiente se obtiene un buen ajuste. El error está en pensar que su rango es $[-1, 1]$ porque se trata de coeficientes estandarizados (como en caso del análisis factorial ortogonal, por ejemplo). En un SEM, puesto que los factores no son necesariamente ortogonales, los coeficientes estandarizados pueden tener valores que se salgan del rango $[-1, 1]$. Hecho que, por otro lado, dificulta

			Estándar	Estimado	Error	P
CBI_Inter	←	Emocion	0.931	0.86	0.117	***
CBI_Impa	←	Emocion	0.812	1.077	0.141	***
CBI_Inter	←	Problema	-0.105	-0.105	0.063	0.096
CBI_Impa	←	Problema	-0.032	-0.047	0.087	0.591
Insat_cuid	←	CBI_Inter	0.63	0.738	0.385	0.055
Insat_cuid	←	Problema	-0.195	-0.23	0.084	0.006
GHQ	←	Problema	0.105	0.251	0.261	0.336
GHQ	←	CBI_Inter	-0.86	-2.037	1.377	0.139
GHQ	←	CBI_Impa	0.515	0.849	0.308	0.006
GHQ	←	Emocion	1.105	2.419	1.442	0.093
Insat_cuid	←	Emocion	-0.049	-0.053	0.377	0.888
Insat_cuid	←	CBI_Impa	0.05	0.041	0.102	0.69

Tabla 3.15: Parámetros estimados: pesos del modelo estructural del SEM de la figura 3.12. Se incluyen el valor estandarizado, el no estandarizado, el error estándar y la P.

			Estándar	Estimado	Error	P
Emocion	↔	Problema	0.183	0.072	0.032	0.022
e_CBI1	↔	e_CBI2	0.327	0.04	0.036	0.255
e33	↔	e_GHQ	0.065	0.025	0.067	0.705
e4	↔	e5	0.419	0.323	0.055	***
e21	↔	e22	0.535	0.291	0.038	***
e14	↔	e15	0.52	0.415	0.059	***
e36	↔	e37	0.231	0.48	0.143	***

Tabla 3.16: Parámetros estimados: correlaciones del modelo estructural del SEM de la figura 3.12. Se incluyen el valor estandarizado, el no estandarizado, el error estándar y la P.

			Estándar	Estimado	Error	P
IT_A.21	←	Insat_cuid	0.66	1		
IT_A.22	←	Insat_cuid	0.879	1.318	0.105	***
IT_A.23	←	Insat_cuid	0.763	1.131	0.098	***
IT_A.24	←	Insat_cuid	0.705	1.133	0.105	***
IT_A.25	←	Insat_cuid	0.629	1.09	0.111	***
CBI.04	←	CBI_Inter	0.574	1		
CBI.05	←	CBI_Inter	0.682	1.212	0.131	***
CBI.09	←	CBI_Inter	0.791	1.627	0.161	***
CBI.13	←	CBI_Inter	0.518	0.98	0.129	***
CBI.16	←	CBI_Inter	0.587	1.125	0.135	***
CBI.18	←	CBI_Inter	0.552	1.067	0.134	***
CBI.22	←	CBI_Impa	0.821	1.172	0.09	***
CBI.17	←	CBI_Impa	0.72	1.134	0.098	***
CBI.12	←	CBI_Impa	0.728	1.112	0.095	***
CBI.11	←	CBI_Impa	0.755	1.163	0.096	***
CBI.10	←	CBI_Impa	0.762	1.148	0.094	***
CBI.08	←	CBI_Impa	0.346	0.371	0.064	***
CBI.06	←	CBI_Impa	0.709	1.082	0.095	***
CBI.02	←	CBI_Impa	0.676	1		
afr_act	←	Problema	0.743	1		
ap_inst	←	Problema	0.612	0.88	0.087	***
ap_emoc	←	Problema	0.449	0.665	0.09	***
rein_pos	←	Problema	0.605	0.92	0.092	***
planif	←	Problema	0.866	1.293	0.101	***
autodis	←	Emocion	0.654	1		
negac	←	Emocion	0.453	0.566	0.08	***
abs_sust	←	Emocion	0.2	0.083	0.026	0.001
des_cond	←	Emocion	0.459	0.423	0.059	***
autocul	←	Emocion	0.424	0.467	0.07	***
sint_som	←	GHQ	0.696	1		
ans_ins	←	GHQ	0.693	0.933	0.093	***
dis_soc	←	GHQ	0.528	0.555	0.07	***
depres	←	GHQ	0.613	0.878	0.097	***

Tabla 3.17: Parámetros estimados: pesos del modelo de medida del SEM de la figura 3.12. Se incluyen el valor estandarizado, el no estandarizado, el error estándar y la P.

su interpretación [23].

En la tabla 3.18 se muestran los índices de bondad de ajuste del modelo de ecuaciones estructurales de la figura 3.12. Los tres índices que se había escogido están dentro de los límites aceptables: $\chi^2/df = 1.9 < 3$ $CFI = 0.903 > 0.9$, $RMSEA = 0.053 < 0.08$ (tanto el propio RMSEA como el HI 90% asociado), por lo que el modelo se acepta como representativo de la realidad.

Como suele ser habitual, se muestran no sólo los índices del modelo base, sino también del modelo saturado y el modelo independiente, para poder compararlos. El modelo saturado es un modelo sobre-explicativo, nada parsimonioso, en el que se tienen tantos parámetros que no quedan grados de libertad; el CFI tenderá a 1, pero otros índices que tengan en cuenta la parsimonia tenderán a 0. El modelo independiente es el que asume que todas las correlaciones y relaciones entre variables son 0; un buen ajuste del modelo independiente sería un problema, pues el modelo base sería entonces poco parsimonioso. En la tabla 3.18 se puede comprobar que tanto el modelo saturado como el independiente exhiben el comportamiento que cabría esperar de ellos.

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Base	118	904.613	476	0	1.9
Saturado	594	0	0		
Independiente	33	4963.657	561	0	8.848
	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
	Delta1	rho1	Delta2	rho2	
Base	0.818	0.785	0.904	0.885	0.903
Saturado	1		1		1
Independiente	0	0	0	0	0
	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE	
Base	0.053	0.048	0.058	0.168	
Independiente	0.157	0.153	0.161	0	

Tabla 3.18: Índices de bondad de ajuste del modelo de ecuaciones estructurales.

La interpretación de todos los resultados y sus consecuencias psicológicas escapa al alcance de este trabajo fin de máster y será realizado por la psicóloga Andrea Vázquez en su trabajo de tesis. Sin embargo, se pueden comentar aquí algunos de los resultados:

- La carga tiene un impacto en la satisfacción con el cuidado, de modo que a más carga, menos satisfacción. Además, se confirma que el estresor principal es la carga interpersonal, frente al impacto del cuidado que juega un papel menor. Esto se observa en las relaciones causales:

$$- \text{Insat.cuid} \leftarrow \text{CBI.Inter} = 0.61, P = 0.055$$

- $\text{Insat_cuid} \leftarrow \text{CBI_Impa} = 0.05, P = 0.69$
- El tipo de afrontamiento modula la percepción de la carga. Así, mientras que un afrontamiento centrado en la emoción aumenta claramente la carga, un afrontamiento centrado en el problema la reduce ligeramente. Esto se observa en:
 - $\text{CBI_Inter} \leftarrow \text{Emocion} = 0.931, P = ***$
 - $\text{CBI_Impa} \leftarrow \text{Emocion} = 0.812, P = ***$
 - $\text{CBI_Inter} \leftarrow \text{Problema} = -0.105, P = 0.096$
 - $\text{CBI_Impa} \leftarrow \text{Problema} = -0.032, P = 0.591$

Comprobación del tamaño de muestra

En esta sección se desea profundizar ligeramente en el tema del tamaño de muestra. En la etapa de recogida de datos no se conoce el modelo exacto que se va a elaborar. Se debe tener una idea *a priori* de la estructura factorial a verificar, pero hasta que no se realicen los análisis estadísticos sobre los datos reales no se puede saber de cuántos ítems se va a componer el modelo final. Por eso, en los SEM, parte del trabajo sobre el tamaño de la muestra es un tema *a posteriori* [52].

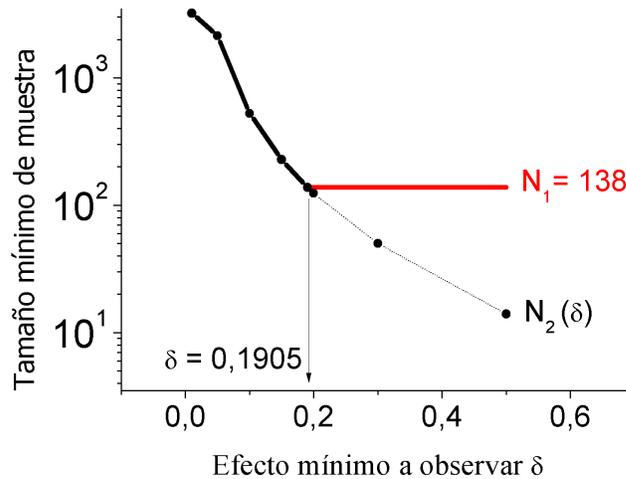


Figura 3.13: Tamaño mínimo de muestra en función del efecto mínimo a observar ($\alpha = 0.95$, $1 - \beta = 0.8$, 33 variables medidas y 6 factores).

Se ha empleado la herramienta de [49] para comprobar que el tamaño de muestra es teóricamente suficiente (véase la sección 2.4.4). Según la ecuación empírica 2.1, se requiere una muestra $N_1 \geq 138$. Según la ecuación referida en 2.2, para valores típicos de $\alpha = 0.95$, $1 - \beta = 0.8$ y $\delta = 0.3$, se requiere una muestra $N_2 \geq 50$. Es decir, que teóricamente

deberíamos ser capaces de observar efectos causales de fuerza 0.3 o mayor con una $P \leq 0.05$ con la muestra que tenemos. Desgraciadamente, los resultados muestran que, en el modelo estructural, algunos de los pesos no cumplen esta condición.

Es interesante calcular, al menos teóricamente, cómo evoluciona el tamaño de muestra mínimo en función del efecto mínimo a observar según [49]. La figura 3.13 muestra esta función para nuestro modelo, de 33 indicadores y 6 factores. Nótese que el punto de corte de N_1 con N_2 se sitúa cerca de $\delta = 0.2$. Es decir, que para observar efectos menores que 0.2 con una $P < 0.05$, la ecuación limitante es 2.2. Estos cálculos, que son puramente orientativos, dan una idea de como el tamaño de muestra necesario crece muy rápidamente conforme el efecto a observar decrece.

3.5 Conclusión

Mediante la aplicación de la herramienta estadística de los modelos de ecuaciones estructurales se ha podido comprobar que los datos recogidos en una muestra de cuidadores de personas dependientes validan empíricamente el modelo de carga propuesto por Pearlin en 1990. Esto permite, además, cuantificar las relaciones causales del modelo y decidir qué variables juegan un papel fundamental sobre la satisfacción y la salud de los cuidadores.

Se espera publicar un artículo científico con los resultados aquí expuestos y aplicar la misma metodología a nuevas bases de datos.

Apéndice A

Cuestionario

En el presente anexo se incluye una copia del cuestionario original con el que se entrevistó a todos los cuidadores de la muestra (véase la sección 3.3.2).

De este modo, se facilita el acceso a los ítems originales para que el lector pueda consultar cualquier duda respecto a la formulación de las preguntas y las posibilidades de respuesta. En particular, se puede evaluar la pertinencia teórica de las correlaciones de los errores establecidas en los análisis factoriales.

El cuestionario pertenece a sus autores y cualquier interesado deberá ponerse en contacto con ellos para su utilización expresa. Queda totalmente prohibido su uso sin su consentimiento previo.

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN:

(por favor, consigne su fecha de nacimiento dd/mm/aa tras los dos puntos)

____: __/__/__

**ENCUESTA A CUIDADORES DE PERSONAS DEPENDIENTES¹**

En estas páginas aparecen varios apartados a través de los cuales pretendemos evaluar las opiniones y sentimientos que puede experimentar los cuidadores de una persona en situación de dependencia como resultado de la experiencia de cuidar. Los datos obtenidos nos permitirán conocer la situación y necesidades de los cuidadores/as principales, así como proponer estrategias formativas y preventivas que mejoren su salud.

Recuerde: El cuestionario y la información contenida son **totalmente confidenciales** y en todo momento se respetará este criterio.

Por favor, trate de responder a todas las preguntas y entregue el cuestionario tan pronto como le sea posible.

¡MUCHAS GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

APARTADO A. INFORMACIÓN GENERAL

Complete los datos señalando con una X las casillas que procedan

1. Sexo: Hombre Mujer
2. Edad:.....años
3. Estado Civil (señale lo que proceda):
 Soltero/a Casado/a o convive con pareja
 Viudo/a Divorciado/a separado/a
4. Cargas familiares (p.e. hijos u otros familiares viviendo y dependiendo de usted?): Sí No
5. Situación Laboral (señale lo que proceda):
 En activo
 En paro
 Jubilada/o
 Otras

¹ Cuestionario elaborado para el proyecto: Salud biopsicosocial de cuidadores formales e informales de personas en situación de dependencia: evaluación de repercusiones personales, laborales, económicas y sociales. (Proyecto financiado por la JCYL. ref. SA008A08) Miembros del equipo: Cristina Jenaro (IP), Noelia Flores, Cristina Caballo, María Gómez, Benito Arias.

6. ¿Ha tenido que dejar de trabajar para atender a su familiar?
 Sí No He solicitado reducción de jornada laboral
7. Señale el máximo nivel de estudios que haya terminado
 Sin estudios
 Estudios Primarios/ sin Graduado Escolar
 Secundaria/Graduado Escolar
 Bachillerato o BUP o Formación Profesional
 Estudios Universitarios/Diplomatura Licenciatura o Doctorado
8. ¿Ayuda usted a una sola persona dependiente o a más de una?
 Una Más de una. ¿Cuántas?.....
9. ¿Cuánto tiempo lleva como cuidador/a de una persona dependiente?
 Menos 1 año 1- 2 años
 3 años - 5 años 6 años- 8 años
 9 años – 11 años Más de 11 años
10. Indique el grado de parentesco que tiene con la persona dependiente:
 Esposo/a o compañero/a
 Hijo/a
 Yerno/nuera
 Sobrino/a
 Hermano/a
 Otro: ¿cuál?:.....
11. Género de la persona atendida: Hombre Mujer
12. Edad de la persona dependiente:.....
13. ¿Qué enfermedad tiene la persona dependiente a la que cuida?:.....
14. ¿Cuánto tiempo lleva la persona que usted cuida en situación de dependencia?
 Menos 1 año 1- 2 años
 3 años - 5 años 6 años- 8 años
 9 años – 11 años Más de 11 años
15. ¿Cuántos días a la semana recibe su familiar su atención cuando tiene que cuidarla?:.....
16. ¿Cuántas horas dedica al día a atender a su familiar?:.....

17. EN LA ACTUALIDAD:

a. ¿Utiliza la ayuda de algún centro de día para cuidar a su familiar?	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí
b. ¿Utiliza la ayuda a domicilio (o asistencia remunerada) para cuidar a su familiar?	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí
c. ¿Utiliza la telealarma o teleasistencia?	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí
d. ¿Utiliza la estancia temporal en residencias?	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí
e. ¿Recibe ayuda de sus familiares para cuidar a su familiar?	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí
f. ¿Recibe ayuda de amigos para cuidar a su familiar?	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí
g. ¿Recibe ayuda de vecinos para cuidar a su familiar?	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí
h. ¿Recibe ayuda de voluntarios para cuidar a su familiar?	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí
i. ¿Recibe ayuda de otras personas para cuidar a su familiar?	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí

18. ¿Alguna vez ha pensado que le gustaría que otro familiar asumiera el papel de cuidador/a principal en su lugar?

CASI SIEMPRE	CON BASTANTE FRECUENCIA	ALGUNAS VEZ	RARA VEZ	NUNCA
1	2	3	4	5

19. ¿Ha sentido alguna vez rechazo ante la situación que está viviendo o acerca de la persona dependiente?

CASI SIEMPRE	CON BASTANTE FRECUENCIA	ALGUNAS VEZ	RARA VEZ	NUNCA
1	2	3	4	5

20. Siente que los demás reconocen la labor que está haciendo por su familiar

CASI SIEMPRE	CON BASTANTE FRECUENCIA	ALGUNAS VEZ	RARA VEZ	NUNCA
1	2	3	4	5

21. ¿Con qué frecuencia siente que ayudar a su familiar le ha hecho sentirse más cercano a él/ella?

CASI SIEMPRE	CON BASTANTE FRECUENCIA	ALGUNAS VEZ	RARA VEZ	NUNCA
1	2	3	4	5

22. ¿Con qué frecuencia siente que realmente disfruta estando con la persona dependiente?

CASI SIEMPRE	CON BASTANTE FRECUENCIA	ALGUNAS VEZ	RARA VEZ	NUNCA
1	2	3	4	5

23. ¿Con qué frecuencia siente que los momentos placenteros de la persona atendida le producen placer a usted también?

CASI SIEMPRE	CON BASTANTE FRECUENCIA	ALGUNAS VEZ	RARA VEZ	NUNCA
1	2	3	4	5

24. ¿Con qué frecuencia siente que cuidar a la persona dependiente da un mayor sentido a su vida?

CASI SIEMPRE	CON BASTANTE FRECUENCIA	ALGUNAS VEZ	RARA VEZ	NUNCA
1	2	3	4	5

25. ¿Con qué frecuencia siente que el hecho de responsabilizarse de la persona atendida le ayuda a aumentar su autoestima?

CASI SIEMPRE	CON BASTANTE FRECUENCIA	ALGUNAS VEZ	RARA VEZ	NUNCA
1	2	3	4	5

26. ¿Cómo calificaría usted su relación con su familiar antes de que precisara de sus cuidados?

- Problemática, con conflictos
- Bastante distante y fría
- Normal, conforme al vínculo familiar que nos une
- De gran intimidad y afecto
- De otra manera. ¿Cómo?.....

27. ¿Desde que cuida a su familiar su relación con él?

- Ha empeorado
- Sigue más o menos igual
- Ha mejorado

28. ¿Con qué frecuencia ha pensado en ingresar a su familiar en una residencia?

- Nunca
- Alguna vez
- Con mucha frecuencia

29. ¿Se encuentra en lista de espera para algún servicio de apoyo formal?

- No
- Sí

25. ¿Ha solicitado la valoración de la dependencia (Baremo BVD) para su familiar?

- No
- Sí

30. En caso afirmativo, ¿se le ha concedido alguna ayuda o prestación para cuidar de su familiar?

- No
- Sí

31. ¿Cuánto considera que se cuida usted a sí mismo?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Nada | <input type="checkbox"/> Poco, menos de lo que debería |
| <input type="checkbox"/> Lo suficiente | <input type="checkbox"/> Bastante |
| <input type="checkbox"/> Mucho | <input type="checkbox"/> En exceso |

32. **ANTES DE SE CUIDADOR/A:** Si tuviera que valorar su **calidad de vida** en una escala del 1 al 10 (siendo el 10 la máxima puntuación), ¿qué puntuación se daría?: **Calidad de vida:**.....

¿y respecto a su **calidad de vida en el trabajo?**.....

¿y su **calidad de vida familiar?**.....

¿y su **calidad de vida social (relación con amigos, tiempo libre y de ocio, etc.)**.....

33. En el último trimestre, ¿ha tenido que acudir al médico por problemas relacionados con su salud? No Sí
34. En la actualidad, ¿toma algún tipo de fármaco por problemas de estrés, ansiedad o depresión? No Sí
35. Señale si realiza las siguientes conductas:
- Fumar más de 20 cigarrillos al día
 - Consumir sustancias
 - Dormir horas suficientes
 - Realizar actividad física moderada (p.e. caminar rápido)
 - Practicar deportes o ejercicio
 - Destinar tiempo para el ocio
 - Beber alcohol de manera abusiva
 - Alimentarse Adecuadamente
36. ¿Si tuviera tiempo le gustaría relacionarse con personas que se encuentren en su misma situación, para charlar y compartir experiencias?
- Si No No me lo he planteado nunca
37. Qué conocimientos cree que necesitaría para prestar una atención más adecuada a su familiar dependiente:
- La enfermedad o dependencia que tiene.
 - El aseo personal y movilización en el hogar.
 - Los apoyos de los que puede disponer.
 - Alimentación
 - Otros: (indique cuáles _____)
38. ¿Se siente desbordado por el hecho de ser cuidador/a?

NUNCA	CASI NUNCA	ALGUNAS VECES	NORMALMENTE	BASTANTES VECES	CASI SIEMPRE	SIEMPRE
0	1	2	3	4	5	6

39. **EN LA ACTUALIDAD:** Valore su **calidad de vida** en una escala del 1 al 10 (siendo el 10 la máxima puntuación), ¿qué puntuación se daría?:
Calidad de vida.....

¿y respecto a su **calidad de vida en el trabajo**?.....
 ¿y su **calidad de vida familiar**?.....
 ¿y su **calidad de vida social (relación con amigos, tiempo libre y de ocio, etc.)**?.....

APARTADO B. ENCUESTA GENERAL

A continuación se presenta una lista de frases que reflejan cómo se sienten algunas personas cuando cuidan a otra persona. Después de leer cada frase, **marque con una X** con qué frecuencia se siente usted de esa manera, escogiendo entre NUNCA, CASI NUNCA, A VECES, FRECUENTEMENTE y CASI SIEMPRE. No existen respuestas correctas o incorrectas.

1. ¿Cree que su familiar le pide más ayuda que la que realmente necesita?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

2. ¿Cree que debido al tiempo que dedica a su familiar no tiene tiempo para usted?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

3. ¿Se siente agobiado al tener que cuidar a su familiar y tener además que atender otras responsabilidades en su trabajo o en su familia?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

4. ¿Se siente avergonzado/a por la conducta de su familiar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

5. ¿Se siente irritado/a (enfadado/a) cuando está cerca de su familiar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

6. ¿Piensa que la situación actual afecta a su relación con amigos u otros miembros de su familia de una forma negativa?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

7. ¿Siente temor por el futuro que le espera a su familiar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

8. ¿Siente que su familiar depende de usted?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

9. ¿Se siente agotado/a cuando tiene que estar junto a su familiar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

10. ¿Siente que su salud se ha visto afectada por tener que cuidar a su familiar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

11. ¿Siente que no tiene la vida privada que desearía a causa de su familiar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

12. ¿Cree que su vida social se ha resentido por cuidar a su familiar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

13. ¿Se siente incómodo/a por invitar a amigos a casa, a causa de su familiar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

14. ¿Cree que su familiar espera que le cuide, como si fuera la única persona con la que pudiera contar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

15. ¿Cree que no dispone de dinero suficiente para cuidar a su familiar, además de sus otros gastos?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

16. ¿Siente que no va a ser capaz de cuidar a su familiar durante mucho más tiempo?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

17. ¿Siente que ha perdido el control sobre su vida desde que la enfermedad de su familiar se manifestó?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

18. ¿Desearía poder encargar el cuidado de su familiar a otra persona?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

19. ¿Se siente inseguro/a acerca de lo que debe hacer con su familiar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

20. ¿Siente que debería hacer más de lo que hace por su familiar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

21. ¿Cree que podría cuidar a su familiar mejor de lo que lo hace?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

22. En general, ¿se siente muy sobrecargado/a al tener que cuidar de su familiar?

NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	FRECUENTEMENTE	CASI SIEMPRE
0	1	2	3	4

APARTADO C.

Las afirmaciones que se encuentran a continuación se refieren a las maneras con las que usted a estado haciendo frente al cuidado de su ser querido. Hay muchos modos de manejar los problemas. Evidentemente, las distintas personas manejan los problemas de forma diferente, pero nosotros estamos interesados en saber cómo los maneja usted. Cada afirmación se refiere a una manera particular de afrontamiento. Quisiéramos saber hasta qué punto ha estado haciendo usted lo que la afirmación indica, es decir, cuánto y con qué frecuencia. No conteste pensando si está funcionando o no, indique si usted lo utiliza o no.

Elija una de las posibles respuestas que se ofrecen. Trate de contestar cada afirmación separándola mentalmente de las otras afirmaciones. Elija aquella respuesta que es más adecuada para usted. Por favor, responda a todos los ítems. No hay respuestas correctas o incorrectas.

1 No suelo hacer esto en absoluto	2 Suelo hacer esto un poco	3 Suelo hacer esto frecuentemente	4 Suelo hacer esto mucho
--------------------------------------	-------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------

1. Me he estado volcando en el trabajo y otras actividades para apartar mi mente de cosas desagradables.	1	2	3	4
2. He estado concentrando mis esfuerzos en hacer algo acerca de la situación en la que estoy.	1	2	3	4
3. Me he estado diciendo a mi mismo "esto no es real".	1	2	3	4
4. He estado tomando alcohol u otras drogas para sentirme mejor.	1	2	3	4
5. He estado consiguiendo apoyo emocional de los demás.	1	2	3	4
6. He estado dejando de intentar hacerle frente.	1	2	3	4
7. He estado dando pasos para intentar mejorar la situación.	1	2	3	4
8. Me he estado negando a creer que esto ha sucedido	1	2	3	4
9. He estado diciendo cosas para dejar salir mis sentimientos desagradables.	1	2	3	4
10. He estado recibiendo ayuda y consejo de otras personas.	1	2	3	4
11. He estado consumiendo alcohol u otras drogas para ayudarme a superarlo.	1	2	3	4
12. He estado intentando verlo desde otra perspectiva que lo haga más positivo.	1	2	3	4
13. Me he estado criticando a mí mismo.	1	2	3	4

14. He estado intentando dar con alguna estrategia acerca de qué hacer.	1	2	3	4
15. He estado consiguiendo consuelo y comprensión de alguien.	1	2	3	4
16. He estado dejando de intentar de afrontarlo.	1	2	3	4
17. He estado buscando algo bueno en lo que está pasando.	1	2	3	4
18. He estado haciendo bromas sobre ello.	1	2	3	4
19. He estado haciendo cosas para pensar menos en ello, como ir al cine, ver la TV, leer, soñar despierto, dormir o ir de compras.	1	2	3	4
20. He estado aceptando la realidad del hecho que ha ocurrido.	1	2	3	4
21. He estado expresando mis sentimientos negativos.	1	2	3	4
22. He estado intentando encontrar consuelo en mi religión o creencias espirituales.	1	2	3	4
23. He estado intentando conseguir consejo o ayuda de otros acerca de qué hacer.	1	2	3	4
24. He estado aprendiendo a vivir con ello.	1	2	3	4
25. He estado pensando mucho acerca de los pasos a seguir.	1	2	3	4
26. Me he estado culpando a mi mismo por cosas que sucedieron.	1	2	3	4
27. He estado rezando o meditando.	1	2	3	4
28. He estado burlándome de la situación.	1	2	3	4

APARTADO D.

A continuación aparecen una serie de items. Por favor, lea con atención cada uno de ellos y marce la frase que mejor describa sus sentimientos durante la **ÚLTIMA SEMANA**, INCLUIDO EL DÍA DE HOY. Elija, marcando con una X, el valor que mejor refleje la intensidad con la que se han presentado los diferentes sentimientos, teniendo en cuenta que '0' = en absoluto, y '3' = severamente.

Durante la última semana, incluido el día de hoy, he tenido/sentido...	Intensidad			
1. Hormigueo o entumecimiento	0	1	2	3
2. Sensación de calor	0	1	2	3
3. Temblor de piernas	0	1	2	3
4. Incapacidad para relajarte	0	1	2	3
5. Miedo a que suceda lo peor	0	1	2	3
6. Mareo	0	1	2	3
7. Palpitaciones	0	1	2	3
8. Sensación de inestabilidad/inseguridad física	0	1	2	3
9. Terrores	0	1	2	3
10. Nerviosismo	0	1	2	3
11. Sensación de ahogo	0	1	2	3
12. Temblor de manos	0	1	2	3
13. Temblor generalizado	0	1	2	3
14. Miedo a perder el control	0	1	2	3
15. Dificultad para respirar	0	1	2	3

16. Miedo a morirte	0	1	2	3
17. Sobresaltos	0	1	2	3
18. Molestias digestivas	0	1	2	3
19. Palidez	0	1	2	3
20. Rubor facial	0	1	2	3
21. Sudoración (no debida al calor)	0	1	2	3

APARTADO E.

Por favor, indique en qué medida ha experimentado los siguientes problemas de salud en los **últimos meses**:

<p>1. ¿Se ha sentido bien de salud y en plena forma?</p> <p><input type="checkbox"/> Mejor de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Igual de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Peor de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho peor de lo habitual</p>	<p>15. Se las ha arreglado para mantenerse ocupado y activo?</p> <p><input type="checkbox"/> Más activo de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Igual que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante menos de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho menos que lo habitual</p>
<p>2. ¿Ha tenido la sensación de que necesitaba un reconstituyente?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual</p>	<p>16. ¿Le cuesta más tiempo hacer las cosas?</p> <p><input type="checkbox"/> Menos tiempo de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Igual que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Más tiempo de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más tiempo de lo habitual</p>
<p>3. ¿Se ha sentido agotado y sin fuerzas para nada?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual.</p>	<p>17. ¿Ha tenido la impresión de que está haciendo las cosas bien?</p> <p><input type="checkbox"/> Mejor de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Igual que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Peor de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho peor de lo habitual</p>
<p>4. ¿Ha tenido la sensación de que estaba enfermo?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual</p>	<p>18. ¿Se ha sentido satisfecho con su manera de hacer las cosas?</p> <p><input type="checkbox"/> Más satisfecho que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Igual que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Menos satisfecho que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho menos satisfecho que lo habitual</p>
<p>5. ¿Ha padecido dolores de cabeza?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual</p>	<p>19. ¿Ha sentido que está desempeñando un papel útil en la vida?</p> <p><input type="checkbox"/> Más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Igual que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Menos de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho menos de lo habitual</p>
<p>6. ¿Ha tenido sensación de opresión en la cabeza, o de que la cabeza le va a estallar?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual.</p>	<p>20. ¿Se ha sentido capaz de tomar decisiones?</p> <p><input type="checkbox"/> Más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Igual de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Menos de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho menos de lo habitual</p>

<p>7. ¿Ha tenido oleadas de calor o escalofríos?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual.</p>	<p>21. ¿Ha sido capaz de disfrutar de sus actividades normales de cada día?</p> <p><input type="checkbox"/> Más que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Igual que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Menos que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho menos que lo habitual</p>
<p>8. ¿Sus preocupaciones le han hecho perder el sueño?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual.</p>	<p>22. Ha pensado que usted es una persona que no vale para nada?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual</p>
<p>9. ¿Ha tenido dificultades para seguir durmiendo de un tirón toda la noche?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual.</p>	<p>23. ¿Ha estado viviendo la vida sin esperanza?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual</p>
<p>10. ¿Se ha sentido agobiado y en tensión?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual.</p>	<p>24. ¿Ha tenido el sentimiento de que no merece la pena vivir?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual</p>
<p>11. ¿Se ha sentido con los nervios a flor de piel y malhumorado?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual.</p>	<p>25. ¿Ha pensado en la posibilidad de "quitarse de en medio"?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual</p>
<p>12. ¿Se ha asustado o a sentido pánico sin motivo?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual</p>	<p>26. ¿Ha notado que a veces no puede hacer nada porque está desquiciado?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual</p>
<p>13. ¿Ha tenido la sensación de que todo se le viene encima?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual.</p>	<p>27. ¿Ha sentido que desea estar muerto y lejos de todo?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual</p>
<p>14. ¿Se ha notado nervioso y "a punto de explotar"?</p> <p><input type="checkbox"/> No, en absoluto</p> <p><input type="checkbox"/> No más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Bastante más de lo habitual</p> <p><input type="checkbox"/> Mucho más de lo habitual.</p>	<p>28. ¿Ha notado que la idea de quitarse la vida le viene repentinamente a la cabeza?</p> <p><input type="checkbox"/> Claramente, no</p> <p><input type="checkbox"/> Me parece que no</p> <p><input type="checkbox"/> Se me ha cruzado por la mente</p> <p><input type="checkbox"/> Claramente, lo he pensado</p>

¿Desearía recibir un informe con sus resultados? Sí No
En caso afirmativo, indíquenos dónde desearía recibirlo:

.....

.....

Bibliografía

- [1] ANDERSON, R. D., AND VASTAG, G. Causal modeling alternatives in operations research: Overview and application. *European Journal of Operational Research* 156 (2004), 92–109.
- [2] ARBUCKLE, J. M. *IBM SPSS AMOS 21 User's Guide*, 2012.
- [3] BATISTA FOGUET, J. M., AND COENDERS GALLART, G. *Modelos de Ecuaciones Estructurales*. Cuadernos de estadística. La Muralla - Hespérides, 2000.
- [4] BENTLER, P. M. Comparative fit indexes in structural models. *Psychological bulletin* 107 (1990), 238–246.
- [5] BENTLER, P. M. On tests and indices for evaluating structural models. *Personality and Individual Differences* 42 (2007), 825–829.
- [6] BRODY, E. M. Women in the middle and family stress. *The Gerontologist* 23 (1981), 51–56.
- [7] CARIFIO, J., AND PERLA, R. J. Ten Common Misunderstandings, Misconceptions, Persistent Myths and Urban Legends about Likert Scales and Likert Response Formats and their Antidotes. *Journal of Social Sciences* 3 (2007), 106–116.
- [8] CARVER, C. S. You want to measure coping but your protocol's too long: Consider the Brief COPE. *International Journal of Behavioral Medicine* 4 (1997), 92–100.
- [9] CONSEJO DE EUROPA. *Recomendación nº 98 (9) relativa a la dependencia* (Septiembre 1998).
- [10] COSTELLO, A. B., AND W, O. J. Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most From Your Analysis. *Practical Assessment, Research and Evaluation* 10 (2005).
- [11] CRESPO, M., AND LÓPEZ, J. *Estrés*. Síntesis, 2003, ch. Cope Abreviado.
- [12] CRESPO, M., AND LÓPEZ, J. *El apoyo a los cuidadores de familiares mayores dependientes en el hogar: desarrollo del programa "Cómo mantener su bienestar"*. IMSERSO, 2007.
- [13] CRESPO, M., AND LÓPEZ, J. *El estrés en cuidadores de mayores dependientes. Cuidarse para cuidar*. Pirámide, 2007.

- [14] CRESPO, M., LÓPEZ, J., AND ZARIT, S. Depression and anxiety in primary caregivers: a comparative study of caregivers of demented and nondemented olderpersons. *International Journal of Geriatric Psychiatry* 20 (2005), 591–592.
- [15] EUROPEAN COMMISSION. *Europe in figures. Eurostat yearbook 2012* (2012).
- [16] GARCÍA CALVENTE, M. M., MATEO RODRÍGUEZ, I., AND MAROTO-NAVARRO, G. El impacto de cuidar en la salud y calidad de vida de las mujeres. *Gaceta Sanitaria* 18 (2004), 83–92.
- [17] GOLDBERG, D. P., AND HILLIER, V. F. A scaled version of the General Health Questionnaire. *Psychological Medicine* 9 (1979), 139–145.
- [18] GOLDBERG, D. P., AND WILLIAMS, P. *A user's guide to the General Health Questionnaire*. Windsor: NFER-Nelson, 1988.
- [19] GRANT, J. S., WEAVER, M., ELLIOT, T. R., BARTOLUCCI, A. A., AND NEWMAN-GIGER, J. Family caregivers of stroke survivors: characteristics of caregivers at risk for depression. *Rehabilitation Psychology* 49 (2004), 172–179.
- [20] HARTKE, R. J., KING, R. B., HEINEMANN, A. W., AND SEMIK, P. Accidents in older caregivers of persons surviving stroke and their relation to caregiver stress. *Rehabilitation Psychology* 51 (2006), 150–156.
- [21] HENZE, N. Invariant tests for multivariate normality: a critical review. *Statistical Papers* 43 (2002), 467–506.
- [22] JÖRESKOG, K. G. A general method for analysis of covariance structures. *Biometrika* 57 (1970), 239–251.
- [23] JÖRESKOG, K. G. How large can a standardized coefficient be? Unpublished report. SSI Central, Inc, 1999.
- [24] KLINE, R. B. *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*. The Guilford Press, 2011.
- [25] LAWTON, M. P., KLEBAN, M. H., MOOS, M., ROVINE, M., AND GLICKSMAN, M. Measuring caregiving appraisal. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences* 29 (1989), 8–16.
- [26] LEDESMA, R. D., AND VALERO MORA, P. Determining the Number of Factors to Retain in EFA: an easy-touse computer program for carrying out Parallel Analysis. *Practicas Assessment, Research and Evaluation* 12 (2007).
- [27] LEE, S. Y. *Structural Equation Modeling. A bayesian approach*. Wiley series in probability and statistics. John Wiley and sons, 2007.
- [28] LOBO, A., PÉREZ, M. J., AND ARTAL, J. Validity of the scaled version of the General Health Questionnaire (GHQ 28) in a Spanish population. *Psychological Medicine* 16 (1989), 135–140.

- [29] MAHALANOBIS, P. C. On the generalised distance in statistics. *Proceedings of the National Institute of Science of India* 12 (1936), 49–55.
- [30] MARDIA, K. V. Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications. *Biometrika* 57 (1970), 519–530.
- [31] MARSH, H. W., HAU, K. T., BALLA, J. R., AND GRAYSON, D. Is more ever too much? The number of indicators per factor in confirmatory factor analysis. *Multivariate Behavioral Research* 33 (1998), 181–220.
- [32] MARTÍN, M., SALVADÓ, I., NADAL, S., MIJI, L. C., RICO, J. M., LANZ, P., AND TAUS-SING, M. I. Adaptación para nuestro medio de la Escala de Sobrecarga del Cuidador (Caregiver Burden Interview) de Zarit. *Revista de Gerontología* 6 (1996), 338–346.
- [33] MATSUEDA, R. L. Key Advances in the History of Structural Equation Modeling. In *Handbook of Structural Equation Modeling*, R. Hoyle, Ed. Guilford Press, 2012.
- [34] MATSUEDA, R. L. The general LISREL model. Lecture notes of SEM class at the University of Washington, 2012.
- [35] MELENDEZ, J. C., TOMÁS, J. M., OLIVER, A., AND NAVARRO, E. Psychological and physical dimensions explaining life satisfaction among the elderly: A structural model examination. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 48 (2009), 291–295.
- [36] MONTGOMERY, R. J., AND BORGATTA, E. F. Effects of alternative familia support strategies. *The Gerontologist* 29 (1989), 457–464.
- [37] MONTGOMERY, R. J., GONYEAWE, J. G., AND HOOYMAN, N. R. Caregiving and the experience of subjective and objective burden. *Family Relations* 34 (1985), 19–26.
- [38] MONTORIO, I., DÍAZ-VEIGA, P., AND IZAL, M. Programas y servicios de apoyo a familiares cuidadores de ancianos dependientes. *Revista Española de Geriatria y Gerontología* 3 (1995), 157–168.
- [39] MONTORIO CERRATO, I., IZAL FERNÁNDEZ DE TROCÓNIZ, M., LÓPEZ LÓPEZ, A., AND SÁNCHEZ COLODRÓN, M. La Entrevista de Carga del Cuidador. Utilidad y validez del concepto de carga. *Anales de psicología* 14 (1998), 229–248.
- [40] MUELA, J. A., TORRES, C. J., AND PELÁEZ, E. M. Comparación entre distintas clasificaciones de las estrategias de afrontamiento en cuidadores de enfermos de Alzheimer. *Psicothema* 14 (2002), 558–563.
- [41] MUTHÉN, B., AND KAPLAN, D. A comparison of some methodologies for the factor analysis of non-normal Likert variables. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology* 38 (1985), 171–189.
- [42] NEWSOM, J. Some Clarifications and Recommendations on Fit Indices. Course notes of SEM class at Portland State University, 2012.

- [43] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Statement developed by WHO Quality of Life Working Group* (1994). Publicado en el Glosario de Promoción de la Salud de la OMS 1998. OMS/HPR/HEP/ 98,1.
- [44] PEARLIN, L. I., MULLAN, J. T., SEMPLE, S. J., AND SKAFF, M. M. Caregiving and the stress process: An overview of concepts and their measures. *The Gerontologist* 30 (1990), 583–594.
- [45] PERRIN, P. B., HEESACKER, M., STIDHAM, B. S., R, R. M., AND GONZÁLEZ-ROTHI, L. J. Structural Equation Modeling of the relationship between caregiver psychosocial variables and functioning of individuals with stroke. *Rehabilitation Psychology* 53 (2008), 54–62.
- [46] PINQUART, M., AND SÖRENSEN, S. Differences between caregivers and noncaregivers in psychological health and physical health: a meta-analysis. *Psychology and Aging* 18 (2003), 250–267.
- [47] RAYKOV, T., AND MARCOULIDES, G. A. *A first course in Structural Equation Modeling*. Lawrence Erlbaum Associates, 2006.
- [48] RIVERA, J. *Redes familiares en el cuidado del anciano con demencia: Analisis evolutivo de un estudio poblacional*. Consejo Económico y Social de la Comunidad de Madrid, 2001.
- [49] SOPER, D. S. A-priori Sample Size Calculator for Structural Equation Models [Software], 2013. Available from <http://www.danielsoper.com/statcalc>.
- [50] TOMÁS, J. M., SANCHO, P., MELENDEZ, J. C., AND T, M. Resilience and coping as predictors of general wellbeing in the elderly: A structural equation modeling approach. *Aging & Mental Health* 317-326 (2013), 16.
- [51] VITALIANO, P. P., RUSSO, J., YOUNG, H., TERI, L., AND MAIURO, R. D. Predictors of burden in spouse caregivers of individuals with Alzheimer’s disease. *Psychology and Aging* 6 (1991), 392–402.
- [52] WESTLAND, J. C. Lower bounds on sample size in structural equation modeling. *Electronic Commerce Research and Applications* 9 (2010), 476–487.
- [53] WRIGHT, L. K. *Physical disability: A psychosocial approach*. HarperCollins Publishers, 1983.
- [54] ZARIT, S. H., REEVER, K. E., AND BACH-PETERSON, J. Relatives of the impaired elderly: correlates of feeling of burden. *The Gerontologist* 20 (1980), 649–655.