



Colección
Avances

Diálogos sobre
Investigación:
Avances Científicos
Konrad Lorenz

Compiladores:

**Gustavo Andrés Campos Avendaño, María Alejandra Castaño Hernández,
Mercedes Gaitán Ángulo y Vanessa Sánchez Mendoza.**

Catalogación en la publicación Fundación Universitaria Konrad Lorenz

500 D41
2019

Diálogos sobre investigación: avances científicos Konrad Lorenz / Gustavo Andrés Campos Avendaño, María Alejandra Castaño Hernández, Mercedes Gaitán Ángulo y Vanessa Sánchez Mendoza (Compiladores); Laura Acelas Russi... [et al.]. -- Bogotá: Fundación Universitaria Konrad Lorenz, 2019.

312 p.: il. --(Colección de Avances de la Editorial)

Incluye bibliografía.

ISBN: 978-958-58047-7-7

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ

RECTORA

Lina Uribe Correa

VICERRECTOR

Aldo Hernández Barrios

COLECCIÓN

Avances

ISBN: 978-958-58047-7-7

Primera edición: abril 2019

© 2019, Konrad Lorenz Editores

Carrera 9A núm 62-27, Edificio central

Teléfono: (57) (1) 3472311 ext. 219

Bogotá, Colombia

COMPILADORES

Gustavo Andrés Campos Avendaño

María Alejandra Castaño Hernández

Mercedes Gaitán Ángulo

Vanessa Sánchez Méndez

DISEÑO GRÁFICO EDITORIAL,
CORRECCIÓN DE ESTILO, ARMADA
ELECTRÓNICA E IMPRESIÓN
Proceditor Ltda.

Hecho en Bogotá, Colombia

AUTORES

Laura Acelas Russi

Jorge Luis Bacca

Manuel Ignacio Balaguera

Gilmer Yovanny Castro Nieto

Óscar Alejandro Córdoba Salgado

Jenny Katherine Cubillos Díaz

Jesús De La Fuente Arias

Mercedes Gaitán Ángulo

Angélica Garzón Umerenkova

Jonatan Gómez

Jenny Paola Lis Gutierrez

Melissa Lis Gutiérrez

Gonzalo Luna Cortés

María Andreina Moros Ochoa

Mónica María Novoa

Elberto Antonio Plazas Páez

Juan Carlos Rincón

Paula Viviana Robayo

Arles Rodríguez Portela

Cesar Augusto Vargas

Carlos Wilcen Villamil

Álvaro Zerda Sarmiento

Atribución – No comercial – Sin derivar: permite que otros puedan descargar las obras y compartirlas con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se pueden cambiar de ninguna manera ni se pueden utilizar comercialmente.



Los autores

Laura Daniela Acelas Russi

Estudiante de décimo semestre de psicología de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Fu auxiliar del proyecto de Investigación “Construcción de un modelo estructural que relaciona la autorregulación, la procrastinación y el estado de flujo con el rendimiento y salud integral de estudiantes universitarios” en el año 2017.

Jorge Luis Bacca Acosta

Ingeniero en Telemática de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Magíster en Informática Industrial por la Universidad de Girona (España) y Doctor en Tecnología por la misma universidad. Sus intereses de investigación giran en torno a los temas de realidad aumentada, realidad virtual y tecnología educativa (e-learning, m-learning, u-learning). Ha participado en diversos proyectos de investigación financiados por el gobierno Español y la unión Europea como Proyecto ALTER-NATIVA, Proyecto Inclusive Learning y el proyecto Open Co-creation.

Manuel Ignacio Balaguera

Experto en física computacional y aplicada, modelado y simulación de sistemas complejos, mecánica computacional de materiales y estructuras complejas y bio-mecánica. Físico, MSc en Ciencias Físicas, doctor en Ingeniería, posdoctorado de un año en el Instituto de Biocomplejidad de la Universidad de Indiana (EE. UU.). Especialización en Dinámica de Sistemas, reconocido como investigador asociado en Colciencias. Del 2014 al presente: docente investigador de la Facultad de Matemáticas e Ingenierías y del CIMI (Centro de Investigaciones en Matemáticas e Ingenierías) de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, y docente visitante de la Corporación Universitaria del Meta. 1998-2014: profesor de tiempo completo e investigador del Centro de Investigaciones Odontológicas de la Pontificia Universidad Javeriana; 2005-2014: investigador de CEIBA (Centro de Excelencia Colciencias de Investigación Básica y Aplicada en Sistemas Complejos); 1994-1998: profesional especializado de la Unidad de Planeación Energética de la Empresa de Energía de Bogotá y EMGESA S.A. E.S.P.; 1992-1994: investigador Red Sismológica Nacional de Ingeominas. Amplia trayectoria en el trabajo en equipo transdisciplinar y en la enseñanza de las ciencias físico-matemáticas y computacionales a diversas disciplinas y niveles académicos.

Gilmer Yovanni Castro Nieto

Doctor en Economía y Dirección Empresarial Universidad de Deusto (España). Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales, licenciado en Administración Comercial, licenciado en Administración Mención Finanzas (Universidad Católica del Táchira-Venezuela) y especialista en Gestión de la Información (Universidad Simón Bolívar-Venezuela). Especialista en Competitividad y Desarrollo Regional Universidad de Deusto-Universidad de Harvard.

Actualmente es profesor-investigador asociado de la Pontificia Universidad Javeriana áreas de proceso y teoría de administración, forma parte del programa de Emprendimiento e Innovación en Modelos de Negocios, Departamento de Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Miembro del consorcio de Inteligencia Emocional del País Vasco. Miembro del Centro Javeriano de Competitividad. Profesor invitado nacional e internacional. Fue docente-investigador de la Universidad de Deusto y, además, es consultor y asesor organizacional en procesos estratégicos de transformación y gestión empresarial. Ha ejercido la gerencia en proyectos empresariales y ha implementado modelos de gestión basados y centrados en las personas.

Oscar Alejandro Córdoba Salgado

Psicólogo egresado de la Universidad Nacional de Colombia, Magíster en Psicología Clínica. Fue docente universitario, supervisor e investigador de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz desde el año 2015 hasta 2018 tiempo en el que se desempeñó como supervisor e investigador. Actualmente, es estudiante del programa de doctorado en psicología de la Universidad de los Andes. Sus intereses de investigación giran en torno a la formación de competencias clínicas a través de varias modalidades de entrenamiento y a la comprensión de los mecanismos para el cambio involucrados en la relación terapéutica. Sus publicaciones más recientes son: Novoa-Gómez, M., Córdoba-Salgado, O., Rojas, N., Sosa, L., Cifuentes, D., & Robayo, S. (2019). A Descriptive Analysis of the Interactions During Clinical Supervision. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00669> y Córdoba-Salgado, O. (2017). Extended Behavior-Context Relations: A Molar View of Functional Analytic Psychotherapy. *Behavior Analyst*, 40(1). <https://doi.org/10.1007/s40614-017-0090-0>

Jenny Katherine Cubillos Díaz

Psicóloga egresada de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, especialista en acción sin daño y construcción de paz de la Universidad Nacional de Colombia.

Joven Investigadora Colciencias con el proyecto “Patrones de distribución económica e innovación social de las víctimas de la Palma Cundinamarca” y en el 2018 en la convocatoria Número: 812, cuyo objetivo fue Fomentar la vocación científica en jóvenes profesionales con excelencia académica a través de la realización de becas-pasantía quedo en el puesto 8 de 700 Elegibles.

Jesús de la Fuente

Doctor la psicología, catedrático del Área de Conocimiento de Psicología Evolutiva y de la Educación, en el Departamento de Teoría y métodos de Investigación Educativa y Psicológica de la Universidad de Navarra. Ha centrado su actividad docente y profesional en torno a la Cadena de Valor I + D + I, aplicada a la Psicología de la Educación. Además, es miembro de Reconocido Prestigio en la División de Psicología Educativa, del Consejo General de Psicólogos de España desde el curso 2014. Posee tres sexenios de investigación, con numerosas publicaciones nacionales e internacionales arbitradas (un total de 68 artículos, 10 libros y 12 capítulos de libros) y 151 actividades de comunicaciones y simposios invitados en congreso). Ha dirigido IP en 3 Proyectos I + D (2003-2007; 2007-2010 y 2011-2015), con una amplia proyección internacional. Ha participado en un total de 10 Proyectos y realizado 56 contratos de investigación. Ha sido Director del Grupo de Investigación HUM-746, en la UAL (2002-2018). Editor principal del Electronic Journal of Research in Educational Psychology (2002-2018; Q3 SCOPUS) y editor asociado de Frontiers in Psychology (Educational Psychology) (2010-actualidad; Q2 JCR). Evaluador de la ANEP (2009-2015), con un total de 86 evaluaciones de Proyectos. Ha realizado 14 Registros de la Propiedad en formato TIC. Promotor del Departamento I + D + i en el ámbito educativo y profesional. Es el creador de los Productos Tecnológicos de la EBT Education & Psychology I + D + I.

Angelica Garzón Umerenkova

Posdoctorado en el contexto del proyecto I + D (2016-2018) de la Universidad de Almería (España). Doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad de Sevilla (España) y maestría (DEA) en innovación educativa por la Universidad de Valencia (España). Psicóloga de la Universidad Nacional de Colombia. Se especializa en el desarrollo de investigación, procesos y productos relacionados con la psicometría y la calidad educativa. Dominio de metodologías y análisis cualitativos y cuantitativos. Más de diez años de experiencia en docencia e investigación universitaria en pregrado y posgrado en áreas de la psicometría, la metodología y la psicología educativa. Cinco años de experiencia empresarial en el desarrollo de productos y consultorías relacionadas con la psicometría, la evaluación y la

educación aplicados a contextos organizacionales y educativos. Ha publicado sus investigaciones en revistas de impacto como: *Frontiers in Psychology*, *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, *Revista Complutense de Educación*, *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica*, *Universitas Psychologica*, entre otras. Colabora como revisora de revistas nacionales e internacionales.

Mercedes Gaitán-Angulo

Doctora en Administración (Cum Laude) de la Universidad San Pablo-CUE España- Madrid, Magíster en Derecho con Énfasis en Tributación en la Universidad Externado de Colombia, MBA Universidad Sergio Arboleda, Especialización en Administración Financiera y Gestión de Proyectos de la EAN, Contador Público Universidad Central. Se desempeñó varios años como Subgerente de empresas del sector gráfico en Colombia (Dvinni S.A. Legis S.A.), También ha sido docente de posgrado en la Universidad Sur Colombiana, Universidad Javeriana, como docente en pregrado en la universidad Central, Javeriana y Distrital y ha sido clasificada como investigadora Junior por Colciencias. Actualmente, es la Directora del Centro de Investigaciones de la Escuela de Negocios de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, docente investigadora de la Escuela de Negocios de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz y de CUES. Temas de Investigación Innovación social, administración, empresas de familia, propiedad intelectual, políticas públicas.

Jonatan Gómez

Ingeniero de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia. Con Magíster en Matemáticas de la Universidad Nacional de Colombia y Master of Sciences en Matemáticas con concentración en Computer Sciences de la Universidad de Memphis (USA). Con PhD en Matemáticas con concentración Computer Science de la Universidad de Memphis (USA). Con Posiciones posdoctorales en la Universidad de Louisville (USA). Coordinador del Proyecto UNITWIN/Unesco Campus Digital en Sistemas Complejos para la Universidad Nacional de Colombia. Con más de 50 publicaciones internacionales y más de 10 nacionales. Con proyectos de investigación financiados por Colciencias, la Dirección de Investigación de Bogotá y la Vicerrectoría de investigación UN. Director grupo de investigación en vida artificial ALIFE, y Profesor Titular del Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Sus áreas de interés son Inteligencia Artificial, Computación Natural, Computación Evolutiva, Vida Artificial y Minería de Datos.

Jenny-Paola Lis-Gutiérrez

Candidata a doctora en Ingeniería – Industria y Organizaciones (Universidad Nacional), Magíster en Análisis de Problemas Políticos, Económicos e Internacionales (Universidad Externado e Instituto de Altos Estudios para el Desarrollo). Magíster en Sociedades Contemporáneas Comparadas, Especialidad en Geografía y Planeación (Universidad de la Sorbona), Economista (graduada con honores de la Universidad Nacional). Dentro de su trayectoria de investigación ha sido reconocida como investigadora en la más alta categoría de Colciencias (investigadora Senior) y ha trabajado en investigaciones financiadas por la Agencia Nacional de Investigación Francesa y la Cooperación Holandesa. Ha sido docente de posgrado en la Universidad Externado de Colombia, del Instituto de Altos Estudios para el Desarrollo, la Escuela Superior de Guerra y la Universidad Central, y docente de pregrado en la Universidad Nacional, la Universidad Central y la Universidad Konrad Lorenz. En tanto funcionaria pública se ha desempeñado como analista económica en la Federación Nacional de Departamentos, Asesora de la Dirección de Planeación del Sena, miembro del Grupo de Estudios Económicos de la Superintendencia de Industria y Comercio, y Decana de Investigaciones de la Escuela Superior de Administración Pública. Es miembro del Comité de Altos Estudios para el Fortalecimiento Institucional del Ejército Nacional desde 2016, docente investigadora de la Escuela de Negocios de la Universidad Konrad Lorenz, docente de posgrado de la Universidad Central y editora de la revista académica Suma de Negocios.

Melissa Lis-Gutiérrez

Ingeniera Agrónoma, egresada de la Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Ciencias Agrarias-Línea Suelos y Aguas de la Universidad Nacional de Colombia. Estudiante Doctoral en Ciencias Agrarias-Línea Suelos y Aguas de la Universidad Nacional de Colombia, acreditada como consultora en buenas prácticas agrícolas (BPA) y miembro activo de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Actualmente se desempeña como docente del área de suelos del programa de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), y docente visitante de la Corporación Universitaria del Meta. También trabajó como docente de la asignatura Edafología por más de un año en la Universidad ECCEI, donde apoyó, además, las labores académicas relacionadas con salidas de campo gracias a su conocimiento en descripción de suelos, análisis físicos, químicos y mineralógicos de suelos y en evaluación biofísica de tierras. Cuenta con experiencia en campo en cultivos de calabacín y hierbabuena. También ha realizado asesorías agronómicas a fincas en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, que

buscan mantener una producción sostenible, algunas enfocadas al manejo integrado orgánico y otras con tradicional.

Gonzalo Luna Cortés

Licenciado en Investigación y Técnicas de Mercado por la Universidad de Valladolid, especialista en Consumer Behavior por la University of Växjö (Suecia), Máster en Márketing e Investigación de Mercados por la Universitat de València y Doctor en Marketing Turístico por la Universidad de Sevilla. La mayoría de su carrera la ha desarrollado como profesional de mercadeo, trabajando para el departamento de marketing y comercialización de Iberojet (mayorista de Orizonia) en Atenas y Creta (Grecia). En la actualidad se dedica a la investigación y la docencia, como profesor de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Ha publicado artículos en algunas de las revistas académicas más importantes del mundo en marketing turístico (Journal of Travel Research, Journal of Hospitality and Tourism Management, European Journal of Tourism Research, Journal of Interactive Advertising, entre otras), así como artículos y capítulos de libros en comportamiento del consumidor. También ha participado como ponente en algunas de las conferencias en marketing más importantes de Europa.

María Andreína Moros Ochoa

Doctora en Economía y Dirección de Empresas de la Universidad de Deusto, España. Especialista en Competitividad y Desarrollo Regional Universidad de Deusto-Universidad de Harvard. Licenciada en Administración y Dirección de Empresas Universidad del País Vasco. Licenciada en Contaduría Pública, licenciada en Administración Mención Finanzas, Universidad Católica del Táchira, Venezuela. Actualmente, se desempeña como docente investigadora en la Fundación Universitaria Konrad Lorenz (FUKL). Es también directora de la línea de investigación marketing en las organizaciones y pertenece al grupo de investigación CIEN-K (categoría A1 de Colciencias) en la misma institución.

Su desarrollo profesional ha sido en empresa y en la academia. Ha sido asesora en diferentes instituciones en calidad de servicio, liderazgo y competitividad. Durante su carrera, también se ha interesado por ejercer como contadora público y auditora. Es profesora a nivel internacional. Por lo cual, ha sido invitada a otras universidades para compartir su experiencia en los trabajos realizados.

Mónica Novoa Gómez

Psicóloga de la Pontificia Universidad Javeriana-Bogotá. Magíster en Psicología de la Universidad Nacional de Colombia en el área de énfasis de Análisis Experimental de la Conducta. Diplomada en Estudios Avanzados por la Universidad de Almería, y doctora del programa de alta calidad en Metodologías de la Investigación en Psicología de la Universitat de València. Ha sido investigadora y consultora nacional e internacional en análisis del comportamiento y contextualismo funcional aplicados al área de la salud, de las prácticas culturales y de la psicología clínica, y en asuntos relacionados con culturas de paz, violencia sociopolítica, condiciones de vulneración y funciones psicológicas de las personas que han vivido la guerra. Ha desarrollado su trabajo en el ámbito universitario en temas de formación a psicólogos clínicos terapeutas y de la salud.

Elberto Antonio Plazas

Psicólogo y Magíster en Psicología de la Universidad Nacional de Colombia, especialista en Educación de la Universidad de San Buenaventura; magíster y candidato a doctor en Lógica y Filosofía de la Ciencia de la Universidad de Salamanca. Actualmente es director del Laboratorio de Percepción y Cognición de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Ha venido realizando investigación sobre conducta simbólica desde hace varios años, particularmente sobre equivalencia de estímulos, con publicaciones en revistas internacionales como *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *The Psychological Record* y *Learning and Motivation*. También dirige el Semillero de Conducta Simbólica de la Konrad Lorenz, en el que ha explorado la relación entre psicología y semiótica.

Juan Carlos Rincón-Vásquez

Ingeniero de Sistemas, Especialista en Administración de bases de datos y auditoría de la Universidad Nacional de Colombia, Especialista en gestión de estrategias y de comercialización de la UPB, el Instituto de Estudios Superiores de Monterrey en Innovation Creativity and Capital Institute of Texas, Magíster en Ciencias Estadísticas de la Universidad Nacional, como Auditor de Colombia Móvil OLA y en Telecom con cargos de Líder de Negocios de Larga Distancia, Asesor de la Dirección General de Imagen Corporativa y Líder de investigación de Mercados y Jefe de sistemas en el ICA. Actualmente es docente de la Maestría en Psicología del Consumidor y Consultor. Temas de Investigación: desarrollo de herramientas estadísticas para abordar temas de las ciencias sociales. Experto en temas como la modelación de agentes y Big data.

Paula Viviana Robayo

Magíster en Administración y Administradora de Empresas de la Universidad Nacional de Colombia. Ha sido docente de posgrado en la Universidad Externado y la Universidad Militar Nueva Granada, docente de pregrado en la Universidad Central y la Fundación Universitaria Konrad Lorenz y ha sido clasificada como investigadora Asociada por Colciencias. Actualmente, es docente investigadora del Centro de Investigaciones de la Escuela de Negocios de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, desarrollando temas de innovación, emprendimiento, gestión y desarrollo del sector de servicios, específicamente de Turismo. (Investigadora asociada de Colciencias).

Arles Ernesto Rodríguez Portela

Ingeniero de Sistemas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Magíster y Doctorando en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente trabaja como Docente Investigador del programa de Ingeniería de Sistemas en la Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Sus intereses de Investigación están relacionados con sistemas Inteligentes, sistemas auto-organizados y especialmente detección y recuperación de fallas en sistemas distribuidos.

Cesar Augusto Vargas

Ingeniero de Sistemas, Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander y Ph.D en Eléctrica y Computación de la Universidad de Delaware en Estados Unidos. Profesor asistente del programa de matemáticas de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, e investigador del Centro de Investigaciones de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, y docente visitante de la Corporación Universitaria del Meta. Cuenta con amplia experiencia en investigación en bioinformática, biología computacional, ecología y análisis y procesamiento digital de señales. Cuenta con amplia experiencia en investigación, ha sido asistente de investigación en la Universidad de Delaware y la Universidad Industrial de Santander. Cuenta con varios reconocimientos nacionales e internacionales, entre ellos: i) Academic excellence award, High Dimensional Signal Processing Research Group, Universidad Industrial de Santander, 2016; ii) Bioengineering Faculty Award, University of Delaware, Fall 2013; iii) Meritorious graduation work, Universidad Industrial de Santander, December 2012; iv) Research Assistant Scholarship, ECE, UDEL, fall 2012; v) Best poster presentation in session “Functional genomics and systems biology”, ISCB Latin America 2012 Conference on Bioinformatics, 2012; vi) Personal Support

Scholarship, Universidad Industrial de Santander, 2009-2010. Dentro de sus habilidades se encuentra el manejo de C, Matlab, Mathematica, R, Python, LATEX, entre otros.

Carlos-Wilcen Villamil

Psicólogo de la Universidad Nacional de Colombia y magíster y candidato a doctor en Ciencias del Comportamiento de la Universidad de Guadalajara. Actualmente es profesor catedrático de la Universidad de la Sabana. Ha realizado investigación en áreas de control abstracto de la conducta y equivalencia de estímulos. Ha publicado en revistas como Journal of the Experimental Analysis of Behavior, The Psychological Record, Acta Colombiana de Psicología, Suma Psicológica, Revista Colombiana de Psicología y Revista Mexicana de Análisis de la Conducta.

Álvaro Zerda-Sarmiento

Doctor en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Economía de la Universidad Nacional de Colombia. Administrador de Empresas de la Escuela de Administración de Negocios y economista de la Universidad Central. Actualmente se desempeña como profesor asociado y coordinador del Centro Editorial de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia. Se ha desempeñado como decano de la Facultad de Ciencias Económicas. Director de la Escuela de Economía y vicedecano de la Universidad Nacional de Colombia, y coordinador del Área de Desarrollo Empresarial del CID. Ha sido docente de diferentes universidades como la Universidad Central, Universidad Cooperativa de Colombia, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Piloto, ESAP. Sus principales intereses de investigación sobre innovación, propiedad intelectual y conocimiento vernáculo.

Contenido

Prólogo	xix
Capítulo 1	
A Complete Baseline is Required for the Formation of Equivalence Classes	3
Elberto Antonio Plazas Páez y Carlos-Wilcen Villamil	
Capítulo 2	
Hechos victimizantes en Colombia: antes, durante y después de la firma del Acuerdo de paz en La Habana	25
Jenny-Paola Lis-Gutiérrez, Juan Carlos Rincón-Vásquez, Mercedes Gaitán-Angulo y Jenny Katherine Cubillos Díaz y Cesar Augusto Vargas	
Capítulo 3	
Características y dimensiones de la procrastinación académica en estudiantes universitarios colombianos	51
Angélica Garzón Umerenkova, Jesús de la Fuente Arias y Laura Acelas Russi	
Capítulo 4	
Pertinencia de la formación para la supervisión clínica	83
Mónica María Novoa Gómez y Oscar Córdoba Salgado	
Capítulo 5	
Realidad aumentada como soporte a la implementación del diseño universal para el aprendizaje	117
Jorge Luis Bacca Acosta	
Capítulo 6	
La percepción de calidad de servicio como determinante de la recomendación: una predicción mediante inteligencia artificial para los hoteles en Cartagena	143
María Andreina Moros Ochoa, Jenny Paola Lis-Gutiérrez, Gilmer Yovanni Castro Nieto, Cesar Augusto Vargas y Juan Carlos Rincón	

Capítulo 7

- Determinantes de la gestión de la innovación en los servicios de turismo 163
Paula Viviana Robayo y María Andreina Moros Ochoa

Capítulo 8

- Uso del sistema de propiedad industrial para signos distintivos en Colombia: un análisis departamental (2000-2016) 193
Jenny-Paola Lis-Gutiérrez, Álvaro Zerda-Sarmiento, Manuel Ignacio Balaguera, Mercedes Gaitán-Angulo y Melissa Lis-Gutiérrez

Capítulo 9

- Simulación de comportamientos de sistemas distribuidos para obtener robustez y auto-recuperación de fallas 217
Arles Rodríguez Portela y Jonatan Gómez

Capítulo 10

- Antecedents of the Salesman's Stress 243
Gonzalo Luna

Capítulo 11

- Towards a Distributed Systems Model based on Multi-Agent Systems for Reproducing Self-properties 269
Arles Rodríguez Portela y Jonatan Gómez

Índice de tablas

Capítulo 1

Table 1	Statistical Analyses of the Number of Blocks Required for Baseline Acquisition in Experiment 1.....	12
Table 2	Statistical Analyses of the Number of Blocks Required for Baseline Acquisition in Experiment 2.....	15

Capítulo 2

Tabla 1	Variables consideradas en el análisis	32
Tabla 2	Descriptivos de los hechos victimizantes, discriminados por región y período analizado	35
Tabla 3	Test de Friedman.....	37
Tabla 4	Descriptivos de los hechos victimizantes, discriminados por departamento y período analizado	37
Tabla 5	Test de Friedman por departamento	41

Capítulo 3

Tabla 1	Valores del análisis factorial confirmatorio.....	62
Tabla 2	Descriptivos para las razones, frecuencia y supone un problema.....	65
Tabla 3	Frecuencia de la procrastinación reportada por áreas de actividad y frecuencia con la que estas demoras suponen un problema.....	65
Tabla 4	Frecuencia de la procrastinación reportada para las tres subescalas de razones para procrastinar.....	66
Tabla 5	Tabla de contingencia entre los resultados de la subescala RT con las frecuencia total de la procrastinación.....	67
Tabla 6	Tabla de contingencia entre los resultados de la subescala W con la frecuencia total de la procrastinación.....	68
Tabla 7	Tabla de contingencia entre los resultados de la subescala L con la frecuencia total de la procrastinación.....	68
Tabla 8	Correlaciones obtenidas entre las medidas de procrastinación, el rendimiento académico y las quejas de ansiedad y depresión.....	69
Tabla 9	Comparación de medias con Bootstrap para Prueba de muestras independientes por género.....	70

Capítulo 4

Tabla 1	Significancia estadística de las comparaciones de las medidas de lápiz y papel	104
---------	--	-----

Tabla 2	Significancia estadística de las comparaciones de la medida de observación SAGE heteroaplicado	105
---------	--	-----

Anexo

Tabla A1	Significancia estadística de las comparaciones de las medidas de lápiz y papel	115
----------	--	-----

Tabla A2	Significancia estadística de las comparaciones de la medida de observación SAGE heteroaplicado	115
----------	--	-----

Capítulo 5

Tabla 1	Extracto de la tabla de análisis a manera de ejemplo (el resto de la tabla se puede consultar en https://goo.gl/4KkHAE)	130
---------	--	-----

Capítulo 6

Tabla 1	Composición de la muestra de Cartagena	149
---------	--	-----

Tabla 2	Algoritmos de aprendizaje supervisado	150
---------	---	-----

Tabla 3	Percepción de calidad de servicio de los clientes hoteleros en Cartagena	151
---------	--	-----

Capítulo 7

Tabla 1	Estudios relevantes relacionados con la innovación en el sector turístico en los últimos cinco años	173
---------	---	-----

Capítulo 8

Tabla 1	Fuentes y unidades de datos empleados	199
---------	---	-----

Tabla 2	Comportamiento departamental a partir de la clasificación ascendente jerárquica	210
---------	---	-----

Capítulo 10

Table 1 Reliability and convergent validity 255

Table 2 Discriminant validity 256

Table 3 Hypothesis verification..... 256

Capítulo 11

Table 1 Functions F Implemented. 282

Table 2 Summary of experiments for crash ($F = min, n = 50, e = 150, l = 1000,$
 $probFailure = 0, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3}$ and 10^{-1}) 284

Prólogo

Este libro forma parte de la colección *Avances* y tiene como objetivo presentar a la comunidad académica los resultados derivados de los proyectos de investigación institucional socializados durante el I y II Encuentro de Investigadores *Juan Alberto Aragón*, realizados en 2016 y 2018. Como referente investigativo, los resultados aquí plasmados evidencian el alto compromiso con la calidad y con la generación de conocimiento desde las distintas disciplinas, aspecto que ha caracterizado el quehacer de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz.

En su contenido, el lector encontrará diferentes ámbitos de impacto de la investigación. En un primer escenario están dos estudios que contribuyen al fortalecimiento de la investigación tanto básica como aplicada: el primero, de autoría de Elberto Plazas, centrado en la pertinencia de la obtención de la línea de base para el estudio de las relaciones de equivalencia; y el segundo, de autoría de Paola Lis Gutiérrez, orientado a la caracterización de los hechos victimizantes en Colombia en tres momentos, antes, durante y después de la firma del acuerdo de paz en La Habana (Cuba).

En un segundo escenario hay tres estudios que aportan de manera directa al logro de los resultados de aprendizaje propuestos con nuestros estudiantes en sus diferentes niveles de formación, entre los cuales figuran la descripción de las variables asociadas al fenómeno de la procrastinación académica, de autoría de Angélica Garzón Umerenkova, y que facilita la identificación de aspectos que afectan el desempeño académico; el segundo, de autoría de Mónica María Novoa, que describe las características de la supervisión clínica en respuesta a las necesidades actuales de la población; y por último, de autoría de Jorge Luis Bacca, el uso de la realidad aumentada como una estrategia para maximizar las oportunidades de aprendizaje en los estudiantes.

En un tercer escenario, se encuentran dos estudios que describen las acciones orientadas al fortalecimiento del sector hotelero: el primero, de autoría de Andreina Moros Ochoa, por medio de la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial permite explicar la recomendación o no de los hoteles por parte de los usuarios; y el segundo, de autoría de Paula Robayo, centrado en la identificación de factores determinantes de la innovación en prestadores de servicios de turismo. Asimismo, se encuentran tres estudios que aportan al fortalecimiento organizacional en

diferentes sectores: el primero, de autoría de Paola Lis Gutiérrez, sobre el estudio del uso del sistema de propiedad industrial para signos distintivos, el cual ofrece la oportunidad de diseñar estrategias educativas a los usuarios con el fin de incrementar la eficacia de la entidad; el segundo, de autoría de Arles Rodríguez, plantea el uso de la simulación de comportamientos de sistemas distribuidos para aportar en las acciones de autorrecuperación de fallas en la realización de una tarea distribuida de colección y sincronización de datos de manera eficaz; y posteriormente, un estudio de la situación financiera en España, de autoría de Gonzalo Luna Cortés, muestra los efectos en la ejecución de la tarea de los vendedores, y ofrece diversas estrategias orientadas hacia el incremento de la identificación laboral en contextos de crisis.

Finalmente, se espera que este material y los demás derivados de la colección, fortalezcan la cultura investigativa de la Institución, así como a la socialización del conocimiento, y consoliden escenarios para la divulgación y la construcción de diálogos académicos en torno a temas de interés para los investigadores de carrera y en formación.

Vanessa Sánchez Mendoza
Directora del Centro de Investigaciones de Psicología

Capítulo 1

A Complete Baseline
is Required for
the Formation of
Equivalence Classes

Capítulo 1

A Complete Baseline is Required for the Formation of Equivalence Classes

{ Elberto Antonio Plazas Páez y Carlos-Wilcen Villamil

Abstract

The formation of stimulus equivalence relations for three-member three classes was assessed by employing a complete versus an incomplete baseline training. In Experiment 1, symmetry and transitivity test trials for the assessment of equivalence class formation were intermixed in the same experimental phase. In Experiment 2, symmetry was tested first and then transitivity was tested. With a complete baseline high scores in symmetry and transitivity were obtained, but with an incomplete baseline symmetry emerged only for the trained baseline relations, while transitivity did not emerge. Data suggests that symmetry exclusively depended on the baseline, and that it is a necessary but not sufficient condition for the emergence of transitivity, and that the emergence of a single class might not be possible, but rather it requires contrast with other classes.

Key words: Stimulus equivalence, matching to sample, baseline, symmetry, transitivity.

Introduction

The formation of stimulus equivalence classes has been one of the main experimental paradigms employed in the field of the experimental analysis of behavior for the study of the so-called symbolic behavior (Sidman, 1994; Wilkinson & McIlvane, 2001). “Stimulus equivalence” is evidenced when some participants learn a baseline of arbitrary conditional discriminations, and then they show emergent responses that show the properties of a mathematic equivalence relation: reflexivity, symmetry, and transitivity (Sidman & Tailby, 1982; Green & Saunders, 1998). For example, a participant learns to select the comparison stimulus B1, rather than the stimuli B2 or B3, when, and only when, the sample stimulus A1 is present. Likewise, he/she learns to select B2 and B3 conditionally to the presence of either the A2 or A3 sample stimuli, respectively. Reflexivity consists in the relation of each stimulus to itself, and it is evidenced when, for example, the participant selects the comparison stimulus A1 rather than A2 or A3, when this same stimulus is presented as the sample. Symmetry consists in the reverse of the sample-S + baseline trained relations, and it is observed when the participant selects, for example, stimulus A2, rather A1 or A2, in the presence of B2 as a sample stimulus. Finally, transitivity consists in the display of emergent relations among stimuli that were not related to each other in the baseline, but which were both related to some common stimulus. So, if the participant also learns to select the stimulus C3 in the presence of sample A3, then she might relate B3 and C3 to each other, despite the fact that no trial in the baseline did it. A participant displaying such emergent responding is said to have established some classes of stimulus equivalence. In our particular example, the A1B1C1, A2B2C2, and A3B3C3 stimulus classes would emerge.

An important property of these classes is the observation of transfer of stimulus functions among those stimuli belonging to the same class. For instance, if stimulus A2 has acquired the function of conditioned reinforcement, then this function will transfer to the B2 and C2 stimuli, without any additional training, insofar as the three belong to the same stimulus equivalence class (e.g., Hayes, Kohlenberg, & Hayes, 1991). Accordingly, transfer has been observed with respondent functions (e.g., Dougher, Augustson, Markham, Greenway, & Wulfert, 1994), self-discrimination response functions (e.g., Dymond & Barnes, 1994), and contextual control (e.g., Pérez-González & Serna, 2003), among other stimulus functions.

Further, stimulus class formation has been readily observed in human adults (e.g., Eilifsen & Arntzen, 2009), human children (e.g., Sidman, Kirk, & Willson-Morris, 1985), and individuals with developmental disabilities (e.g., Haring, Breen, & Laitinen, 1989; Sidman, Cresson, & Willson-Morris, 1974). However, the establishment of equivalence classes has not been clearly evidenced in non-humans (e.g., Sidman et al., 1982; Dugdale & Lowe, 2000), unless the emergent response was explicitly taught previously (Schusterman & Kastak, 1993). Thanks to these properties, the experimental analysis of this phenomenon has become a paradigm for the study of symbolic behaviors, especially those involved in linguistic relations, under the assumption that words and their referents can be said to be in equivalence relations to each other (Sidman, 1994).

The conditional discriminations required for the establishment of equivalence classes are frequently trained or tested in the matching to sample (MTS) format, in which participants have to select among some comparison stimuli conditionally to the presence of a particular sample stimulus, as in the examples given above. In training, the MTS format establishes both positive and negative relations among samples and comparisons. Positive (or ‘select’) relations are those between each sample stimulus and the comparison stimuli whose selection is reinforced in their presence (sample-S+ relations). Negative (or ‘reject’) relations are those between each sample and the comparison stimuli whose selection is *not* reinforced in their presence (sample-S- relations) (Carrigan & Sidman, 1992; Johnson & Sidman, 1993; McIlvane, 2013; Stromer & Osborne, 1982).

In the standard MTS procedure, all the positive within-class relations and all the negative between-class relations among the stimuli of the experimentally predefined classes are explicitly and simultaneously trained. A typical standard-MTS trial, for example, would be of the type A1-B1/B2, B3 (corresponding to sample-S+ /S-, S- stimuli, respectively). It has been demonstrated that the likelihood of equivalence class formation is high when this procedure is used (e.g., Carr, Wilkinson, Blackman, & McIlvane, 2000; Smeets, Barnes-Holmes, & Cullinan, 2000). Other procedures can be used, though. In an “altered MTS procedure,” the same positive within-class relations are trained as in the Standard MTS

..... 
The experimental analysis of this phenomenon has become a paradigm for the study of symbolic behaviors, especially those involved in linguistic relations, under the assumption that words and their referents can be said to be in equivalence relations to each other.

procedure, but the negative relations are trained with stimuli which do not belong to any class. For example, a typical trial would be A1-B1/X1, X2, wherein the X stimuli are not positive to *any* sample in any trial. The likelihood of equivalence class formation with this altered MTS procedure is very low (Plazas & Peña, 2016; Plazas & Villamil, 2016a, b). A third procedure, in between the standard and altered MTS procedures, is what we have called the “semi-standard MTS” procedure, in which each training trial establishes one negative between-class relation, and one negative relation with an X stimulus, as in the trial A1-B1/B2, X1. Plazas and Peña (2016) found that the likelihood of establishing equivalence relations with the semi-standard procedure was as high as that of the standard procedure.

The finding of similar probabilities of equivalence class formation with the semi-standard MTS procedure suggests that the establishment of equivalence classes is possible with an incomplete set of relations, as compared with those of the standard MTS procedure. If this is indeed the case, it could be expected that equivalence relations might emerge from an incomplete baseline. The establishment of three three-member stimulus classes, as depicted in the examples above, typically requires the training of six baseline trials, as shown in the upper panel of Figure 1. In the present study, our interest was to assess the emergence of the same number of classes, but with an incomplete baseline, containing only four of the six baseline relations. Complete baseline training involves three pairs of AB and AC conditional relations, one pair for each of the classes 1, 2, and 3. In our modified procedure, some participants were trained with an incomplete baseline, consisting of only one pair of AB and AC relations for class 1, one relation AB from class 2, and one AC relation from class 3 (see upper panel of Figure 1). If the probability of equivalence class formation with the incomplete baseline is similar to that with a complete baseline, then two important conclusions could be made. First, the phenomenon of equivalence class formation might be more “productive” than usually admitted, in the sense of the amount of relations emerging from those relations that are trained. Second, this might suggest that the formation of equivalence relations is guided by higher-level processes, rather than the establishment of some particular conditional sample-S+ and sample-S- relations, which might compensate for the absence of some trained relations in the incomplete baseline procedure.

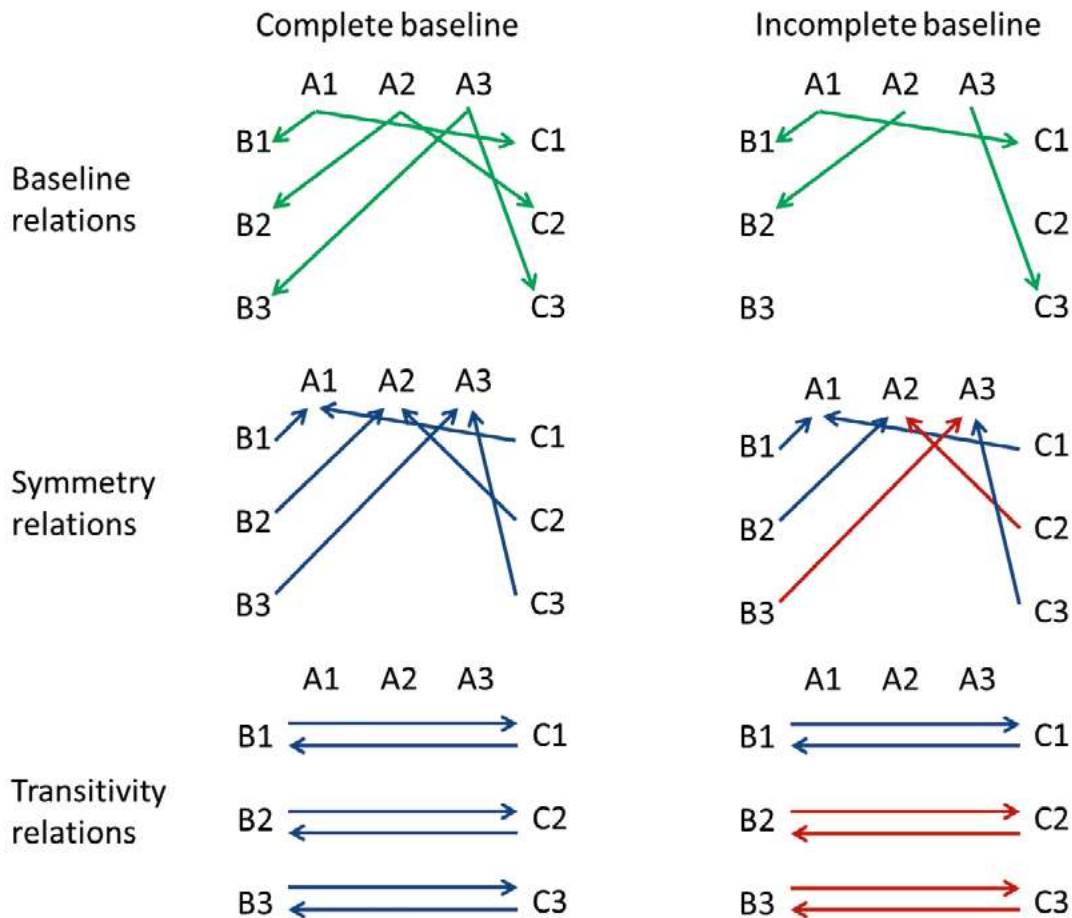


Figure 1. Training and test trials in the complete-baseline and incomplete-baseline procedures. The direction of the arrow indicates the direction of the sample-S+ relation. Green arrows correspond to relations explicitly trained. Blue arrows correspond to emergent relations with proper antecedents in the baseline. Red arrows are emergent relations without proper antecedents in the baseline.

Experiment 1

Method

Participants. Sixteen first-semester psychology students participated in this experiment. They were randomly assigned to Groups 1 and 2, each one composed of eight participants. Their ages ranged from 16 to 21 years old ($M = 18.3$, $SD = 1.54$). Only one participant was male, and he was in Group 2. They signed an informed

consent form, or had one signed for them by one of their parents if they were minors, before the beginning of the experiment. Participants obtained some academic credits in the “Introduction to Psychology” course for their participation.

Setting, apparatus, and stimuli. The experiment was carried out in the Human Behavior Laboratory of the Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Participants were placed in front of a computer, separated by modules to avoid observing the performances of others. Presentation of the stimuli, and recording of participant responses were controlled by a program designed in Visual Basic. Stimuli were non-Latin letters, in black lines over a white background (see Figure 2). Participants received auditory instructions by way of headphones before each phase, describing what they were expected to do.



Figure 2. Stimuli employed in the study.

In each trial, a sample stimulus was presented in the center-top area of the screen, and participants had to click on it for three comparison stimuli to appear in a row in the bottom area of the screen. Then, participants had to select one of the comparison stimuli by click on it. Throughout the first three phases, the selection responses of the participants were followed by auditory feedback. If the response was correct, they would hear a “ta-da” tone, but if it was incorrect, they heard a “chord” tone. Participants were instructed about the functions of the two tones before the beginning of the first phase.

Design. A two-groups design with only post-test was used in this experiment. Participants from Group 1 were trained with a complete baseline, while participants from Group 2 received incomplete baseline training. The upper panel of Figure 1 presents the structure of the training relations for both groups. Participants of both groups were then tested for the establishment of equivalence relations through the testing of symmetry and transitivity emergent relations (see middle and lower panel of Figure 1).

Procedure. The experiment consisted of five phases. The first four phases established the baseline relations, employing a standard procedure. Phase 1 trained the AB relations, three for Group 1 and two for Group 2. Participants from Group 1 were presented with blocks of 15 trials, while participants from Group 2 were presented with blocks of 10 trials (each trial type five times). A mastery criterion of 100% in a single block was in place in order to advance to the next phase, or else the phase was repeated. Phase 2 trained the AC relations, again three for Group 1 and two for Group 2, with the same amount of trials by block for each group, and the same mastery criterion. Phase 3 intermixed the training trials of the two previous phases in blocks of 24 trials and with a mastery criterion of 23/24 correct responses for Group 1, and in blocks of 16 trials and a criterion of 15/16 correct responses for Group 2. Each of the participants' responses throughout these first three phases was followed by auditory feedback. Phase 4 presented 12 of these training trials for Group 1, and 8 for Group 2, with a mastery criterion of 100%, but without providing any feedback. This phase was to serve as a learning test, and also familiarized participants with the absence of feedback in the testing phase. If a participant did not meet the criterion in this phase, she was returned to the Phase 3. Phase 5 presented *testing* trials, intermixed among baseline trials, all without any feedback. There were 12 symmetry trials, 12 transitivity trials, and 12 baseline trials for both groups in this phase. The middle and lower panels of Figure 1 depict the relations tested in these trials, which were the same for both groups.

Results

Table 1 shows results regarding the range, mean, and standard deviation of the number of blocks required by participants from Groups 1 and 2 in the baseline acquisition phases. In general, participants from Group 1 required more training blocks for the acquisition of the baseline. The sole exception was a participant from Group 2 who needed 52 blocks in the first phase, while the rest of the participants from this group needed between three and seven blocks. However, in

none of these phases a statistically significant difference was observed between the groups. As the phases advanced, the number of blocks required to master the criterion decreased. All participants from both groups demonstrated acquisition of the baseline relations at the first attempt in phase 4.

Table 1 Statistical Analyses of the Number of Blocks Required for Baseline Acquisition in Experiment 1

	Group 1			Group 2		
	<i>Range</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Phase 1	3-22	8.4	6.0	3-52	11.3	16.6
Phase 2	2-15	4.9	4.4	1-5	3.1	1.6
Phase 3	1-8	2.1	2.4	1-3	1.8	0.7
Phase 4	1-1	1	0	1-1	1	0

Figure 3 depicts the mean percentages of correct responses by group for each of the symmetry and transitivity test trials. We took a score of greater than or equal to 75 % of correct responses as the criterion for high performance. Participants who trained with a complete baseline (Group 1) displayed high performances in each symmetry relation, while participants trained with an incomplete baseline (Group 2) only displayed high performance in those symmetry trials for which their corresponding baseline trial was explicitly trained. Participants from the complete baseline group achieved the criterion for 5/6 transitivity relations, while participants from the incomplete baseline displayed low performance in all transitivity relations. It should be noted that for Group 2 the scores in the C2B2 and B3C3 transitivity trials were equal to or slightly above 0%, which indicates not inaccurate performance, but rather a systematic selection of a different comparison stimulus as compared to that pre-experimentally established as correct for these transitivity trials. These participants selected the B3 comparison stimulus when C2 was the sample, and also selected C2 when B3 was the sample 65.3% of the time.

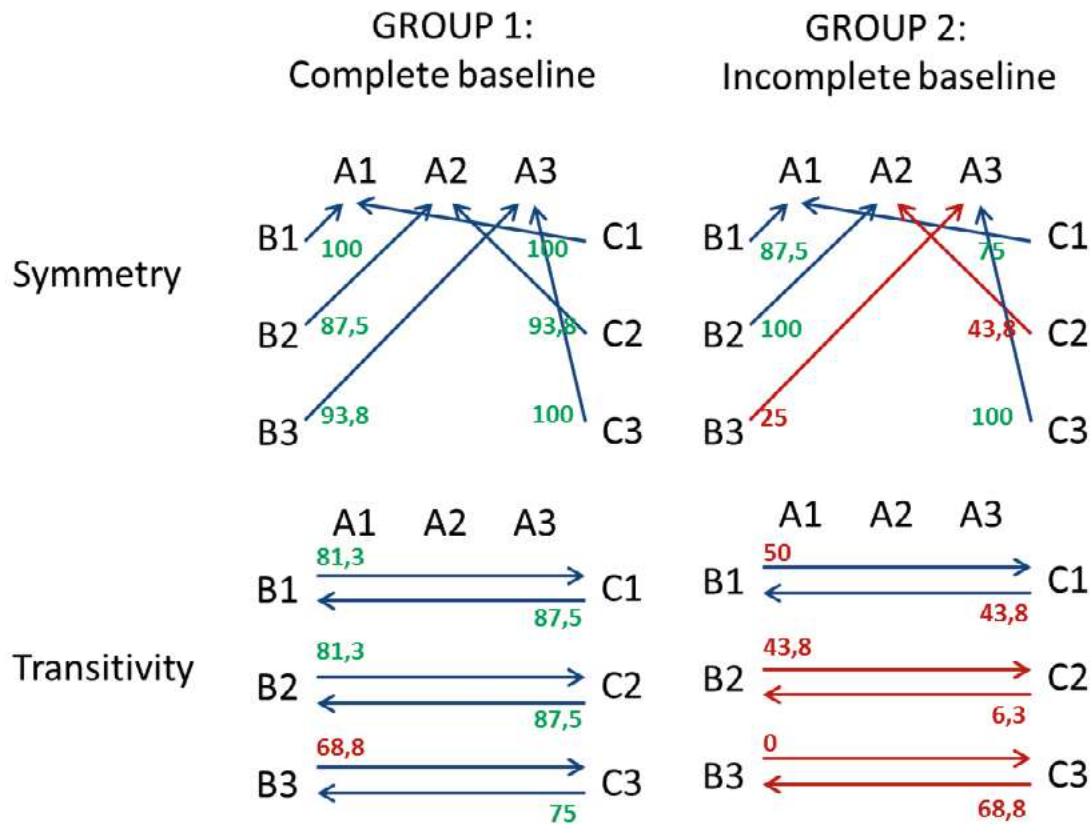


Figure 3. Results of Experiment 1. Arrow colors and directions correspond to those in Figure 1. Numbers correspond to the mean percentage of correct responses. Numbers in green correspond to scores equal to or above 75%, and red numbers are scores below 75%.

Discussion

Equivalence class formation was readily obtained with a complete baseline, but it was not with an incomplete baseline. Results from the group trained with an incomplete baseline show that symmetry emerged only for relations explicitly trained in the baseline, and independently of high scores in transitivity, which suggests that symmetry performance only depends on the baseline trained relations. Transitivity did not emerge in any of the classes for Group 2, despite the fact that the baseline prerequisites for the emergence of Class 1 were trained. These results suggest that the emergence of a single class in isolation is not possible, and the emergence of at least two contrasting classes is required. Results do not support the hypothesis that equivalence relations can be established with an incomplete baseline, and

suggest that the *complete* baseline contains the minimal prerequisites for the formation of equivalence classes.

In transitivity trials with stimuli B3 or C2 as the sample, participants from Group 2 tended to select the comparison stimuli C2 and B3 respectively. B3 and C2 were ‘undefined’ stimuli, that is, stimuli not positively related in the baseline. Thus, participants from the incomplete baseline group related each undefined stimuli to the other in these transitivity trials. This performance is called *exclusion*, and it is a well-known phenomenon in the experimental literature with human subjects (e.g., Dixon, 1977; McIlvane et al., 1987; Wilkinson & McIlvane, 1997), and even with nonhumans (e.g., Beran, 2010; Kaminski, Call, & Fischer, 2004). In consequence, it can be argued that in these types of trials for participants trained with the incomplete baseline, exclusion responding probably interfered with the expected selections according with the classes pre-experimentally defined.

In this experiment, symmetry and transitivity relations were tested in the same phase, intermixed among themselves. Alternatively, some studies have employed a simple-to-complex format, in which symmetry is independently tested first, and then transitivity is tested, and in general they have found that participants have higher scores in these tests (Adams, Fields & Verhave, 1993; Fields, Adams, Newman & Verhave, 1992; Smeets, Barnes & Roche, 1997; Smeets, Dymond & Barnes-Holmes, 2000). It is possible that employing a simple-to-complex format in the testing for emergent relations in this study might lead to higher scores in symmetry and transitivity, particularly for the group with an incomplete baseline. This format might lessen the interference effect of the exclusion responding in the transitivity

trials with undefined sample stimulus. Experiment 2 was carried out in order to assess this suggestion.



It is possible that employing a simple-to-complex format in the testing for emergent relations in this study might lead to higher scores in symmetry and transitivity, particularly for the group with an incomplete baseline.

Experiment 2

Method

Participants. Sixteen first semester psychology students participated in this experiment. They were randomly assigned to Groups 3 and 4, each consisting of eight participants. Their ages ranged between 16 and 23 years old ($M = 18.3$, $SD = 1.7$). Only one male was part of the sample, and he was in Group 4.

They had the same conditions of informed consent and reward as participants of Experiment 1.

Setting, apparatus and stimuli. This experiment was carried out in the same laboratory, with the same computers, and stimuli used for Experiment 1.

Design and procedure. The design of this experiment was the same as that of Experiment 1. Participants in Group 3 were trained with a complete baseline, while participants in Group 4 were trained with an incomplete baseline; they were then tested for symmetry and transitivity, as evidence of equivalence relations formation. The first four phases had the function of baseline acquisition, and they had exactly the same structure for Groups 3 and 4 as that for Groups 1 and 2 respectively in Experiment 1. The only difference between this experiment and the previous one was that symmetry and transitivity performances were tested separately. Symmetry was tested first, in Phase 5, which consisted of a single block of 24 trials, twelve for baseline trials and twelve for symmetry trials. Phase 6 had twelve baseline trials, and twelve transitivity trials. In these two phases, no response was followed by feedback.

Results and Discussion

Table 2 shows the statistical analyses of the number of blocks required by participants from Groups 3 and 4 to meet the criteria of the baseline acquisition phases (which were the same as in Experiment 1). In general, participants trained with an incomplete baseline required less blocks than those trained with a complete baseline, but a statistically significant difference was not observed for any of these phases.

Table 2 Statistical Analyses of the Number of Blocks Required for Baseline Acquisition in Experiment 2

	Group 3			Group 4		
	<i>Range</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Phase 1	1-15	5.4	4.4	1-7	3.8	1.9
Phase 2	2-5	3.4	1.1	2-4	2.6	0.9
Phase 3	1-3	1.8	0.9	1-4	2.0	1.3
Phase 4	1-2	1.1	0.4	1-1	1	0

Figure 4 depicts the mean number of correct responses in the symmetry and transitivity trials for participants from Groups 3 and 4. In general, results were very close to those of the Experiment 1. Participants trained with a complete baseline had high scores in all the symmetry and transitivity relations. Participants trained with an incomplete baseline had high symmetry scores only in those relations for which the respective baseline relation was explicitly trained. Performance in all transitivity trials was low. Scores in those transitivity trials in which either the B3 or C2 stimuli was the sample stimulus were close to 0% and in 59.4% of these the participants chose the undefined stimulus. As a consequence, exclusion responding apparently prevents the emergence of transitivity relations according to the pre-experimentally defined classes. The separate testing for symmetry and transitivity relations did not improve the scores in these relations for participants trained with the incomplete baseline, and the differences observed in the Experiment 1 between both groups in the establishment of equivalence relations was also replicated in this experiment.

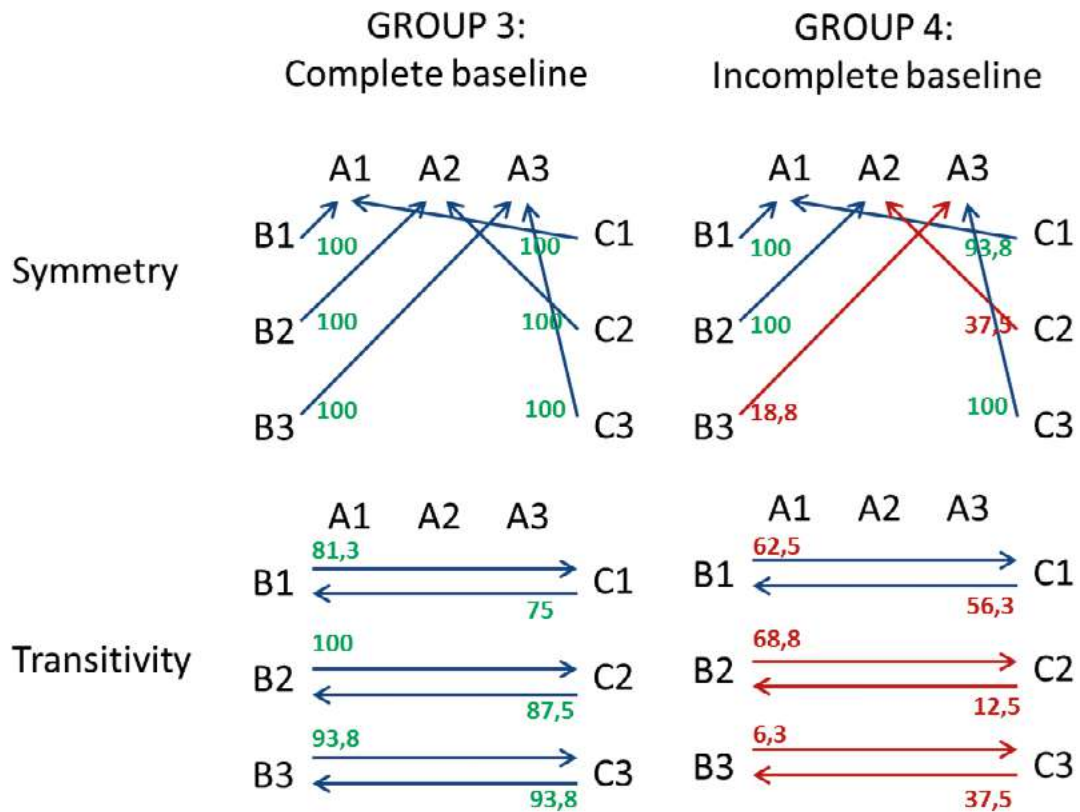


Figure 4. Results of Experiment 2. Colors of arrows and numbers correspond to those in Figure 2.

General Discussion

The two experiments in this study show that the establishment of three 3-member equivalence classes is not possible with an incomplete baseline of only four relations, consisting of the AB and AC relations for Class 1, only the AB relation for Class 2, and the AC relation for Class 3. These results suggest that equivalence class formation is strongly dependent on the positive and negative conditional relations trained in the baseline, and no higher level behavioral process occurred to fill the gaps left by those relations not being included in the incomplete baseline. Symmetry responding was highly dependent on the baseline-trained relations. These results confirm some evidence suggesting that symmetry depends exclusively on the positive (sample-S+) conditional, trained relations (Plazas & Cortes, 2017; Plazas & Maldonado, 2018; Plazas & Villamil, 2016a, b). In the symmetry test trials in which the B3 or C2 stimuli were sample stimuli, participants failed to select the A3 or A2 comparison stimuli respectively. These selections were not expected by exclusion, insofar as the A3 and A2 stimuli had been related to the C3 and B2 stimuli respectively in the baseline. Given that the symmetry test phase presented the BA and CA stimuli intermixed, and that stimuli A3 and A2 were defined, participants had no base to select these stimuli when B3 or C2 were presented.

We anticipated that the training of the A1B1 and A1C1 relations would be enough base for the emergence of relations between the stimuli B1 and C1, and that this might allow for the emergence of the other transitivity relations. However, the first result was not obtained, and thus there is no base for the late results. The absence of a relation between the B1 and C1 stimuli suggests that the transitivity relations require more than the relations between these stimuli and some common stimulus. In contrast to symmetry responding, which seems to depend only on the sample-S+ trained relations, some studies have also shown that transitivity depends too on the between-classes sample-S- trained relations (Plazas & Peña, 2016; Plazas & Villamil, 2016a, b, 2018). However, these relations also were trained in the present study. The B3 and C2 stimuli which were not positively related to another one in the baseline were, nevertheless, negative comparison stimuli for the A1 sample stimulus. Given that these stimuli were not positively related in the training, they did not belong to alternative classes in regard to Class 1. It is possible that, if at least one of these stimuli had been positively related, for instance C2 to A2, then accurate transitivity responding for Class 1 would be observed, and likewise for Class 2. This suggests that transitivity responding and the formation of stimulus classes cannot be observed for a single class in isolation, and that the emergence of at least two classes is required for stimulus equivalence relations to be established.

Participants trained with the incomplete baseline mostly related the B3 and C2 stimuli in the transitivity trials in which any of these two stimuli was the sample stimulus. As pointed out before, this is an instance of exclusion responding, given that both stimuli were undefined stimuli, insofar as they were not positively related in training. As a consequence, exclusion responding interfered with the transitivity responding that was expected by the pre-experimentally defined classes. This had a negative effect on the emergence of correct transitivity responses among the stimuli of classes 2 and 3. If transitivity responding and equivalence class formation do not emerge for a single class in isolation, then exclusion performances might also have interfered with the emergence of Class 1. It is possible that by introducing transitivity test trials in which B3 or C2 would be sample stimuli, but preventing exclusion responding in some way, for example, by not including these stimuli among the comparisons, more accurate responding in accordance with the predefined classes would be observed, and that the emergence of Class 1 would be more likely. Further research is needed to assess this hypothesis and to further understand the establishing of the minimal training conditions for the emergence of equivalence relations.

References

- Adams, B. J., Fields, L. & Verhave, T. (1993). Effects of test order on intersubject variability during equivalence class formation. *The Psychological Record*, 43, 133-152.
- Beran, M. J. (2010). Use of exclusion by a chimpanzee (*Pan troglodytes*) during speech perception and auditory-visual matching-to-sample. *Behavioral Processes*, 83, 287-291. doi: 10.1016/j.beproc.2012.01.009.
- Carr, D., Wilkinson, K. M., Blackman, D. & McIlvane, W. J. (2000). Equivalence classes in individuals with minimal verbal repertoires. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 101-114. doi: 10.1901/jeab.2000.74-101.
- Carrigan, P. F. & Sidman, M. (1992). Conditional discrimination and equivalence relations: A theoretical analysis of control by negative stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58, 183-204. doi: 10.1901/jeab.1992.58-183.
- Dixon, L. S. (1977). The nature of control by spoken words over visual stimulus selection. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 27, 433-442. doi: 10.1901/jeab.1977.27-443.

- Dougher, M. J., Augustson, E., Markham, M. R., Greenway, D. E. & Wulfert, E. (1994). The transfer of respondent eliciting and extinction functions through stimulus equivalence classes. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 62, 331-351. doi: 10.1901/jeab.1994.62-331.
- Dugdale, N. & Lowe, F. (2000). Testing for symmetry in the conditional discrimination of language-trained chimpanzees. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 73, 5-22. doi: 10.1901/jeab.2000.73-5.
- Dymond, S. & Barnes, D. (1994). A transfer of self-discrimination response functions through equivalence relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 62, 251-267. doi: 10.1901/jeab.1994.62-251.
- Eilifsen, C. & Arntzen, E. (2009). On the role of trial types in tests for stimulus equivalence. *European Journal of Behavior Analysis*, 10, 187-202.
- Fields, L., Adams, B. J., Newman, S. & Verhave, T. (1992). Interactions among emergent relations during equivalence class formation. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45B, 125-138. doi: 10.1080/14640749208401013.
- Green, G. & Saunders, R. R. (1998). Stimulus equivalence. In K. A. Lattal & M. Perone (Eds.), *Handbook of research methods in human operant behavior* (pp. 229-262). New York: Springer.
- Haring, T. G., Breen, C. G. & Laitinen, R. E. (1989). Stimulus class formation and concept learning: Establishment of within - and between - set generalization and transitive relationships via conditional discrimination procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52, 13-25. doi: 10.1901/jeab.1989.52-13.
- Hayes, S. C., Kohlenberg, B. S., & Hayes, L. J. (1991). The transfer of specific and general consequential functions through simple and conditional equivalence relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 56, 119-137. doi: 10.1901/jeab.1991.56-119.
- Johnson, C. & Sidman, M. (1993). Conditional discrimination and equivalence relations: Control by negative stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 59, 333-347. doi: 10.1901/jeab.1993.59-333.
- Kaminski, J., Call, J., & Fischer, J. (2004). Word learning in a domestic dog: Evidence for "fast mapping." *Science*, 304, 1682-1683. doi: 10.1126/science.1097859.

- McIlvane, W. J. (2013). Simple and complex discrimination learning. In G. J. Madden (Ed.), *APA Handbook of Behavior Analysis: Vol. 2. Translating Principles Into Practice* (pp. 129-163). Washington, DC: American Psychological Association. doi: 10.1037/19938-006.
- McIlvane, W. J., Kledaras, J. B., Munson, L. C., King, K. A. J., de Rose, J. C., & Stoddard, L. T. (1987). Controlling relations in conditional discrimination and matching by exclusion. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 48, 187-208. doi: 10.1901/jeab.1987.48-187.
- Pérez-González, L. A. & Serna, R. W. (2003). Transfer of specific contextual functions to novel conditional discriminations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 79, 395-408. doi: 10.1901/jeab.2003.79-395.
- Plazas, E. A. & Cortes, D. (2017). Relation between exclusion and stimulus equivalence class formation in auditory-visual and visual-visual matching to sample in preschoolers. *International Journal of Comparative Psychology*, 30, 1-19. Retrieved from: <http://escholarship.org/uc/item/48c2f95q>.
- Plazas, E. A. & Maldonado, P. M. (2018). Emergence of new stimulus classes by exclusion in children and adolescents. *The Psychological Record*, 68, 451-460. doi: 10.1007/s40732-018-0289-9.
- Plazas, E. A. & Peña, T. (2016). Effects of procedural variations in the training of negative relations for the emergence of equivalence relations. *The Psychological Record*, 66, 109-125. doi: 10.1007/s40732-015-0157-9.
- Plazas, E. A. & Villamil, C. W. (2016a). Effects of between-classes negative relations training on equivalence class formation across training structures. *The Psychological Record*, 66, 489-501. doi: 10.1007/s40732-016-0189-9.
- Plazas, E. A. & Villamil, C. W. (2016b). Efecto del entrenamiento de relaciones negativas entre-clases y estructura de entrenamiento en la formación de relaciones de equivalencia. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 16, 295-314.
- Plazas, E. A. & Villamil, C. W. (2018). Effect of the number of between-classes reject baseline relations on equivalence class formation. *Learning and Motivation*, 63, 150-161. doi: 10.1016/j.lmot.2018.06.002.

- Schusterman, R. J. & Kastak, D. (1993). A California sea lion (*Zalophus Californianus*) is capable of forming equivalence relations. *The Psychological Record*, 43, 823-839.
- Sidman, M. (1994). *Equivalence relations and behavior: A research story*. Boston, MA: Authors Cooperative, Inc.
- Sidman, M., Cresson, O. & Willson-Morris, M. (1974). Acquisition of matching to sample via mediated transfer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22, 261-275. doi: 10.1901/jeab.1974.22-261.
- Sidman, M., Kirk, B. & Willson-Morris, M. (1985). Six-member stimulus classes generated by conditional-discrimination procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 43, 21-42. doi: 10.1901/jeab.1985.43-21.
- Sidman, M., Rauzin, R., Lazar, R., Cunningham, S. Tailby, W. & Carrigan, P. (1982). A search for symmetry in the conditional discriminations of rhesus monkeys, baboons, and children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 25-44. doi: 10.1901/jeab.1982.37-25.
- Sidman, M. & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 5-22. doi: 10.1901/jeab.1982.37-5.
- Smeets, P. M., Barnes, D. & Roche, B. (1997). Functional equivalence in children: Derived stimulus-response and stimulus-stimulus relations. *Journal of Experimental Child Psychology*, 66, 1-17. doi: 10.1006/jecp.1997-2378.
- Smeets, P. M., Barnes-Holmes, D. & Cullinan, V. (2000). Establishing equivalence relations with match-to-sample format and simultaneous S-discrimination format conditional discriminations tasks. *The Psychological Record*, 50, 721-744.
- Smeets, P. M., Dymond, S. & Barnes-Holmes D. (2000). Instructions, stimulus equivalence, and stimulus sorting: Effects of sequential testing arrangements and a default option. *The Psychological Record*, 50, 339-354.
- Stromer, R. & Osborne, J. G. (1982). Control of adolescents' arbitrary matching-to-sample relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 329-348. doi: 10.1901/jeab.1982.37-329.

- Wilkinson, K. M. & McIlvane, W. J. (1997). Blank comparison analysis of emergent symbolic mapping by young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 67, 115-130. doi: 10.1006/jecp.1997.2402.
- Wilkinson, K. M. & McIlvane, W. J. (2001). Methods for studying symbolic behavior and category formation: Contributions of stimulus equivalence research. *Developmental Review*, 21, 355-374. doi: 10.1006/drev.2000.0526.

Capítulo 2

Hechos victimizantes
en Colombia: antes,
durante y después de
la firma del acuerdo
de paz en La Habana

Capítulo 2

Hechos victimizantes en Colombia: antes, durante y después de la firma del acuerdo de paz en La Habana

{ Jenny-Paola Lis-Gutiérrez, Juan Carlos Rincón-Vásquez,
Mercedes Gaitán-Angulo, Jenny Katherine Cubillos Díaz
y Cesar Augusto Vargas

Resumen

El presente capítulo busca responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál fue el comportamiento de los hechos victimizantes en Colombia, desagregados por región; antes de la firma del acuerdo de paz con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia FARC-EP (2016), durante el conflicto (2000-2011), durante las negociaciones (2012-2016) y después de la firma del acuerdo (2017)? Para la realización de la investigación se utilizaron los registros obtenidos del RUV (Registro Único de Víctimas) entre el 2000 y 2017. Para ello, se empleó la prueba no paramétrica de Friedman considerando los hechos victimizantes, segmentados por región y evaluados en tres períodos: i) 2000 al 2012; ii) 2012 al 2016; iii) 2017). Entre los principales hallazgos se identificó que i) la violencia no se distribuyó de forma homogénea en el territorio nacional antes y durante las negociaciones; ii) existen zonas del país en las cuales la violencia se ha acentuado posterior a la firma del acuerdo, mientras que en otras hay una reducción significativa de los incidentes; iii) a pesar de la firma del acuerdo de finalización del conflicto con las FARC-EP, aún persisten acciones violentas asociadas a otros grupos delictivos y grupos residuales; iv) se estableció que la zona del Pacífico presenta un comportamiento atípico con respecto al resto del territorio nacional, dado que fue la región con menor descenso de acciones delictivas.

Palabras clave: conflicto, hecho victimizante, víctimas, acuerdo de paz, Colombia.

Introducción

El conflicto armado colombiano ha estado enmarcado por un contexto de múltiples hechos de violencia¹ en los cuales hasta octubre de 2018 se encontraban registradas 8.760.290 víctimas, quienes sufrieron diferentes hechos victimizantes (abandono o despojo forzado de tierras, acto terrorista, amenazas, confinamiento, delitos contra la libertad y la integridad sexual, desaparición forzada, desplazamiento, homicidio, lesiones personales físicas y psicológicas, minas antipersonal, pérdidas de bienes o inmuebles, secuestro y vinculación de niños, niñas y adolescentes a grupos armados ilegales) (Unidad de Víctimas, 2018).



“Pacto por la construcción de paz: cultura de la legalidad, convivencia, estabilización y víctimas”, que se basa en los siguientes pilares: i) imperio de la ley y convivencia; ii) seguridad y orden para la libertad; iii) promoción del diálogo y la inclusión democrática; iv) atención y reparación de víctimas; v) estabilización (DNP, 2019).

Dentro de los compromisos relacionados con las víctimas (Jaramillo, 2014; Palacios, 2012) que llevaron a la firma del “acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera” (Gobierno Nacional de Colombia, FARC-EP y países garantes, 2016), se establecieron las medidas de no repetición y compromiso con la promoción, el respeto y la garantía de los derechos humanos (DD. HH.) y la implementación del Sistema Integral de Verdad, Justicia, Reparación y No Repetición. Este compromiso fue incluido en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, y específicamente en el punto XI: “Pacto por la construcción de paz: cultura de la legalidad, convivencia, estabilización y víctimas”, que se basa en los siguientes pilares: i) imperio de la ley y convivencia; ii) seguridad y orden para la libertad; iii) promoción del diálogo y la inclusión democrática; iv) atención y reparación de víctimas; v) estabilización (DNP, 2019).

A pesar de ello, hay algunas manifestaciones de violencia que no han cesado, tales como el uso de minas

1 Estos hechos victimizantes se encuentran contemplados en la Ley 1448 de 2011, también conocida como la Ley de Víctimas, la cual reconoce a las personas víctimas de estos sucesos como sujetos de reparación. Por tanto, el Registro Único de Víctimas es el encargado de contener la información de los delitos cometidos y adelantar un proceso de seguimiento sobre la reparación de los mismos, dando cuenta de la magnitud del conflicto y el alcance del proceso de paz.

antipersonales², muerte de líderes sociales³, entre otros. Estos son indicios de que los grupos armados organizados residuales ejercen actividades que preservan las condiciones de violencia en los territorios (Defensoría del Pueblo, 2019).

En este contexto, esta investigación pretende conocer ¿cuál fue el comportamiento de los hechos victimizantes en Colombia, desagregados por región; antes de la firma del acuerdo de paz con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia FARC-EP (2016), durante del conflicto (2000-2011), durante las negociaciones (2012-2016) y después de la firma del acuerdo (2017)? Se esperaría que a partir del escenario de la firma del acuerdo de paz con las FARC-EP⁴, los hechos de violencia disminuyeran en cantidad; sin embargo, la hipótesis de este trabajo es que existen zonas del país en las que la violencia se ha acentuado debido a las acciones de hostilidad, por otros grupos armados que no estaban inmersos en el proceso.

Con este propósito se emplearon los datos disponibles en el Registro Único de Víctimas (Unidad de Víctimas 2018), se desagregó la información a escala municipal y departamental, agregándola en cinco regiones geográficas. A su vez, se consideraron tres períodos de análisis para el conjunto de años disponibles y fueron segmentados de acuerdo con la evolución del conflicto y las negociaciones con las FARC-EP. De esta manera, se realizó la siguiente división: i) 2000-2011 (período antes de la negociación), ii) 2012-2016 (período de negociaciones) y iii) 2017 (año posterior a la firma del acuerdo de paz - posacuerdo). Posteriormente, se calculó el promedio de hechos victimizantes en cada uno de los períodos, pero tomando como unidad de análisis las cinco regiones geográficas. Para establecer si hubo cambios entre los períodos estudiados y entre regiones, que no fuesen al azar, se usó la prueba no paramétrica de Friedman. El resultado de la prueba se cotejó ulteriormente, con el análisis en cada uno de los departamentos del promedio de los hechos victimizantes en los períodos analizados.

1. Algunas consideraciones preliminares

Resulta importante señalar que el conflicto armado colombiano trajo consecuencias negativas en cuanto a afectación de la población, de la infraestructura y de la cultura

2 De acuerdo con la Oficina del Alto Comisionado para La Paz y la Dirección de Minas de la Presidencia, entre enero y diciembre de 2018 hubo 176 víctimas de minas antipersonal, en comparación con las 57 de 2017 (Caracol Radio, 2019; Dirección Descontamina Colombia, 2018).

3 Según la Defensoría del Pueblo, entre enero y diciembre de 2018, hubo 172 homicidios contra líderes sociales y defensores de derechos humanos.

4 En agosto de 2017, se fundó el partido político compuesto por exmiembros de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia y adoptó el nombre de Fuerza Alternativa Revolucionaria del Común (FARC).

(Escobedo-David, Lis-Gutiérrez y Aguilera-Hernández, 2017a, 2017b; Lis-Gutiérrez *et al.*, 2018; Valencia, Gutiérrez y Johansson, 2012). Hacer un recuento de lo que implicó para Colombia un proceso tan complejo, requiere un análisis histórico de la violencia, y este no es el alcance de este documento, ya que hay varios estudios especializados en esta temática (Bello-Montes, 2009; Blair-Trujillo, 2009; Centro Nacional de Memoria Histórica, 2013; González, 2014; Guizado, 1991; Oquist, 1978; Palacios, 2012; Restrepo y Aponte, 2009), pero sí se presentará una síntesis de los aspectos más relevantes para comprender la periodicidad usada en este análisis.

Si bien la guerrilla de las FARC-EP fue operativa desde mayo de 1964, la más reciente agudización del conflicto con este grupo se dio entre 1996 y 2002⁵. En este período la guerra alcanzó su máxima expresión y extensión, y estuvo presente el crecimiento de los hombres en armas y de los milicianos (Lis-Gutiérrez y Aguilera-Hernández, 2017a, 2017b).

Desde el 2003 hasta el 2012 existió un debilitamiento de los grupos insurgentes. Las Fuerzas Militares se fortalecieron y mediante la ofensiva militar redujeron el número de activos y milicianos de los diferentes grupos armados; sin embargo, en los enfrentamientos la población civil también se vio afectada (Lis-Gutiérrez y Aguilera-Hernández, 2017a, 2017b; Meza, 2015).

En años posteriores, el conflicto armado continuó y los registros de víctimas directas aumentaron. En el 2011, se dio la promulgación de la Ley de Víctimas y restitución de tierras (Congreso de la República, 2011), la cual tiene como objetivo restituir los derechos que fueron vulnerados a las víctimas y desarrollar acciones de verdad, justicia, reparación y garantías de no repetición que mitiguen los impactos de la violencia en la población civil afectada. Actualmente, esta ley continúa vigente.

En el 2012 se iniciaron las conversaciones entre el Estado colombiano y el grupo armado FARC-EP. Esta negociación duró aproximadamente cuatro años y el 24 de noviembre de 2016 se firma el “acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera”. A partir de la firma empezó su implementación en el territorio nacional (Pizarro-Leongómez, 2017).

Entre los principales logros obtenidos durante la implementación del acuerdo final está la reducción de muertes en combate, tanto de los miembros de las FARC-EP

5 De forma paralela, entre el 2002 y 2003 se presentó una negociación política entre el Gobierno Nacional y las Autodefensas Unidas de Colombia (AUC), lo cual llevó a que este grupo paramilitar realizara un cese al fuego unilateral, que eventualmente condujo al desarme y la desmovilización parcial de sus estructuras hasta desaparecer como grupo armado en el 2005 (Gutiérrez, 2012).

como de la Fuerza Pública. En cifras oficiales, se habla de la reducción de muertes de por lo menos 2.796 personas (Instituto Kroc de Estudios Internacionales de Paz, 2017). Sin embargo, existen manifestaciones de violencia que se han agudizado a partir de la ejecución de los acuerdos, como es el caso de los asesinatos de líderes sociales en los territorios donde hubo presencia del conflicto armado (Orozco, 2019; Pizarro-Leongómez, 2017). Esto ha sido una de las grandes dificultades del acuerdo de paz y pone en evidencia la grave situación actual de seguridad para los defensores y defensoras de derechos humanos y para los desmovilizados de las FARC-EP.

2. Metodología

En esta sección se presentan las fuentes de los datos, segmentación geográfica, la explicación de la selección del período y la prueba estadística empleada.

2.1 Datos

La fuente de información de esta investigación fue el RUV (Registro Único de Víctimas), que está enmarcado en la Ley 1448 también conocida como “Ley de Víctimas y restitución de tierras” (Congreso de la República, 2011). El RUV es el registro de declaraciones realizadas por las víctimas sobre los hechos ocurridos. La información se recopila mediante un autorreporte sobre los hechos ocurridos (lugar, fecha y la manera cómo sucedieron los hechos por los cuales se considera víctima) (Unidad de Víctimas, 2018). La ventaja de emplear esta fuente de datos es que corresponde a las cifras oficiales del total de víctimas; en otras palabras, tiene carácter censal basado en el autorreporte de las víctimas o sus familias (en caso de deceso).

El RUV cuenta con los datos actualizados de las afectaciones del conflicto en las víctimas, e incluye como hechos victimizantes los siguientes: i) amenaza, ii) delitos contra la libertad y la integridad sexual, iii) desaparición forzada, iv) desplazamiento, v) homicidio, vi) confinamiento, vii) lesiones personales físicas y psicológicas, viii) minas antipersonal, ix) pérdida de bienes muebles o inmuebles, x) secuestro, abandono y despojo de tierras, xi) acto terrorista, xii) tortura, xiii) vinculación de niños, niñas y adolescentes (Unidad de Víctimas, 2018) (véase Tabla 1).

Tabla 1. Variables consideradas en el análisis

Variable	Valores	Tipo de variable
Tipo víctima	Víctimas de conflicto armado; víctimas reconocidas. Sentencia C-280 y Auto 119 de 2013.	Categórica nominal
Departamento	Nombre de los departamentos en Colombia	Categórica nominal
Municipio	Nombre de alguno de los 1.122 municipios de Colombia	Categórica nominal
Región	Andina, Amazonas, Caribe, Orinoquia, Pacífica	Categórica nominal
Hecho victimizante	Amenaza, delitos contra la libertad y la integridad sexual, desaparición forzada, desplazamiento, homicidio, confinamiento, lesiones personales físicas y psicológicas, minas antipersonal, pérdida de bienes muebles o inmuebles, secuestro, abandono y despojo de tierras, acto terrorista, tortura, vinculación de niños, niñas y adolescentes	Categórica nominal
Género	Femenino, masculino	Categórica nominal
Ciclo vital	ND, entre 0 y 5, entre 6 y 11, entre 12 y 17, entre 18 y 28, entre 29 y 60, entre 61 y 100	Categórica ordinal
@2000	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2001	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2002	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2003	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2004	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2005	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2006	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2007	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2008	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2009	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2010	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2011	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2012	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2013	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2014	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2015	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2016	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
@2017	Número de hechos victimizantes	Cuantitativa discreta
Prom2000_2011	Promedio del número de hechos victimizantes entre 2000 y 2011	Cuantitativa continua
Prom2012_2016	Promedio del número de hechos victimizantes entre 2012 y 2016	Cuantitativa continua

Fuente: elaboración propia con base en el RUV (Unidad de Víctimas, 2018).

2.2. Organización geográfica

En Colombia es posible identificar cinco regiones geográficas (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2016), dada su similitud y el factor de proximidad geográfica de los departamentos que las conforman. Se decidió en este estudio conservar dicha segmentación. La región Amazonas está compuesta por Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés. La región Andina está constituida por Antioquia, Bogotá, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Huila, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima. La región Caribe corresponde al archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, Sucre. La Orinoquia está conformada por Arauca, Casanare, Meta, Vichada. Por su parte, la región Pacífica incluye a Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca.

2.3. Período

Se tomaron en consideración tres períodos: 2000-2011, 2012-2016 y 2017, que corresponden respectivamente a la etapa antes de las negociaciones, durante las negociaciones y después de la firma del acuerdo de paz (posacuerdo). La segmentación del período en estos tres momentos es por conveniencia, asociada a i) disponibilidad de la información, ii) fases de la evolución y iii) finalización del conflicto.

A pesar de que la primera etapa incluye 12 años, la segunda 5 y la última 1, no se considera que el análisis se vea afectado por la diferencia de los rangos, ya que i) se usaron promedios ponderados por el número de víctimas para cada uno de los reportes, en cada período y en cada región, ii) la prueba es aplicada sobre las regiones como agentes comparables en cada período.

2.4. Estadístico empleado

Se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman, que es el equivalente no paramétrico de un diseño de medidas repetidas para una muestra, por regiones y departamentos. Esta prueba contrasta la hipótesis nula de que las k variables relacionadas procedan de la misma población. Para cada caso, a las k variables se les asignan los rangos 1 a k . El estadístico de contraste se basa en estos rangos.

La condición matemática que se necesita para aplicar la prueba de Friedman: cada una de las medidas repetidas en escala ordinal; sin importar la distribución de

probabilidad de la cual provienen los datos; se trata de muestras dependientes; las ubicaciones sean idénticas. En todos los casos, los datos obtenidos cumplen con estas condiciones. Su utilidad radica en la comparación de dos o más medianas y determinar que la diferencia no es debida al azar.

De acuerdo con Ayala-Manzanares y Lis-Gutiérrez (2018), para este caso debe:

- Considerarse una tabla de datos $\{x_{ij}\}_{d \times n}$, siendo d las filas o bloques y n las columnas o tratamientos. Se calcula el orden de cada dato en su bloque.
- Reemplazarse la tabla original con otra $\{r_{ij}\}_{d \times n}$, siendo r_{ij} el orden de x_{ij} en cada bloque i .
- Calcularse las varianzas intra e intergrupo, como se menciona a continuación:

$$\circ \quad SS \text{ Factor} = SS_t = n \sum_{j=1}^d (\bar{r}_j - \bar{r})^2, \text{ siendo } \bar{r}_j = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d r_{ij}, \text{ y } \bar{r} = \frac{1}{d * m} \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^n r_{ij}$$

$$\circ \quad SS \text{ Error} = SS_e = \frac{1}{d(n-1)} \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^n (r_{ij} - \bar{r})^2$$

- El estadístico de contraste corresponde a: $Fr = \frac{SS \text{ Factor}}{SS \text{ Error}}$

Donde:

- $SS \text{ Factor}$: es la suma de los cuadrados entre los grupos formados por cada categoría del factor.
- $SS \text{ Error}$: es la suma de cuadrados dentro de los grupos formados por cada categoría del factor.
- El criterio de decisión corresponde a: $P(\chi_{n-1}^2 \geq Fr)$

La hipótesis nula que se contrasta corresponde a que las respuestas asociadas a cada uno de los tratamientos, proviene de la misma distribución de probabilidad o de distribuciones con la misma mediana. La hipótesis alternativa corresponderá entonces a que, por lo menos, la distribución de una de las respuestas es diferente de las demás. En otros términos, se quiere verificar si i) la violencia se distribuyó o no de forma homogénea en el territorio nacional antes y durante las negociaciones; ii) existen zonas del país en las cuales la violencia se ha acentuado posterior a la firma del acuerdo, debido a las acciones de hostilidad por parte de otros grupos armados que no estaban inmersos en el proceso.

3. Resultados

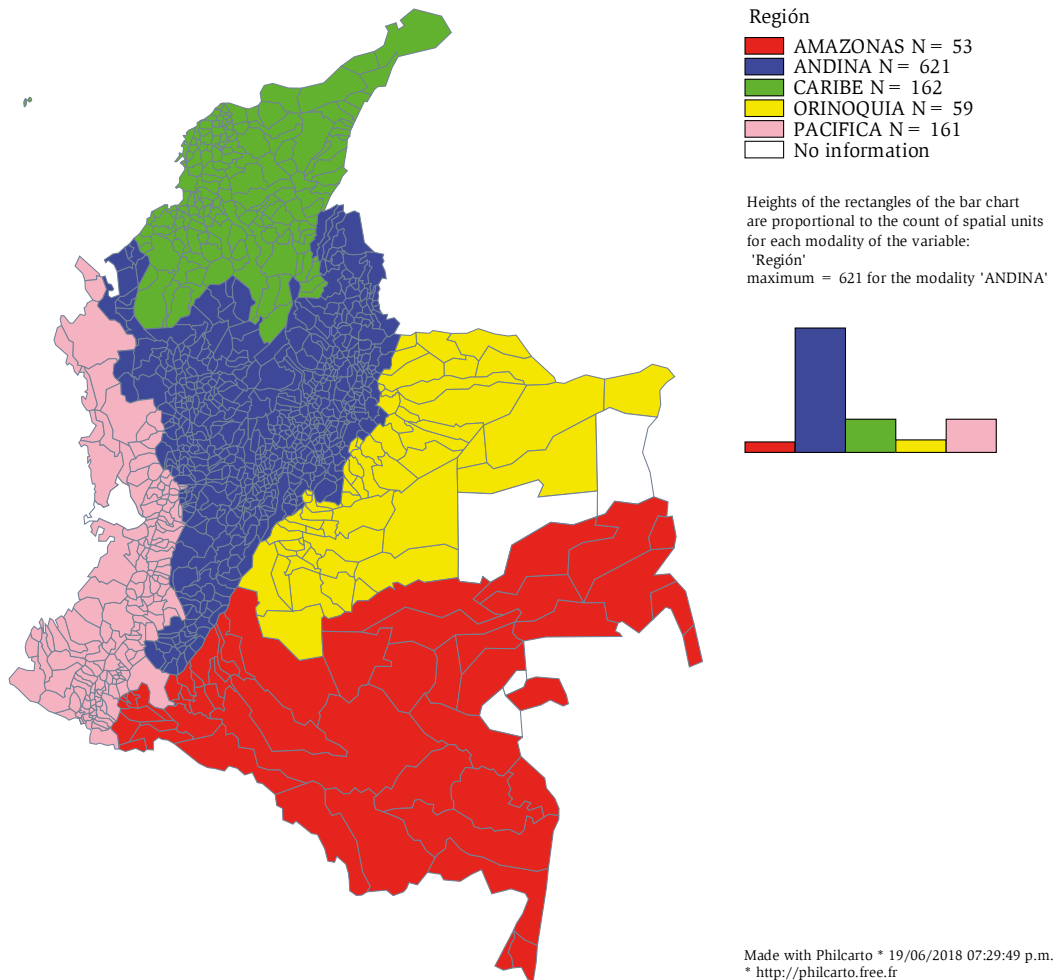
En la Tabla 2 se muestran los estadísticos descriptivos de los hechos victimizantes, discriminados por región y período analizado, y en la Figura 1 se muestra la distribución de los municipios colombianos en los que se presentaron reportes de víctimas, y se agrupa por regiones (Amazonas, Andina, Caribe, Orinoquia y Pacífica). Se observa que para las regiones Amazonas, Caribe, Andina y Orinoquia, la tendencia en los tres períodos es a la baja en cuanto a la media de hechos victimizantes. A pesar de ello, en la zona Pacífica el comportamiento del promedio de hechos victimizantes durante 2012-2016, que corresponde al proceso de negociación con las FARC-EP, creció con respecto al período anterior. Esta misma región presentó el promedio más alto en el número de hechos victimizantes durante el 2017.

Tabla 2. Descriptivos de los hechos victimizantes, discriminados por región y período analizado

Región		N	Media	Diferencia con el período anterior	Std. Deviation	Std. E	Int. Std. E (-1,96)	Int. Std. E (1,96)
AMAZONAS	Prom2000_2011	27.852	1,82		5,34	0,032	1,7606	1,8861
	Prom2012_2016	27.852	1,1	-0,72	4,12	0,0247	1,0514	1,1482
	@2017	27.852	0,21	-0,89	1,94	0,0116	0,1873	0,2327
ANDINA	Prom2000_2011	169.008	1,09		4,46	0,0108	1,0656	1,1081
	Prom2012_2016	169.008	0,46	-0,63	3,52	0,0086	0,4448	0,4784
	@2017	169.008	0,15	-0,31	2,69	0,0065	0,1372	0,1628
CARIBE	Prom2000_2011	86.795	1,87		7,98	0,0271	1,8184	1,9246
	Prom2012_2016	86.795	0,31	-1,56	1,99	0,0067	0,2965	0,323
	@2017	86.795	0,12	-0,19	1,51	0,0051	0,1099	0,1301
ORINOQUIA	Prom2000_2011	28.088	1,23		4,06	0,0242	1,1835	1,2786
	Prom2012_2016	28.088	0,4	-0,83	1,52	0,0091	0,3803	0,4158
	@2017	28.088	0,17	-0,23	1,47	0,0088	0,1528	0,1872
PACÍFICA	Prom2000_2011	83.620	1,22		4,81	0,0166	1,1847	1,2499
	Prom2012_2016	83.620	1,4	0,18	8,39	0,029	1,3416	1,4554
	@2017	83.620	0,59	-0,81	6,76	0,0234	0,5442	0,6358

Fuente: elaboración propia empleando SPSS (IBM, 2017).

Figura 1. Distribución de los municipios colombianos en los que se presentaron reportes de víctimas, según región



Fuente: elaboración propia usando Philcarto (Waniez, 2018).

La Tabla 3 muestra los resultados del test de Friedman. Se evidencia que para todos los casos el valor p es inferior a 0,05; es decir, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medianas, lo que implica que en cada región el comportamiento de los tres períodos tuvo diferencias significativas. Esto implica:

- i) La violencia no se distribuyó de forma homogénea en el territorio nacional antes y durante las negociaciones.
- ii) Existen zonas del país en las cuales la violencia se ha acentuado posterior a la firma del acuerdo, mientras que en otras hay una reducción significativa de los incidentes.

Tabla 3. Test de Friedman

Región	Número de observaciones	Chi-cuadrado	df	Valor <i>p</i>
Amazonas	27.852	16.277,84	2	0,00
Andina	169.008	122.800,62	2	0,00
Caribe	86.795	82.551,13	2	0,00
Orinoquia	28.088	19.424,39	2	0,00
Pacífica	83.620	38.202,10	2	0,00

Fuente: elaboración propia empleando SPSS (IBM, 2017).

Dados los resultados anteriores, se replicó el ejercicio a escala departamental, conservando la distribución de los períodos. En la Tabla 4 se muestran los estadísticos descriptivos de los hechos victimizantes, discriminados por departamento y período analizado. Se observa que en Amazonas, Cauca y Valle del Cauca el comportamiento del promedio de hechos victimizantes durante 2012-2016, que corresponde al proceso de negociación con las FARC-EP, creció con respecto al período anterior. Cabe mencionar que Cauca y Valle del Cauca, forman parte de la región Pacífica, lo que puede explicar el comportamiento agregado de toda la región, evidenciado en las Tablas 2 y 3.

Tabla 4. Descriptivos de los hechos victimizantes, discriminados por departamento y período analizado

Departamento		N	Media	Diferencia con el período anterior	Desviación estándar	EE	IC 95 % EE	
							IC 95 % EE -	IC 95 % EE +
Amazonas	Prom2000_2011	817	0,22		0,2628	0,0092	0,2448	0,2809
	Prom2012_2016	817	0,30	0,0792	0,4884	0,0171	0,4549	0,5219
	@2017	817	0,12	-0,1755	0,4948	0,0173	0,4608	0,5287
Antioquia	Prom2000_2011	66472	1,34		5,4697	0,0212	5,4281	5,5113
	Prom2012_2016	66472	0,53	-0,8088	5,0259	0,0195	4,9877	5,0641
	@2017	66472	0,17	-0,3629	2,9992	0,0116	2,9764	3,022
Arauca	Prom2000_2011	5443	1,85		6,0676	0,0822	5,9064	6,2288
	Prom2012_2016	5443	0,73	-1,1190	2,5764	0,0349	2,5079	2,6448
	@2017	5443	0,37	-0,3582	2,8568	0,0387	2,7809	2,9327
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Prom2000_2011	50	0,08		0,0928	0,0131	0,0671	0,1186
	Prom2012_2016	50	0,07	-0,0103	0,1316	0,0186	0,0951	0,1681
	@2017	50	0,00	-0,0680	0	0	0	0

(Continúa)

Tabla 4. Descriptivos de los hechos victimizantes, discriminados por departamento y período analizado (*continuación*)

Departamento		N	Media	Diferencia con el período anterior	Desviación estándar	EE	IC 95 % EE	
							IC 95 % EE -	IC 95 % EE +
Atlántico	Prom2000_2011	3619	0,55		1,0596	0,0176	1,0251	1,0942
	Prom2012_2016	3619	0,13	-0,4199	0,5185	0,0086	0,5016	0,5354
	@2017	3619	0,08	-0,0549	0,6037	0,01	0,584	0,6234
Bogotá, D. C.	Prom2000_2011	1217	1,32		3,1595	0,0906	2,982	3,337
	Prom2012_2016	1217	0,71	-0,6133	2,0422	0,0585	1,9274	2,1569
	@2017	1217	0,39	-0,3180	1,9716	0,0565	1,8608	2,0823
Bolívar	Prom2000_2011	20398	2,05		10,4006	0,0728	10,2578	10,5433
	Prom2012_2016	20398	0,34	-1,7173	1,6831	0,0118	1,66	1,7062
	@2017	20398	0,16	-0,1744	1,9197	0,0134	1,8933	1,946
Boyacá	Prom2000_2011	8768	0,30		0,5198	0,0056	0,5089	0,5307
	Prom2012_2016	8768	0,09	-0,2043	0,3085	0,0033	0,302	0,315
	@2017	8768	0,03	-0,0688	0,2218	0,0024	0,2172	0,2265
Caldas	Prom2000_2011	8955	1,34		6,8076	0,0719	6,6666	6,9486
	Prom2012_2016	8955	0,14	-1,2010	0,4458	0,0047	0,4366	0,4551
	@2017	8955	0,02	-0,1117	0,2478	0,0026	0,2427	0,253
Caquetá	Prom2000_2011	12718	1,88		5,2203	0,0463	5,1295	5,311
	Prom2012_2016	12718	1,36	-0,5155	4,8656	0,0431	4,781	4,9502
	@2017	12718	0,24	-1,1276	2,3207	0,0206	2,2804	2,361
Casanare	Prom2000_2011	6633	0,72		1,7018	0,0209	1,6608	1,7427
	Prom2012_2016	6633	0,17	-0,5513	0,5414	0,0066	0,5284	0,5544
	@2017	6633	0,08	-0,0957	0,5944	0,0073	0,5801	0,6087
Cauca	Prom2000_2011	24121	1,06		3,0177	0,0194	2,9797	3,0558
	Prom2012_2016	24121	1,48	0,4172	5,1521	0,0332	5,087	5,2171
	@2017	24121	0,33	-1,1549	2,5896	0,0167	2,557	2,6223
Cesar	Prom2000_2011	15241	2,01		7,4506	0,0604	7,3324	7,5689
	Prom2012_2016	15241	0,20	-1,8090	0,943	0,0076	0,928	0,958
	@2017	15241	0,09	-0,1123	0,8939	0,0072	0,8797	0,9081
Chocó	Prom2000_2011	16719	1,32		4,2204	0,0326	4,1564	4,2843
	Prom2012_2016	16719	1,30	-0,0266	4,8729	0,0377	4,799	4,9468
	@2017	16719	0,89	-0,4098	7,6468	0,0591	7,5309	7,7628

(Continúa)

Tabla 4. Descriptivos de los hechos victimizantes, discriminados por departamento y período analizado (*continuación*)

Departamento		N	Media	Diferencia con el período anterior	Desviación estándar	EE	IC 95 % EE	
							IC 95 % EE -	IC 95 % EE +
Córdoba	Prom2000_2011	13804	1,45		5,7323	0,0488	5,6367	5,828
	Prom2012_2016	13804	0,58	-0,8688	3,6483	0,0311	3,5874	3,7092
	@2017	13804	0,22	-0,3639	2,4066	0,0205	2,3665	2,4468
Cundinamarca	Prom2000_2011	14757	0,63		2,829	0,0233	2,7833	2,8746
	Prom2012_2016	14757	0,09	-0,5437	0,3079	0,0025	0,303	0,3129
	@2017	14757	0,02	-0,0669	0,2392	0,002	0,2353	0,243
Guainía	Prom2000_2011	887	0,65		0,8767	0,0294	0,819	0,9344
	Prom2012_2016	887	0,36	-0,2907	0,8197	0,0275	0,7658	0,8737
	@2017	887	0,14	-0,2162	0,883	0,0296	0,8249	0,9411
Guaviare	Prom2000_2011	3228	2,00		5,848	0,1029	5,6463	6,0497
	Prom2012_2016	3228	0,75	-1,2523	2,8532	0,0502	2,7548	2,9517
	@2017	3228	0,26	-0,4848	1,7272	0,0304	1,6676	1,7868
Huila	Prom2000_2011	11963	0,84		1,8224	0,0167	1,7898	1,8551
	Prom2012_2016	11963	0,79	-0,0520	2,1724	0,0199	2,1335	2,2114
	@2017	11963	0,15	-0,6355	1,1922	0,0109	1,1708	1,2136
La Guajira	Prom2000_2011	6782	1,73		4,8753	0,0592	4,7593	4,9913
	Prom2012_2016	6782	0,47	-1,2608	2,1017	0,0255	2,0517	2,1517
	@2017	6782	0,09	-0,3782	0,7677	0,0093	0,7495	0,786
Magdalena	Prom2000_2011	15863	2,33		9,7178	0,0772	9,5666	9,8691
	Prom2012_2016	15863	0,22	-2,1135	1,7853	0,0142	1,7576	1,8131
	@2017	15863	0,05	-0,1696	0,6988	0,0055	0,6879	0,7097
Meta	Prom2000_2011	14410	1,24		3,952	0,0329	3,8875	4,0165
	Prom2012_2016	14410	0,38	-0,8661	1,263	0,0105	1,2424	1,2837
	@2017	14410	0,13	-0,2491	0,9068	0,0076	0,892	0,9216
Nariño	Prom2000_2011	24052	1,22		5,0129	0,0323	4,9495	5,0762
	Prom2012_2016	24052	1,44	0,2253	9,2369	0,0596	9,1202	9,3536
	@2017	24052	0,77	-0,6715	9,1639	0,0591	9,0481	9,2797
Norte de Santander	Prom2000_2011	14028	1,33		5,6703	0,0479	5,5765	5,7641
	Prom2012_2016	14028	0,81	-0,5284	3,9362	0,0332	3,8711	4,0014
	@2017	14028	0,51	-0,2996	6,0316	0,0509	5,9318	6,1315

(Continúa)

Tabla 4. Descriptivos de los hechos victimizantes, discriminados por departamento y período analizado (*continuación*)

Departamento		N	Media	Diferencia con el período anterior	Desviación estándar	EE	IC 95 % EE	
							IC 95 % EE -	IC 95 % EE +
Putumayo	Prom2000_2011	9189	2,08		6,0014	0,0626	5,8786	6,1241
	Prom2012_2016	9189	1,09	-0,9855	3,9253	0,0409	3,8451	4,0056
	@2017	9189	0,19	-0,9007	1,6438	0,0171	1,6101	1,6774
Quindío	Prom2000_2011	2672	0,48		0,7568	0,0146	0,7281	0,7855
	Prom2012_2016	2672	0,29	-0,1897	0,6542	0,0127	0,6294	0,679
	@2017	2672	0,05	-0,2344	0,3076	0,006	0,2959	0,3192
Risaralda	Prom2000_2011	5617	0,80		1,7901	0,0239	1,7433	1,837
	Prom2012_2016	5617	0,38	-0,4248	1,3345	0,0178	1,2996	1,3694
	@2017	5617	0,22	-0,1538	3,2566	0,0435	3,1714	3,3417
Santander	Prom2000_2011	16330	0,71		2,6604	0,0208	2,6196	2,7012
	Prom2012_2016	16330	0,13	-0,5854	0,5931	0,0046	0,584	0,6022
	@2017	16330	0,04	-0,0885	0,4757	0,0037	0,4684	0,483
Sucre	Prom2000_2011	11038	1,73		5,6308	0,0536	5,5257	5,7358
	Prom2012_2016	11038	0,16	-1,5729	0,658	0,0063	0,6457	0,6703
	@2017	11038	0,10	-0,0520	1,2798	0,0122	1,256	1,3037
Tolima	Prom2000_2011	18229	1,26		3,1139	0,0231	3,0687	3,1591
	Prom2012_2016	18229	0,70	-0,5544	2,4006	0,0178	2,3657	2,4354
	@2017	18229	0,15	-0,5543	1,1113	0,0082	1,0952	1,1275
Valle del Cauca	Prom2000_2011	18728	1,32		6,5839	0,0481	6,4896	6,6782
	Prom2012_2016	18728	1,33	0,0062	12,234	0,0894	12,0588	12,4092
	@2017	18728	0,42	-0,9055	5,9482	0,0435	5,863	6,0334
Vaupés	Prom2000_2011	1013	0,58		0,9697	0,0305	0,91	1,0294
	Prom2012_2016	1013	0,28	-0,3017	0,6739	0,0212	0,6324	0,7154
	@2017	1013	0,13	-0,1506	0,6201	0,0195	0,5819	0,6582
Vichada	Prom2000_2011	1602	1,13		3,0689	0,0767	2,9186	3,2192
	Prom2012_2016	1602	0,40	-0,7289	1,3051	0,0326	1,2412	1,369
	@2017	1602	0,20	-0,1968	1,1516	0,0288	1,0952	1,208

Fuente: elaboración propia empleando SPSS (IBM, 2017).

La Tabla 5 muestra los resultados del test de Friedman aplicado a los departamentos. Se evidencia que para todos los casos el valor p es inferior a 0,05; es decir, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medianas, lo que implica que en cada de-

partamento el comportamiento de los tres períodos tuvo diferencias significativas, detallando la no homogeneidad en la distribución del fenómeno.

Tabla 5. Test de Friedman por departamento

Departamento	Número de observaciones	Chi cuadrado	df	Valor <i>p</i>
Amazonas	817	373,28	2	0,00
Antioquia	66.472	46321,418	2	0,00
Arauca	5.443	2917,471	2	0,00
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	50	27,622	2	0,00
Atlántico	3.619	4154,428	2	0,00
Bogotá	1.217	612,168	2	0,00
Bolívar	20.398	18394,693	2	0,00
Boyacá	8.768	8032,412	2	0,00
Caldas	8.955	9838,812	2	0,00
Caquetá	12.718	7160,764	2	0,00
Casanare	6.633	5466,576	2	0,00
Cauca	24.121	10694,909	2	0,00
Cesar	15.241	14604,695	2	0,00
Chocó	16.719	6015,492	2	0,00
Córdoba	13.804	10469,93	2	0,00
Cundinamarca	14.757	15650,314	2	0,00
Guainía	887	616,872	2	0,00
Guaviare	3.228	1744,472	2	0,00
Huila	11.963	6186,115	2	0,00
La Guajira	6.782	6070,289	2	0,00
Magdalena	15.863	18316,94	2	0,00
Meta	14.410	10071,338	2	0,00
Nariño	24.052	11074,517	2	0,00
Norte de Santander	14.028	7841,051	2	0,00
Putumayo	9.189	5934,768	2	0,00
Quindío	2.672	1846,324	2	0,00
Risaralda	5.617	4069,006	2	0,00
Santander	16.330	14919,531	2	0,00

(Continúa)

Tabla 5. Test de Friedman por departamento (*continuación*)

Departamento	Número de observaciones	Chi cuadrado	df	Valor <i>p</i>
Sucre	11.038	11198,497	2	0,00
Tolima	18.229	11474,852	2	0,00
Valle del Cauca	18.728	11557,337	2	0,00
Vaupés	1.013	597,709	2	0,00
Vichada	1.602	1155,763	2	0,00

Fuente: elaboración propia empleando SPSS (IBM, 2017).

4. Discusión

A pesar de que los acuerdos de paz buscan mitigar los impactos de la guerra y crear espacios de resolución de conflictos que estén fuera de las acciones de violencia (Hobsbawm y Eguibar, 2007), algunos procesos han agudizado las acciones de violencia antes de una posible normalización. Un ejemplo de ello es el acuerdo de paz de Guatemala firmado en 1996, fue en su momento un proceso complejo que trajo consigo el fortalecimiento de acciones violentas en el territorio (Rivas, 2006).

En el 2006, a diez años del inicio de su implementación, autores como Garranzo y Gómez-Climent (2006) y Rivas (2006) señalan que ha sido un proceso complejo de altas y bajas, el cual ha sido relativo, parcial e insuficiente que no ha contado con la voluntad política para ser efectivo. “A juzgar por lo ocurrido en estos diez años, lo prudente como razón discursiva es la sospecha que lo más importante es lo que no se ha cumplido” (p. 25). Dar fin a una guerra de más de tres décadas implica un compromiso y una transformación de mucho más tiempo, y sin este proceso de paz no se habría dado la apertura para que países como El Salvador, Nicaragua y Colombia hicieran sus propios procesos con los aprendizajes obtenidos de Guatemala (Fisas, 2010).

En el caso de Colombia, al igual que en el de Guatemala, no han cesado las acciones violentas, especialmente en algunas partes del territorio nacional, donde se muestra la presencia de grupos armados organizados, que continúan con actividades delictivas afectando a la población civil.

Son, al menos, ocho indicadores (pilares) para la construcción de una cultura de paz de acuerdo con la Declaración y el Programa de Acción sobre una Cultura de Paz de

la Asamblea General de las Naciones Unidas (1999): i) promover una cultura de paz por medio de la educación, ii) promover el desarrollo económico y social sostenible; iii) promover el respeto de todos los derechos humanos; iv) garantizar la igualdad entre mujeres y hombres; v) promover la participación democrática; vi) promover la comprensión, la tolerancia y la solidaridad; vii) apoyar la comunicación participativa y la libre circulación de información y conocimientos; viii) promover la paz y la seguridad internacionales. Se requiere que en Colombia se haga un análisis de la evolución en cada uno de estos factores, después de la firma del acuerdo de paz.

Conclusiones

En este capítulo se buscó establecer cuál ha sido la evolución de los registros de hechos victimizantes en Colombia, por región, antes de la negociación con las FARC-EP (2000-2011), durante la negociación (2012-2016) y en el primer año del posacuerdo (2017). Reconocer en el contexto colombiano estas transformaciones a lo largo del tiempo se convierte entonces en un factor importante para dar seguimiento a los procesos de transformación hacia una paz positiva⁶.

Se aplicó la estadística no paramétrica donde se logró identificar: i) la violencia no se distribuyó de forma homogénea en el territorio nacional antes y durante las negociaciones; ii) existen zonas del país en las cuales la violencia se ha acentuado posterior a la firma del acuerdo, mientras que en otras hay una reducción significativa de los incidentes; iii) a pesar de la firma del acuerdo de finalización del conflicto con las FARC-EP, aún persisten acciones violentas asociadas a otros grupos delictivos y grupos residuales; iv) se estableció que la zona Pacífico presenta un comportamiento atípico con respecto al resto del territorio nacional, dado que fue la región con menor descenso de acciones delictivas. El comportamiento de la región Pacífica, se explica por la violencia con otros actores diferentes a las FARC-EP, tales como otros grupos al margen de la ley (GAO [grupos armados organizados], narcotráfico, entre otros) (Soto, 2018).

Dentro de las limitaciones del trabajo se encuentra que no fue posible acceder a información más desagregada, lo que limita hacer otro tipo de análisis. Para futuras

6 Paz positiva hace referencia a un concepto de paz que evoca transformaciones más allá de la terminación de acciones bélicas. Apunta a solucionar causas profundas del conflicto, cambios sociales, culturales económicos y democráticos que hagan de la guerra un recurso político innecesario (Paladini-Adell, 2011).

investigaciones, sería deseable utilizar otras bases de datos como la del Centro de Memoria Histórica, segmentar por tipo de agente (responsable del hecho victimizante) y replicar este mismo análisis para verificar la consistencia de los resultados encontrados. Igualmente, se podría ampliar la muestra del último período a los datos del 2018, y realizar un análisis evaluativo de los ocho pilares para la construcción de una cultura de paz.

Referencias

- Agudelo, G. D. V., Gutiérrez, A., & Johansson, S. (2012). Negociar la paz: una síntesis de los estudios sobre la resolución negociada de conflictos armados internos. *Estudios Políticos*, 40, 149-174.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (1999). Resolución 53/243. Declaración y Programa de Acción sobre una Cultura de Paz. Ginebra: Naciones Unidas. Disponible en <https://undocs.org/es/A/RES/53/243>.
- Ayala-Manzanares, L. A., & Lis-Gutiérrez, J. P. (2018). Efectos de la Ley 1819 de 2016 en las solicitudes y registro de *software* en Colombia. En J. P. Lis-Gutiérrez, C. Henao & E. Malagón, *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las ciencias contables y económicas* (pp. 40-60). Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta.
- Bello-Montes, C. (2009). Posconflicto en Colombia: un análisis del homicidio después del proceso de desmovilización de los grupos de autodefensa. *Revista Criminología*, 51(1), 163-177.
- Blair-Trujillo, E. (2009). Aproximación teórica al concepto de violencia: avatares de una definición. *Política y Cultura*, 32, 9-33.
- Caracol Radio. (14 de febrero de 2019). *Víctimas de minas antipersonal aumentaron más de 200% en el último año*. Disponible en http://caracol.com.co/radio/2019/02/14/nacional/1550165796_434552.html.
- Centro Nacional de Memoria Histórica. (2013). *¡BASTA YA! Colombia: memorias de guerra y dignidad*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. Disponible en <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/micrositios/informeGeneral/descargas.html>.
- Collier, P., & Hoeffler, A. (2004). Greed and grievance in civil war. *Oxford Economic Papers*, 56, 563-595. Disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1468-2346.2012.01100.x>.

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2016). *Configuración territorial de las provincias de Colombia*. Santiago de Chile: CEPAL. Disponible en https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/configuracion_territorial_de_las_provincias_de_colombia.pdf.
- Congreso de la República de Colombia. (2011). *Ley 1448 de 2011*. Diario Oficial 48096. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. Disponible en <https://www.unidadVictimas.gov.co/sites/default/files/documentosbiblioteca/ley-1448-de-2011.pdf>.
- DNP. (2019). *Pacto por Colombia. Pacto por la Equidad*. Bogotá: DNP.
- Defensoría del Pueblo. (2019). *El riesgo de los defensores de derechos humanos merece mayor atención del Estado*. Bogotá: Defensoría del Pueblo. Disponible en <http://www.defensoria.gov.co/es/nube/noticias/7716/%E2%80%9CEl-riesgo-de-los-defensores-de-derechos-humanos-merece-mayor-atenci%C3%B3n-del-Estado%E2%80%9DDefensor-Defensor-del-Pueblo-Carlos-Negret-Defensor%C3%ADa-derechos-humanos.htm>.
- Dirección Descontamina Colombia. (2018). *Subcomisión Técnica unifica las cifras de víctimas de minas antipersonal en Colombia*. Bogotá: Presidencia de la República. Disponible en <http://www.accioncontraminas.gov.co/prensa/2018/Paginas/181228-Subcomision-Tecnica-unifica-cifras-de-victimas-de-MAP-en-Colombia.aspx>.
- Escobedo-David, L. R., Lis-Gutiérrez, J. P., & Aguilera-Hernández, D. (2017a). Aproximación a las milicias de las FARC-EP, ELN y EPL, y el sistema de puntos del clan del golfo: los casos de Cauca, Arauca y Urabá. En Barbosa, G., Correa, M. & Ciro, A. (Eds.). *Milicias guerrilleras: estudios empíricos y financieros*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Escobedo-David, L. R., Lis-Gutiérrez, J. P., & Aguilera-Hernández, D. (2017b). Las milicias y su importancia en las FARC-EP. En Barbosa, G., Correa, M. & Ciro, A. (Eds.). *Milicias guerrilleras: estudios empíricos y financieros*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Fajardo, D. (2015). *Estudio sobre los orígenes del conflicto social armado, razones de su persistencia y sus efectos más profundos en la sociedad colombiana. Conflicto social y rebelión armada en Colombia*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia. Disponible en <http://www.altocomisionadoparalapaz.gov.co/mesade-conversaciones/PDF/estudio-sobre-los-origenes-del-conflicto-social-armado-razones-de-su-persistencia-y-sus-efectos-mas-profundos-en-la-sociedad.pdf>.

- Fisas, V. (2010). Procesos de paz comparados. *Quaderns de Construcció de Pau*, 14, 5-9.
- Friedman, M. (1937). The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association*, 32(200), 675-701.
- Friedman, M. (1939). A correction: The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association*, 34(205), 109.
- Friedman, M. (1940). A comparison of alternative tests of significance for the problem of m rankings. *The Annals of Mathematical Statistics*, 11(1), 86-92.
- Garranzo, R., & Gómez-Climent, L. (2006). La reconstrucción de las sociedades post-conflicto. Guatemala después de los acuerdos de paz. *Quórum. Revista de Pensamiento Iberoamericano*, 14, 161-177.
- Gobierno Nacional de Colombia, FARC-EP y países garantes. (2016). *Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera. Acuerdo final*. La Habana, Cuba.
- González, F. E. G. (2014). *Poder y violencia en Colombia*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Guizado, A. C. (1991). El ayer y el hoy de la violencia en Colombia: continuidades y discontinuidades. *Análisis Político*, 12, 23-34.
- Gutiérrez, A. (2012). Negociaciones de paz en Colombia, 1982-2009: un estado del arte. *Estudios Políticos*, 40, 175-200.
- Hobsbawm, E. J., & Eguibar, B. (2007). *Guerra y paz en el siglo XXI*. Barcelona: Crítica.
- IBM Corp. Released. (2017). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Instituto Kroc de Estudios Internacionales de Paz. (2017). *Informe sobre el estado efectivo de implementación del acuerdo de paz en Colombia*. Indiana. Universidad de Notre Dame. Disponible en <http://static.iris.net.co/semana/upload/documents/informe-kroc.pdf>.

- Jaramillo, S. (2014). *La paz territorial*. Cambridge, MA: Universidad de Harvard. Disponible en <https://interaktive-demokratie.org/files/downloads/La-Paz-Territorial.pdf>.
- Lis-Gutiérrez, J. P., & Aguilera-Hernández, D. (2017a). Esquema financiero de los bloques de frentes y comandos conjuntos de las FARC-EP (1964-2012). En Barbosa, G., Correa, M. & Ciro, A. (Eds.). *Milicias guerrilleras: estudios empíricos*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Lis-Gutiérrez, J. P., & Aguilera-Hernández, D. (2017b). Evolución del esquema de financiamiento de las FARC-EP (1964-2015). En Barbosa, G., Correa, M. & Ciro, A. (Eds.). *Milicias guerrilleras: estudios empíricos*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Lis-Gutiérrez, J. P., Rincón-Vásquez, J. C., Gaitán-Angulo, M., Cubillos-Díaz, J., Vargas, C. A., & Aguilera-Hernández, D. A. (2018). Caracterización de los hechos victimizantes por género en las víctimas del conflicto armado colombiano [mimeo].
- Mendoza, J. G. (2016). Discourse markers in the cultured orality of La Paz. *Estudios Bolivianos*, 24, 107-137. Disponible en http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2078-03622016000100007&script=sci_abstract&tlng=en.
- Meza, M. C. (2015). *Capacidades para la paz. Apuesta metodológica*. Bogotá: Fundación Ideas para la Paz. Disponible en http://www.ideaspaz.org/especiales/capacidades-locales-para-la-paz/descargas/FIP_CartillasRegiones_02Metodologia.pdf.
- Nasi, C., & Rettberg, A. (2005). *Los estudios sobre conflicto armado y paz: un campo en evolución permanente*. Bogotá: Uniandes. Disponible en <https://colombiainternacional.uniandes.edu.co/view.php/471/index.php?id=471>.
- Oquist, P. H. (1978). *Violencia, conflicto y política en Colombia* (vol. 1). Instituto de Estudios Colombianos.
- Orozco, C. (2019, enero 19). “Asesinatos de líderes sociales: metódicos y selectivos”, según investigador Camilo Bonilla. *El Tiempo*. Disponible en <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/asesinatos-de-lideres-sociales-metodicos-y-selectivos-segun-investigador-camilo-bonilla-articulo-834889>.
- Palacios, M., (2012). *Violencia pública en Colombia, 1958-2010*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica.

- Paladini-Adell, B. (2011). *Construcción de paz, transformación de conflictos y enfoques de sensibilidad a los contextos conflictivos*. Módulo especialización en ASD y CP (PIUPC, Ed.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pizarro-Leongómez, E. (2017). Los desafíos actuales para consolidar la paz en Colombia. *Cahiers des Amériques Latines*, (84), 7-12. Disponible en <https://journals.openedition.org/cal/4512>.
- Restrepo, J., & Aponte, A. C. (2009). *Guerra y violencias en Colombia: herramientas e interpretaciones*. Bogotá: CERAC.
- Rivas, E. T. (2006). Guatemala: desarrollo, democracia y los acuerdos de paz. *Revista Centroamericana de Ciencias Sociales (RCCS)*, 3(2), 11-48.
- Soto, L. (2018). *La crecida de la violencia en el Pacífico de la que no se habla en campaña*. Silla Pacífico. Disponible en <https://lasillavacia.com/silla-pacifico/la-crecida-de-la-violencia-en-el-pacifico-de-la-que-no-se-habla-en-campana-66414>.
- Unidad de Víctimas. (2018). *Registro Único de Víctimas* [base de datos]. Bogotá: Unidad de Víctimas. Disponible en <https://www.unidadVictimas.gov.co/es/registro-unico-de-Victimas-ruv/37394>.
- Valencia, G., Gutiérrez, A., & Johansson, S. (2012). Negociar la paz: una síntesis de los estudios sobre la resolución negociada de conflictos armados internos. *Estudios Políticos*, (40), 149-174.
- Waniez, P. (2018). Philcarto 6.0. [software]. Bordeaux: autor. <http://philcarto.free.fr/>.

Capítulo 3

Características y
dimensiones de
la procrastinación
académica en
estudiantes
universitarios
colombianos

Capítulo 3

Características y dimensiones de la procrastinación académica en estudiantes universitarios colombianos

{ Angélica Garzón Umerenkova, Jesús de la Fuente Arias y Laura Acelas Russi

Resumen

Se caracteriza la dimensionalidad de las razones para procrastinar; la frecuencia de la procrastinación; la asociación entre la procrastinación con el rendimiento académico y malestar psicológico y las posibles diferencias por variables sociodemográficas, en un grupo de universitarios colombianos. Participaron 300 estudiantes de dos universidades, entre primero y décimo semestres. Se aplicó la versión en español de la *Procrastination Assessment Scale-Students* (PASS). Para el análisis de datos se emplearon el Análisis Factorial Confirmatorio, estadísticos descriptivos y correlacionales, comparación de medias (prueba *t*) y Bootstrap. Una estructura de tres subescalas explicaría las razones para procrastinar y entre el 45 %-50 % de los estudiantes presentan valores elevados en estas. El área de mayor frecuencia de procrastinación son las tareas académicas y de asistencia; se encontraron diferencias por género y por dedicación al estudio; se obtuvieron asociaciones significativas entre la procrastinación, el rendimiento académico y el malestar psicológico.

Palabras clave: Procrastination Assessment Scale-Students, procrastinación, validación, universitarios.

Introducción

La procrastinación se define como el hecho de posponer responsabilidades (tareas o trabajo) y decisiones de manera habitual (Garzón & Gil, 2017). Es la tendencia a gastar el tiempo, demorar y aplazar de forma intencionada algo que debe ser hecho (Tuckman, 2003). Ha sido caracterizada como la “quintaesencia” del fallo en la autorregulación (Steel, 2007). Se ha descrito tanto para las cuestiones de la vida diaria como para ámbitos específicos como el académico, que es el que atañe a esta investigación.

Las revisiones meta-analíticas de Steel (2007) o Rozental y Carlbring (2014) confirman la asociación inversa entre la procrastinación y el rendimiento académico por encima de variables tradicionalmente relacionadas con la ejecución académica, tales como la asistencia a clase o la nota de entrada.

En cuanto al fallo autorregulatorio asociado a la procrastinación, se ha encontrado que quienes presentan mayor confianza en sus habilidades académicas (niveles elevados de autoeficacia) tienden a procrastinar menos y esta tiende a tener menor repercusión en su rendimiento académico (Klassen, Krawchuk & Rajani, 2008). Por el contrario, altos niveles de autoeficacia están relacionados con el uso de herramientas de planificación e inicio de las tareas de manera oportuna (Wolters, 2003). Por otra parte, cuando los estudiantes perciben las tareas como difíciles, poco atractivas, ambiguas y que requieren más esfuerzo, tienden a presentar mayores tasas de procrastinación (Ferrari, Mason & Hammer, 2006).

Por otro lado, en relación con la salud, se ha estudiado que niveles elevados de procrastinación se asocian con ansiedad, estrés general, problemas de salud física y mental (Sirois & Tosti, 2012; Stead, Shanahan & Neufeld, 2010). Igualmente, se ha encontrado que quienes procrastinan con mayor frecuencia presentan más creencias irracionales (Balkis, 2013) y tendencia *a locus* de control externo (Natividad, 2014).

Frecuencia de la procrastinación académica

La procrastinación académica se presenta con una frecuencia superior que la procrastinación general. Rothblum, Solomon y Murakami (1986) informan que 40% de universitarios reportan aplazar la preparación de los exámenes siempre o casi siempre. Beswick, Rothblum y Mann (1988) afirman cifras similares, señalando

que 46 % presentan niveles muy elevados de procrastinación en la realización de trabajos escritos y 31 % al estudiar para un examen. Entre 40 % y 60 % de universitarios casi siempre o siempre demoran la realización de sus trabajos escritos, la preparación de exámenes o el completar sus lecturas semanales (Onwuegbuzie, 2004). Sin embargo, otros autores señalan que es un problema que afecta únicamente al 23 % de los estudiantes (Balkis & Duru, 2009).

Características de los procrastinadores

Los procrastinadores no son un grupo homogéneo de sujetos, la procrastinación se diferencia por actividades y por motivos. Hay autores que diferencian entre procrastinación decisional (no ser capaz de tomar decisiones a tiempo) y conductual (aplazamiento deliberado en la toma de decisiones dentro de un marco temporal específico). Özer, Demir y Ferrari (2009) informan de una prevalencia, entre adultos turcos no estudiantes, de 17,5 % de procrastinadores indecisos, 14,7 % de procrastinadores de activación y 13,8 % de procrastinadores de evitación. Las frecuencias reportadas por estos autores en población turca son similares a lo comunicado por hombres y mujeres adultos de España, Perú, Venezuela, Australia, Inglaterra y Estados Unidos.

Entre los diferentes motivos presentados en la literatura sobre el tema se encuentran, por ejemplo, la atracción/incertidumbre por la tarea, el miedo al fracaso a la evaluación (Zarick & Stonebraker, 2009) y el perfeccionismo, tanto para sí mismo como para los demás (social) (Sudler, 2013).

Dados los diferentes factores motivacionales relacionados con la procrastinación, autores como Strunk, Cho, Steele y Bridges (2013) proponen un modelo de dos niveles con dos categorías por cada dimensión (2 x 2). Siendo una dimensión las conductas académicas relacionadas con el manejo del tiempo (en un extremo, “la procrastinación o demoras” y, en el otro, la “participación oportuna”), y la otra dimensión es la base motivacional de estas conductas (motivación al logro y motivación por evitación) en un continuo motivacional. Este modelo se ilustra en la figura 1.

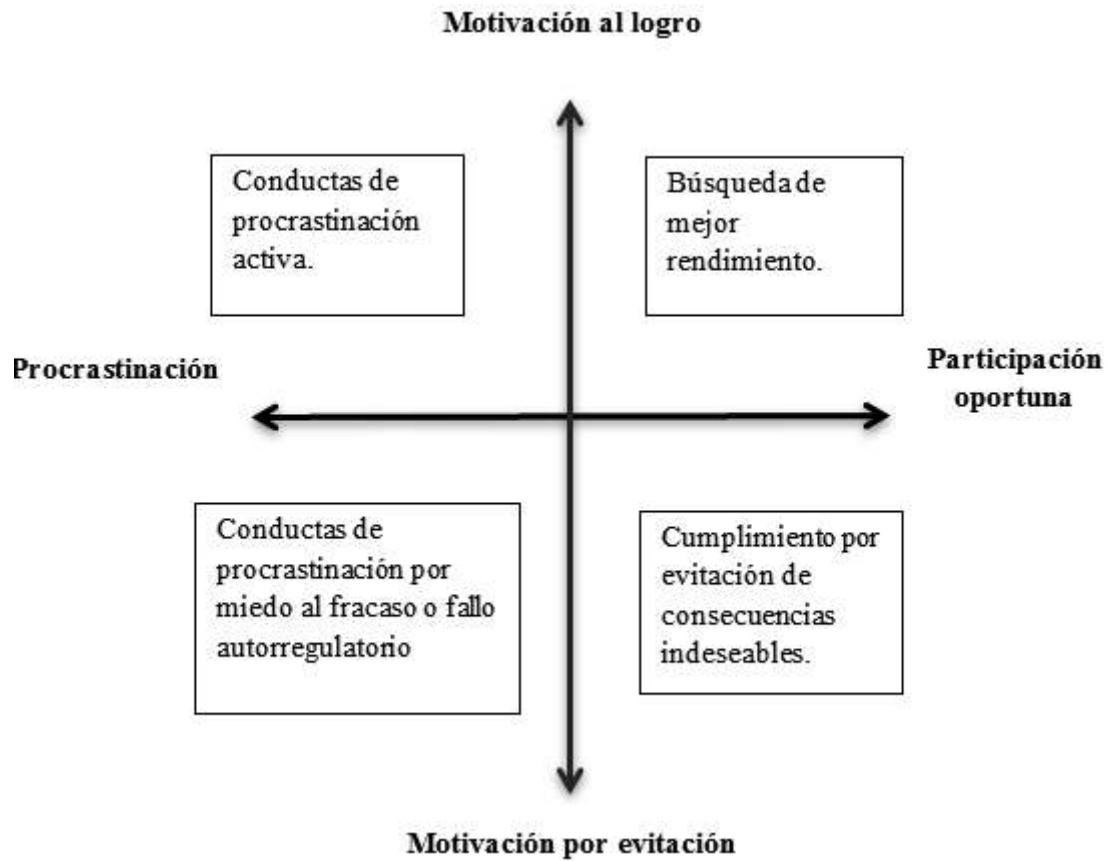


Figura 1. Ilustración del modelo 2 x 2 (Tomado de Garzón & Gil, 2017)

Este modelo ofrece algunas ventajas frente a explicaciones unidimensionales de la procrastinación y refleja de forma más clara los distintos aspectos encontrados en la literatura relacionados con qué y por qué se procrastina. Por ejemplo, la procrastinación activa, antes mencionada en el texto, sería explicada como un tipo de demora asociada con la motivación al logro en las que las demoras ocurren para mejorar la calidad del trabajo. Mientras que en el cuadrante procrastinación-evitación se situarían aquellas conductas abordadas normalmente en el estudio tradicional de la procrastinación originada por miedo al fracaso o el fallo autorregulatorio. Por otro lado, en el cuadrante de la “participación oportuna”, cuando esta es motivada por el logro se caracterizaría por la búsqueda de un mejor rendimiento o crear un mejor resultado final. Cuando la base motivacional es evitativa, se caracterizaría por realizar tareas oportunamente para evitar las posibles consecuencias negativas derivadas de finalizar tarde una actividad o para evitar la ansiedad o el miedo al fracaso que pueden sobrevenir cuando no se inician las tareas a tiempo.

Finalmente, es de mencionar que de acuerdo con la evidencia es indudable que en la base de la procrastinación parecen existir motivaciones de distinta valencia, también es un hecho que el instrumento de evaluación empleado en una investigación limita o determina el estudio de los motivos subyacentes. Esto hace que el estudio de los distintos “tipos” de procrastinación sea en ocasiones complejo y difícil de comparar a nivel transcultural.

Dimensiones de las razones para procrastinar

El estudio de los motivos para procrastinar tiene relación con el estudio de los factores o dimensiones que se investigan mediante los cuestionarios disponibles para evaluar la procrastinación general y académica.

En el caso que aquí nos atañe, en la construcción de la prueba *Procrastination Assessment Scale-Students* (PASS) (Solomon & Rothblum, 1984), los autores incorporaron 13 posibles razones para procrastinar de los estudiantes, tales como la ansiedad a la evaluación, el perfeccionismo, la dificultad en tomar decisiones, la dependencia y búsqueda de ayuda, la aversión a la tarea, la falta de autoconfianza o la pereza. Sin embargo, al realizar un Análisis Factorial Exploratorio (AFE) de los resultados encontrados, Solomon y Rothblum (1984) solo describieron dos factores a partir de las 13 razones originales: uno, que agrupó las razones de ansiedad, perfeccionismo y baja autoconfianza, y un segundo factor que agrupó las razones de aversión a la tarea y pereza. Este resultado dejó por fuera otras razones incluidas en el instrumento.

Posteriormente, en otros países y lenguas, se ha utilizado la prueba PASS y las razones para procrastinar descritas en la misma, como base para estudiar las dimensiones o factores en las que se agrupan los motivos para procrastinar y las posibles diferencias encontradas a nivel transcultural.

En esa línea, Mortazavi, Mortazavi y Khosrorad (2015) usando el PASS encontraron para la población iraní un modelo de cuatro factores similar al encontrado previamente por Özer *et al.* (2009) para la población turca. Las razones para procrastinar se agruparían en miedo al fracaso, toma de riesgo, pereza y rebelión contra el control.

Mientras que Watson (2001), usando el PASS en muestra anglosajona similar a la empleada por las autoras de la prueba, encontró una solución de seis factores mediante Análisis Factorial Exploratorio, incluyendo la rebelión contra el control, la toma de riesgos o la dependencia, pero que no fueron lo suficientemente importantes para constituir un tercer factor en el estudio original de Solomon y Rothblum (1984).

En ese sentido, al parecer las razones para procrastinar y su importancia, varían por culturas y por las condiciones cambiantes de exigencias de la sociedad y de la educación superior. Por ejemplo, hay evidencia de un incremento de las conductas de procrastinación, mientras en los años setenta las cifras de procrastinadores se situaban en torno al 4% o 5%, los estudios más recientes hablan de 15% o 20% de adultos afectados por una procrastinación recurrente (Steel & Ferrari, 2012).

Por tanto, uno de los objetivos del presente estudio fue analizar la forma en que se agrupan las razones para procrastinar del PASS en la población universitaria colombiana; teniendo en cuenta que solo se tiene constancia de un estudio de este tipo con una muestra de estudiantes colombianos de primer año (Garzón & Gil, 2017 en prensa) y que no se tienen antecedentes para otros países de Latinoamérica. En el mencionado estudio (Garzón & Gil, 2017 en prensa), se caracterizó psicométricamente la primera parte del PASS y se realizó un AFE para la segunda parte de la prueba que indaga sobre las razones para procrastinar, obteniendo cinco factores denominados: búsqueda de excitación, falta de energía y autocontrol, perfeccionismo, ansiedad a la evaluación y poca asertividad y confianza. Sin embargo, en ese caso, no se realizó un Análisis Factorial Confirmatorio.

Estudios sobre la procrastinación académica en Latinoamérica

En países latinoamericanos actualmente existe escasa investigación acerca de la procrastinación académica; salvo algunos estudios en Perú y Colombia.

Para el ámbito peruano, por ejemplo, Contreras *et al.* (2011) exploraron los hábitos de procrastinación de adolescentes escolarizados. Se encontró que la procrastinación académica está relacionada en mayor medida con estudiantes de la jornada de la tarde, en aquellos que no tienen un plan de futuro, que no cuentan con mucho apoyo de los padres y que realizan actividades poco productivas en Internet como hablar con amigos y jugar videojuegos en línea. Álvarez (2010) realizó un estudio de procrastinación en Lima con estudiantes de secundaria; su objetivo fue

establecer diferencias entre la procrastinación académica y la procrastinación general, entre género y el grado que cursa el estudiante. Se utilizó la Escala de Procrastinación General y la Escala de Procrastinación Académica para evaluar el constructo. Los resultados mostraron que no existen diferencias por género y por grado en los dos tipos de procrastinación. Sin embargo, al parecer la procrastinación académica es más usual que la general, lo que conlleva resultados adversos tales como deserción, postergación de los deberes y baja productividad en el ámbito académico.

Asimismo, Carranza y Ramírez (2013) llevaron a cabo un estudio en el que pretendían establecer el nivel de procrastinación en estudiantes universitarios. Se encontró que las mujeres presentan niveles mayores de procrastinación académica, emocional y familiar a diferencia de los hombres; además, se encontraron algunas diferencias por titulación.

Pasando al contexto colombiano, se encuentran estudios como los de Bolívar, Ballesteros y Ramírez (2014) con estudiantes de psicología para determinar la relación entre la procrastinación académica y la ansiedad-rasgo. Los resultados que se obtuvieron en dicho estudio muestran que las variables rendimiento académico, número de materias perdidas y aplazadas no se relacionan con la variable procrastinación; sin embargo, la variable ansiedad-rasgo sí tuvo una correlación significativa con la procrastinación, puesto que a mayor aplazamiento de actividades es mayor la respuesta de ansiedad (y viceversa); siendo la ansiedad un factor que prevé la manifestación de procrastinación académica. Por otro lado, estos autores hallaron que no existen diferencias respecto al género; es decir, tanto hombres como mujeres procrastinan de manera similar y que en la edad no hubo diferencias significativas al igual que en la variable horario laboral y académico. Respecto a las características sociodemográficas, estos autores no encontraron relación con aspectos diferenciales de los comportamientos de procrastinación académica (Bolívar *et. al.*, 2014).

Finalmente, otro estudio con población colombiana tuvo como objetivo analizar las relaciones existentes entre la procrastinación y el estrés académico en 198 estudiantes universitarios de diferentes carreras y semestres. Se usó el instrumento del PASS y del inventario SISCO de estrés académico (Cardona, 2015). Se reportaron diversas correlaciones significativas de valor moderado entre la medida de estrés y la procrastinación académica.

De acuerdo con los resultados, Cardona (2015) no encontró diferencias significativas en el inventario SISCO en cuanto al género, mientras que para el PASS sí se encontraron algunas diferencias. A las mujeres, en comparación con los hombres, el hecho de posponer una tarea (escribir un trabajo final de semestre/curso) les genera en mayor medida un problema y a las mujeres les gustaría reducir más la tendencia a posponer la escritura de un trabajo final (mujeres = 2,8; hombres = 2,61) y mantenerse al día con las diversas actividades de la clase (mujeres = 2,79; hombres = 2,56).

Por área de formación, los resultados obtenidos para el inventario SISCO muestran que los estudiantes del área de ciencias médicas y de la salud manifestaron reiteradamente reacciones físicas como migrañas, ansiedad y fatiga; en cuanto a la procrastinación, para este mismo grupo de estudiantes, les presume un problema mayor posponer el estudiar para los exámenes frente a los estudiantes de ciencias exactas y naturales, y ciencias sociales, artes y humanidades (Cardona, 2015). Por semestres, se encontró que para los estudiantes de primero a tercer semestre, a diferencia de los de cuarto a décimo semestre, les preocupa con mayor frecuencia situaciones tales como exceso de trabajos y tareas, también el cómo será el profesor y las evaluaciones que este realice con respecto a la nota final de las diferentes actividades; lo anterior con base en los resultados del inventario SISCO (Cardona, 2015).

Objetivos del estudio

1. Establecer la estructura factorial de las razones para procrastinar de la prueba PASS en la población universitaria colombiana.
2. Describir la frecuencia por actividades y razones para procrastinar.
3. Explorar las asociaciones de la procrastinación con el rendimiento académico y reporte de quejas de depresión, estrés y ansiedad.
4. Caracterizar la procrastinación por subgrupos poblacionales (género, jornada y dedicación al estudio).

Método

Participantes

Participaron 300 estudiantes universitarios, 86 hombres (28,7%) y 214 mujeres (71%). Entre los 16 y 33 años, con una media de 19,6 (Dt. 3,1); 154 de la

Fundación Universitaria Konrad Lorenz (51,3 %) y 146 de la Universidad El Bosque (48,7 %). Por carreras, 191 fueron de psicología (63 %), y 109 de otras titulaciones. Estando matriculados entre primer y décimo semestres.

Instrumentos

Se aplicó la versión en español de la *Procrastination Assessment Scale-Students* (PASS) construida originalmente por Solomon y Rothblum (1984) y se ha empleado con frecuencia en el estudio de la procrastinación académica a escala mundial. Este instrumento describe no solo las áreas académicas en las que se procrastina, sino también las posibles razones subyacentes para hacerlo (véase Anexo 1). En su versión colombiana (Garzón y Gil, 2017) se realizó un ajuste lingüístico para la población colombiana y se obtuvieron valores adecuados de confiabilidad (Alfa de Cronbach con valores de 0,71 a 0,82) y evidencia de validez discriminante de la frecuencia de la procrastinación en función de una medida de gestión del tiempo y del rendimiento académico.

La prueba consta de 44 ítems y se divide en dos secciones: la primera, está compuesta de 18 ítems que evalúan la frecuencia de la procrastinación que indaga la frecuencia con la que se procrastina en las siguientes actividades académicas: escritura de un trabajo, preparación para la presentación de un examen, mantenerse al día con las tareas de lectura semanales, realización de tareas administrativas, asistir a reuniones y realización de las tareas académicas en general. Igualmente, para cada área incluye las preguntas: ¿hasta qué punto el aplazamiento supone un problema? y ¿hasta qué punto te gustaría reducir tu tendencia a posponer dichas tareas? Para esta sección, la prueba emplea una escala Likert de cinco puntos: 1 (nunca), 2 (casi nunca), 3 (a veces), 4 (casi siempre) y 5 (siempre) (véase Anexo 1).

La segunda sección del PASS, abarca del ítem 19 al 44 e indagan sobre las razones cognitivo-conductuales para procrastinar. Las opciones de respuesta se presentan en una escala Likert con valores de 1 a 5, donde 1 significa “no refleja mis motivos en absoluto”, 3 significa “los refleja hasta cierto punto” y 5 “los refleja perfectamente”.

Además, se realizó una encuesta sociodemográfica que incluyó preguntas sobre hábitos, salud física y mental.

Procedimiento

Toma de datos colectiva en las aulas de informática mediante una aplicación *on-line* creada para esta investigación. Los estudiantes participaron de manera voluntaria.

Teniendo en cuenta el Código Deontológico y Ético del Psicólogo en Colombia, título 9: Investigación y docencia, artículo 50, se obtuvo un consentimiento informado a los participantes, previamente aprobado por la Comisión de Investigación de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz.

Análisis de datos

- Se obtuvo la estructura de las razones para procrastinar mediante AFE y AFC.
- Se realizaron análisis descriptivos para la frecuencia y razones.
- Se obtuvieron asociaciones entre variables.
- Se obtuvieron las comparaciones por subgrupos poblacionales mediante prueba *t* y tamaño del efecto (*d* de Cohen). Se aplicó la técnica de muestreo Bootstrap.

Resultados

Objetivo 1. Establecer la estructura factorial de las razones para procrastinar de la prueba PASS en población universitaria colombiana

Se realizó un Análisis Factorial Exploratorio (AFE, Rotación Varimax, de Componentes Principales), mostró un índice Kaiser-Mayer-Olkin de adecuación de muestreo = 0,873, y la prueba de esfericidad de Barlett (325) = 2.598, 81, $p < 0,001$, aportando un total de cinco factores. Posteriormente, se hizo un Análisis Factorial Confirmatorio frente al modelo de Iraní de factores (Mortazavi *et al.*, 2015), pero no apareció como estadísticamente significativo y un segundo modelo se elaboró a partir de los valores obtenidos en el AFE, con la muestra colombiana mostró mejores valores de ajuste (véanse tabla 1 y figura 2).

Tabla 1. Valores del análisis factorial confirmatorio

Modelo	Chi-square	DF	<i>p</i>	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI	RMSEA
1 (3F Iraní)	437,044	132	0,000	0,725	0,681	0,791	0,754	0,787	0,088
2 (3F Colom)	373,870	132	0,000	0,779	0,774	0,845	0,818	0,843	0,078

De acuerdo con los resultados estructurales (véase figura 2) se obtuvieron tres factores o subescalas para la población colombiana. Por tanto, para Colombia las dimensiones que estarían en la base de la procrastinación académica se describen a continuación.

Primero, la rebelión contra el control, la toma de riesgos y la influencia de pares (Subescala RT/Riesgo-Tarea), que tendrían una base motivacional de búsqueda de excitación.

Segundo, se encontrarían claramente las razones de ansiedad ante la evaluación y el perfeccionismo (Subescala W/Ansiedad), siendo característicos de una base de motivación por evitación.

Finalmente, estarían agrupadas las razones de aversión a la tarea y baja tolerancia a la frustración, pereza y tendencia de sentirse desbordado y pobre manejo del tiempo (Subescala L/Pereza-Falta de confianza), siendo característicos de una baja motivación al logro.

Se obtuvieron los valores de confiabilidad (Alfa de Cronbach) para cada una de las subescalas: de 0,93 para RT, de 0,97 para W y de 0,78 para L.

Objetivo 2. Describir la frecuencia por actividades y razones para procrastinar

Se realizaron distintos análisis descriptivos para establecer los valores para cada una de las tres subescalas obtenidas, así como para la frecuencia total de la procrastinación y el grado en que las demoras suponen un problema.

Se presentan los datos descriptivos para cada una de las tres subescalas obtenidas como razones para procrastinar.

De la misma forma, se presentan los datos para la “frecuencia” producto de la sumatoria de las preguntas 1, 4, 7, 10, 13 y 16, correspondientes al reporte del estudiante sobre con qué frecuencia pospone las actividades por áreas.

Finalmente, se presentan los datos para la preocupación total o la intensidad con la que procrastinar “supone un problema” producto de la sumatoria de las preguntas 2, 5, 8, 11, 14 y 17, correspondientes al reporte del estudiante sobre hasta qué punto el hecho de posponer las tareas supone un problema para él (véase tabla 2).

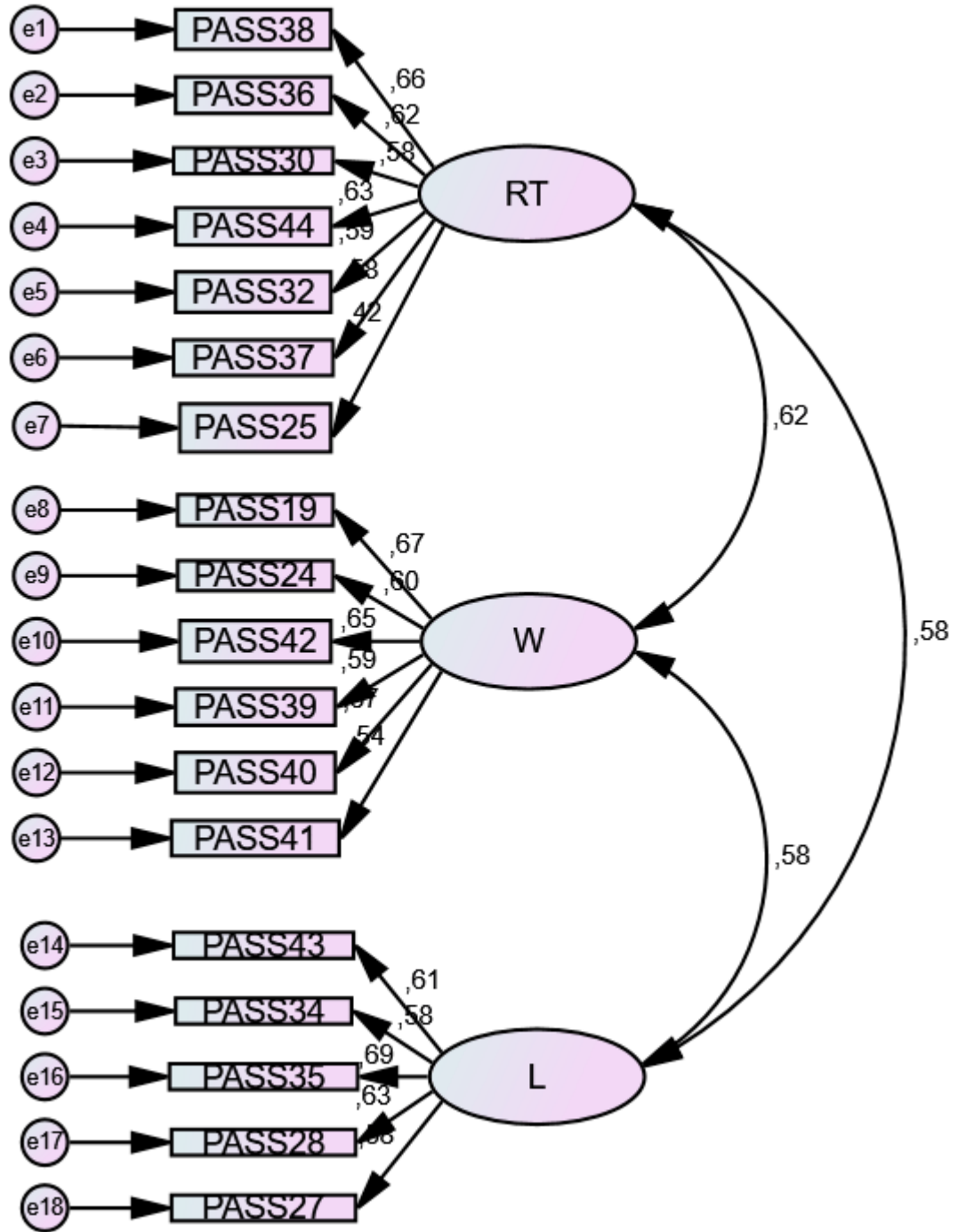


Figura 2. Estructura factorial confirmatoria en muestra colombiana

RT = Riesgo/Tarea; W = ansiedad y L = Pereza.

Tabla 2. Descriptivos para las razones, frecuencia y supone un problema

	Estadísticos descriptivos				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Rt	300	1,00	4,57	1,9662	0,77299
W	300	1,00	5,00	2,8022	0,90518
L	300	1,00	5,00	2,4800	0,85871
Frecuencia	300	1,00	4,67	2,6272	0,66752
Supone un problema	300	1,00	5,00	2,7628	0,82427

Como puede observarse, los valores medios para las áreas evaluadas están cercanos a 3, que corresponde a la categoría “a veces”. La media de RT es inferior a las demás subescalas estando más cerca al valor 2 “casi nunca” y presenta menor varianza. No se encuentran valores de techo o de piso en las subescalas.

Las medias más elevadas se encuentran en la subescala W (2,8) y que el aplazamiento “supone un problema” (2,76).

Por otra parte, en la tabla 3 se presenta la frecuencia de procrastinación obtenida por cada una de las seis áreas evaluadas por la prueba y el grado en que esto supone un problema.

Tabla 3. Frecuencia de la procrastinación reportada por áreas de actividad y frecuencia con la que estas demoras suponen un problema.

	¿Hasta qué punto pospone la tarea?	¿Hasta qué punto supone un problema?
Área	Casi siempre o siempre	Casi siempre o siempre
Escribir un trabajo	12,7%	27,7%
Estudiar para los exámenes	19,7%	32,0%
Mantenerse al día con las tareas académicas	22,0%	25,0%
Mantenerse al día con las tareas administrativas	15,7%	23,7%
Mantenerse al día con las tareas de asistencia	24,0%	17,7%
Actividades escolares en general	10,4%	21,0%

Nota. En la prueba cada una de las áreas evaluadas tiene dos preguntas correspondientes: ¿hasta qué punto pospone la tarea? y ¿hasta qué punto supone un problema? La tabla indica los porcentajes de respuesta a estas dos preguntas por área, cuando el estudiante señaló en la escala Likert casi siempre (4) o siempre (5).

De acuerdo con estos resultados, en Colombia, el 12,7% de los estudiantes pospone siempre o casi siempre los trabajos escritos; 19,7% el estudiar para los exámenes y el 24% mantenerse al día con las actividades de asistencia. Lo que más supone un problema para los estudiantes es aplazar el estudio para los exámenes (32%) y posponer los trabajos (27,7%).

Posteriormente, se recalificaron los valores obtenidos en las puntuaciones brutas para el total de las frecuencias de la procrastinación y para las subescalas encontradas como razones para procrastinar. Para ello, se transformaron las puntuaciones obtenidas a puntuaciones típicas estandarizadas (puntuaciones z) y a partir de este valor se agruparon y categorizaron las respuestas de 1 a 3. Donde en 1 se incluyeron las calificaciones inferiores a la media (puntuación z de 0 o inferior). En la categoría 2 se incluyeron las puntuaciones que estaban en valores un poco superiores a la media (valores z de 0 a 1,5 Dt.) y, finalmente, la categoría 3 conformada por puntuaciones superiores a 1,5 Dt. Por tanto, estas categorías se crearon para favorecer la discriminación de los valores superiores; por tal razón, los calificativos más apropiados para estos valores serían: 1 (bajo-medio); 2 (alto); 3 (muy alto).

Una vez transformadas las calificaciones, se obtuvieron nuevamente las frecuencias de procrastinación para todas las actividades y para las tres subescalas de razones para procrastinar.

Teniendo en cuenta esta recalificación y lo que significan los valores asignados, en la tabla 4 se observa el porcentaje de distribución de los valores obtenidos; la frecuencia más alta se encuentra para la subescala RT (Riesgo) con 8% de estudiantes que se encuentran en los valores extremos, seguido por la subescala L (Pereza) con 7% y la subescala W (Miedo/ansiedad ante la evaluación) con 6%.

Tabla 4. Frecuencia de la procrastinación reportada para las tres subescalas de razones para procrastinar

	Área	Subescala		
	Frecuencia de procrastinación todas las actividades	RT	W	L
1	48 %	54,3 %	48 %	50,7 %
2	45 %	37,7 %	45 %	42,3 %
3	6,7 %	8,0 %	6,0 %	7,0 %

Nota. 1 (bajo-medio); 2 (alto) y 3 (muy alto).

A fin de establecer la cantidad de estudiantes que presentarían mayores niveles de procrastinación y mayor intensidad de reporte de intensidad en las tres subescalas, se obtuvieron tablas de contingencia (véanse tablas 5 a 7) que cruzan la frecuencia total de la procrastinación con la frecuencia con la que se reporta cada una de las razones para procrastinar.

En la tabla 5 se indican los resultados para la subescala RT. Como se puede apreciar, 24 estudiantes estarían en la categoría 3 (intensidad muy alta) de reporte de esta razón y cuatro de estos estudiantes también estarían en la categoría 3 (intensidad muy alta) de frecuencia total de procrastinación. Si incluimos las categorías 2 y 3, 137 estudiantes tendrían puntuaciones altas y muy altas en esta razón (45,7%), pero solo 10 de ellos (3%) con un reporte elevado de frecuencia (categoría 3).

Tabla 5. Tabla de contingencia entre los resultados de la subescala RT con las frecuencia total de la procrastinación

		Puntuación Rt			Total
		1	2	3	
Frecuencia	1	95	45	4	144
	2	58	62	16	136
	3	10	6	4	20
Total		163	113	24	300
		54,3 %	37,7 %	8,0 %	100,0 %

Nota. 1 (bajo-medio); 2 (alto) y 3 (muy alto).

En general, el 50% de los estudiantes presentan Miedo a la evaluación y Pereza con valores entre altos y muy altos (tablas 6 y 7). El 45% presentan Rebelión con valores altos o muy altos (tabla 5). Aproximadamente, 6% de los estudiantes que reportan valores muy altos (3) presentan una frecuencia muy alta (3) en alguna de las tres subescalas para procrastinar.

Estos serían estudiantes que presentarían un factor de riesgo particular de bajo rendimiento académico y problemas de salud.

Tabla 6. Tabla de contingencia entre los resultados de la subescala W con la frecuencia total de la procrastinación

		Puntuación W			Total
		1	2	3	
Frecuencia	1	81	54	8	144
	2	56	70	8	136
	3	7	10	2	20
Total		144	134	18	300
		48,0%	44,7%	6,0%	100,0%

Nota. 1 (bajo-medio); 2 (alto) y 3 (muy alto).

Tabla 7. Tabla de contingencia entre los resultados de la subescala L con la frecuencia total de la procrastinación

		Puntuación L			Total
		1	2	3	
Frecuencia	1	95	47	2	144
	2	51	73	12	136
	3	6	7	7	20
Total		152	127	21	300
		50,7%	42,3%	7,0%	100,0%

Nota. 1 (bajo-medio); 2 (alto) y 3 (muy alto).

Objetivo 3. Explorar las asociaciones de la procrastinación con el rendimiento académico y reporte de quejas de depresión, estrés y ansiedad

Se obtuvieron las correlaciones entre las tres subescalas de las razones para procrastinar (Rt, W y L) con la frecuencia de la procrastinación, el grado en que la procrastinación supone un problema, el promedio académico reportado por los estudiantes y el reporte de ansiedad y depresión (véase tabla 8).

Se encontraron asociaciones inversas pequeñas pero significativas entre el promedio académico con las tres subescalas, la frecuencia y el grado en que la procrastinación “supone un problema”. Se encontraron asociaciones pequeñas-moderadas entre el reporte de depresión y todas las variables de procrastinación.

Se hallaron asociaciones pequeñas pero significativas entre el reporte de ansiedad con miedo a la evaluación y el grado en que procrastinar “supone un problema”.

Finalmente, se encontraron asociaciones pequeñas-moderadas entre el reporte de estrés con Miedo a la valuación, Pereza, Frecuencia y grado en que la procrastinación “supone un problema”.

Tabla 8. Correlaciones obtenidas entre las medidas de procrastinación, el rendimiento académico y las quejas de ansiedad y depresión

	Rt	W	L	Frecuencia	Supone problema	Promedio	Ansiedad	Depresión
Frecuencia	0,230**	0,157**	0,401**	1				
Supone problema	0,149**	0,214**	0,290**	0,438**	1			
Promedio	-0,127*	-0,119*	-0,125*	-0,177**	-0,096*	1		
Ansiedad	0,044	0,188**	0,088	-0,018	0,185**	-0,019	1	
Depresión	0,178**	0,199**	0,259**	0,206**	0,177**	-0,116*	0,256**	1
Estrés	0,062	0,139**	0,228**	0,176**	0,172**	0,038	0,350**	0,488**

Nota. * La correlación es significativa al nivel 0,05 (unilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (unilateral).

Objetivo 4. Caracterizar la procrastinación por subgrupos poblacionales (género, jornada y dedicación al estudio)

Se hizo un contraste de medias (prueba *t*) por género, jornada (diurna y nocturna) y dedicación al estudio (solo estudia/combina estudios con trabajo). Los resultados se obtuvieron con 1.000 muestras de muestreo bootstrap. No se encontraron diferencias por jornada, pero sí por género y dedicación.

En la tabla 9 se puede apreciar que los hombres presentan puntuaciones más elevadas que las mujeres en las subescalas de Rebelión, Pereza y en la Frecuencia de la procrastinación.

Por otra parte, también se encontró que los estudiantes que combinan el estudio con el trabajo, presentan mayores puntuaciones en las subescalas de Rebelión y Pereza que los estudiantes que solo estudian.

Tabla 9. Comparación de medias con Bootstrap para Prueba de muestras independientes por género

	Diferencia de medias	Sesgo	Típ. error	Sig. (bilateral)	Intervalo de confianza al 95 %	
					Inferior	Superior
Rt	0,45492	0,00094	0,10216	0,001	0,25861	0,6594
W	0,09252	0,00288	0,10743	0,391	-0,11251	0,30855
L	0,35731	0,00204	0,10598	0,001	0,14427	0,57257
Frecuencia	0,22645	0,00303	0,08263	0,008	0,0614	0,38525
Problema	0,04457	-0,001	0,10002	0,646	-0,1534	0,24151

Nota. Los resultados autocorrelacionados se basan en 1.000 muestras de muestreo bootstrap

Conclusiones e implicaciones

En primer lugar, respecto a la dimensionalidad de la prueba, la estructura de las razones para procrastinar en Colombia, el número y el contenido de las subescalas serían parecidos aunque no idénticos, a lo encontrado en otras culturas en las subescalas de Miedo a la evaluación y Pereza. El peso factorial de la subescala de Rebelión es menos similar con estudios con población anglosajona y más similar entre Colombia con estudios previos en Irán, Turquía y España. No se tiene constancia del estudio de la dimensionalidad de la prueba PASS, ni otra que mida procrastinación académica para la población latinoamericana, por lo que este resultado pone en evidencia algunas diferencias y similitudes de los motivos para procrastinar con otras culturas. Más adelante, en otros estudios, podría investigarse si existe una diferencia cultural más profunda entre Colombia y otros países en cuanto a las razones para aplazar o demorar las actividades académicas. Sería interesante explorar si estas diferencias están en relación con el tipo de modelo de educación superior, las características sociodemográficas de los universitarios colombianos o con aspectos más generales de nuestra idiosincrasia.

En cuanto a las actividades que más se aplazan en Colombia y lo que más supone un problema, los estudiantes que posponen con mayor frecuencia son estudiar para los exámenes (22 %) y las actividades académicas y de asistencia (24 %); lo que podría estar indicando la necesidad de establecer estrategias de apoyo que faciliten el contacto con los docentes, tutores y otras instancias de apoyo académico para los estudiantes e incentivarlos a buscar ayuda o estar al día con sus trámites y tutorías. Los estudiantes reportan que lo que más les supone un problema

es aplazar el estudio para los exámenes (32%), seguido por posponer la escritura de los trabajos (27,7%). Cabe entender que supone un mayor problema, dado que estas dos actividades tienen una clara relación con las notas obtenidas al final del semestre.

Dado que estudiar para los exámenes es un objeto importante de aplazamiento y esto supone el mayor problema para los estudiantes, sería conveniente establecer estrategias de apoyo institucional que ayuden a los estudiantes a planificar e iniciar a tiempo el estudio para los mismos.

Respecto a las razones para procrastinar, llama la atención que entre el 45 %-50% de los estudiantes presentan Rebelión, Miedo a la evaluación y Pereza con valores entre altos y muy altos. Podría ser de interés estudiar a fondo los motivos, creencias irracionales, carencia de estrategias de estudio o afrontamiento, entre otros aspectos, que llevan estas elevadas cifras. Particularmente, enfocado al desarrollo de planes de intervención específicos que permitan contrarrestar o disminuir estas cifras a fin de contribuir a la mejora del rendimiento académico y prevenir problemas emocionales asociados a la procrastinación. En ese sentido, las asociaciones encontradas entre las subescalas de las razones para procrastinar, la frecuencia total y el grado en que la procrastinación supone un problema con el rendimiento académico y las quejas de estrés, ansiedad o depresión, indican que en coherencia con la literatura la procrastinación sí tiene una relación inversa con el rendimiento académico y directa con la presencia de malestar psicológico.

Sin embargo, estos valores son bajos, lo que lleva a pensar que aunque es un hecho que la procrastinación impacta sobre el rendimiento académico, este efecto está mediado por otras variables psicológicas y académicas como, por ejemplo, el valor de la tarea, la longitud del curso, su relación con la vida profesional, el estrés o la autoeficacia (Tan *et al.*, 2008). Las variables mediadoras y su impacto en diferentes tipos y niveles de estudiantes siguen siendo objeto de estudio.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en Colombia los hombres presentan mayores niveles de procrastinación que las mujeres y procrastinan con mayor frecuencia por rebelión que por otras razones. Estos resultados son coherentes con la literatura. Cardona (2015) encontró resultados similares también con estudiantes colombianos; mientras que algunos autores han reportado que los hombres son mucho más procrastinadores que las mujeres (Milgram, Marshevsky & Sadeh,

1995) y que las mujeres tienden a esforzarse más que los hombres en sus actividades académicas (Clariana, 2009; Steel, 2007).

En términos generales, la frecuencia de la procrastinación en estudiantes universitarios colombianos presenta cifras elevadas similares a las encontradas en otras culturas. En este estudio se caracterizaron específicamente las áreas en las que los estudiantes colombianos tienen los niveles más elevados de procrastinación y que les generan más problemas. Igualmente, establece las características de las razones para procrastinar y la relación entre la procrastinación, el rendimiento académico y las quedas de ansiedad y depresión. Estos datos pueden ser el punto de partida para estudiar más a fondo las características distintivas del estudiante colombiano; sin embargo, arrojan ya alguna luz sobre algunas de sus particularidades. Por ejemplo, el impacto de la procrastinación es mayor para los estudiantes que combinan el estudio con el trabajo. Un grupo creciente de población universitaria en Colombia, que parece tener especiales necesidades en el aspecto evaluado.

La información presentada puede ser de interés para docentes o administrativos académicos para la evaluación, prevención o entrenamiento de los estudiantes universitarios colombianos para el manejo de la procrastinación académica. Autores como Kitsantas, Winsler y Huie (2008) recomiendan a profesores y administrativos universitarios tener en cuenta, en el perfil de entrada de sus estudiantes, la evaluación de sus competencias en manejo del tiempo, como un área importante para el entrenamiento de los estudiantes de primer año universitario, debido al especial impacto que tiene en la deserción académica.

Más aún, teniendo en cuenta que, de acuerdo con la literatura y con los resultados aportados en el presente estudio, la procrastinación constituye una dificultad frecuente e intensa entre los universitarios, que, además, es un factor en el rendimiento académico y en el bienestar psicológico de los individuos.

A diferencia de otros aspectos que influyen en la vida académica, tales como la nota de entrada, se puede disminuir la procrastinación académica con entrenamiento (Britton & Tesser 1991; Pehlivan, 2013). Existen muchas técnicas o combinación de técnicas, tanto presenciales como virtuales, individuales o grupales, que se vienen empleando con éxito para la intervención en la disminución de la procrastinación académica. Por ejemplo, en la literatura se reporta el uso de técnicas para el aumento de la flexibilidad mental (Glick & Orsillo, 2015); las intervenciones cognitivo-conductuales fortalecen la autorregulación, tales como el establecimiento de

rutinas y calendarios, la exposición a los eventos que generan ansiedad y llevan al estudiante a procrastinar o el manejo de las creencias irracionales, entre otros (Garzón & Gil, 2017; Rozental, Forsström, Nilsson, Rizzo & Carlbring, 2014).

Para el adecuado diseño de estas intervenciones, es necesario considerar la evaluación previa de las razones para procrastinar que, al ser de valencias distintas, requieren intervenciones diferenciales, cuidando la adecuada alineación entre la estrategia de intervención con los motivos subyacentes que llevan al estudiante a procrastinar.

Referencias

- Álvarez, Ó. (2010). Procrastinación general y académica en una muestra de estudiantes de secundaria de Lima metropolitana. *Persona: Revista de la Facultad de Psicología*, (13), 159-177. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=147118212009>.
- Balkis, M. (2013). Academic procrastination, academic life satisfaction and academic achievement: The mediation role of rational beliefs about studying. *Journal of Cognitive and Behavioral Psychotherapies*, 13(1), 57-74. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Murat_Balkis/publication/236173872_.
- Balkis, M., & Duru, E. (2009). Prevalence of academic procrastination behavior among pre-service teachers, and its relationship with demographics and individual preference. *Journal of Theory and Practice in Education*, 5(1), 18-32. Recuperado de http://eku.comu.edu.tr/index/5/1/mbalkis_eduru.pdf.
- Beswick, G., Rothblum, E., & Mann, L. (1988). Psychological antecedents of student procrastination. *Australian Psychologist*, 23(2), 207-217. doi:10.1080/00050068808255605.
- Britton, B., & Tesser, A. (1991). Effects of time-management practices on college grades. *Journal of Educational Psychology*, 83(3), 405-410. doi: 10.1037/0022-0663.83.3.405.
- Bolívar, D. P., Ballesteros, L. P., & Ramírez, C. S. (2014). Relación entre procrastinación académica y ansiedad-rasgo en estudiantes de psicología. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 14(1), 31-44. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5493101>.

- Cardona, L. (2015). *Relaciones entre procrastinación académica y estrés académico en estudiantes universitarios* (tesis pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://200.24.17.74:8080/jspui/handle/fcsh/242>.
- Carranza, R., & Ramírez, A. (2013). Procrastinación y características demográficas asociados en estudiantes universitarios. *Revista Apuntes Universitarios*, 3(2), 95-108. doi: 10.17162/au.v0i2.43.
- Clariana, M. (2009). *Procrastinació acadèmica* (vol. 210). Univ. Autònoma de Barcelona.
- Contreras, H., Mori, E., Lam-Figueroa, N., Guevara, E., Camposano, W., Bolívar, D., Espinoza, E., Torrejón, E., & Conspira, C. (2011). Procrastinación en el estudio: exploración del fenómeno en adolescentes escolarizados. Lima Metropolitana, Perú. *Revista Peruana de Epidemiología*, 15(3), 6-5. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3994750>.
- Ferrari, J., Mason, C., & Hammer, C. (2006). Procrastination as a predictor of task perceptions: Examining delayed and non-delayed tasks across varied deadlines. *Individual Differences Research*, 4(1), 28-36. Recuperado de http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44452533/Procrastination_as_a_Predictor_of_Task_.
- Garzón, A., & Gil, J. (2017). El papel de la procrastinación académica como factor de la deserción universitaria. *Revista Complutense de Educación*, 28(1), 307-324. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n1.49682.
- Glick, D., & Orsillo, S. (2015). An investigation of the efficacy of acceptance-based behavioral therapy for academic procrastination. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(2), 400-409. doi: 10.1037/xge0000050.
- Kitsantas, A., Winsler, A., & Huie, F. (2008). Self-regulation and ability predictors of academic success during college: A predictive validity study. *Journal of Advanced Academics*, 20(1), 42-68.
- Klassen, R. M., Krawchuk, L. L., & Rajani, S. (2008). Academic procrastination of undergraduates: Low self-efficacy to self-regulate predicts higher levels of procrastination. *Contemporary Educational Psychology*, 33(4), 915-931. doi: 10.1016/j.cedpsych.2007.07.001.
- Milgram, N., Marshevsky, S., & Sadeh, C. (1995). Correlates of academic procrastination: Discomfort, task aversiveness, and task capability. *The Journal of Psychology*, 129(2), 145-155. doi: 10.1080/00223980.1995.9914954.

- Mortazavi, F., Mortazavi, S., & Khosrorad, R. (2015). Psychometric properties of the procrastination Assessment Scale-Student (PASS) in a Student Sample of Sabzevar University of Medical Sciences. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 17(9). doi: 10.5812/ircmj.28328.
- Natividad, L. (2014). *Análisis de la procrastinación en estudiantes universitarios* (tesis doctoral). Universidad de Valencia.
- Onwuegbuzie, A. (2004). Academic procrastination and statistics anxiety. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29(1), 3-19. doi: 10.1080/0260293042000160384.
- Özer, B., Demir, A., & Ferrari, J. (2009). Exploring academic procrastination among Turkish Students: Possible gender differences in prevalence and reasons. *The Journal of Social Psychology*, 149(2), 241-257. doi: 10.3200/socp.149.2.241-257.
- Pehlivan, A. (2013). The effect of the time management skills of students taking financial accounting course on their course grades and grade point averages. *International Journal of Business and Social Science*, 4(5), 196-199.
- Rothblum, E., Solomon, L., & Murakami, J. (1986). Affective, cognitive, and behavioral differences between high and low procrastinators. *Journal of Counseling Psychology*, 33(4), 387-394. doi: 10.1037/0022-0167.33.4.387.
- Rozental, A., & Carlbring, P. (2014). Understanding and treating procrastination: A review of a common self-regulatory failure. *Psychology*, 05(13), 1488-1502. doi: 10.4236/psych.2014.513160.
- Rozental, A., Forsström, D., Nilsson, S., Rizzo, A., & Carlbring, P. (2014). Group versus Internet-based cognitive-behavioral therapy for procrastination: Study protocol for a randomized controlled trial. *Internet Interventions*, 1(2), 84-89. doi: 10.1016/j.invent.2014.05.005.
- Sirois, F., & Tosti, N. (2012). Lost in the moment? An investigation of procrastination, mindfulness, and well-being. *Journal of Rational-Emotive & Cognitive-Behavior Therapy*, 30(4), 237-248. doi: 10.1007/s10942-012-0151-y.
- Solomon, L., & Rothblum, E. (1984). Academic procrastination: Frequency and cognitive-behavioral correlates. *Journal of Counseling Psychology*, 31(4), 503-509. doi: 10.1037/0022-0167.31.4.503.

- Stead, R., Shanahan, M., & Neufeld, R. (2010). "I'll go to therapy, eventually": Procrastination, stress and mental health. *Personality and Individual Differences*, 49(3), 175-180. doi: 10.1016/j.paid.2010.03.028.
- Steel, P. (2007). The nature of procrastination: A meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure. *Psychological Bulletin*, 133(1), 65-94. doi: 10.1037/0033-2909.133.1.65.
- Steel, P., & Ferrari, J. (2012). Sex, education and procrastination: An epidemiological study of procrastinators' characteristics from a global sample. *European Journal of Personality*, 27(1), 51-58. doi: 10.1002/per.1851.
- Strunk, K., Cho, Y., Steele, M., & Bridges, S. (2013). Development and validation of a 2×2 model of time-related academic behavior: Procrastination and timely engagement. *Learning and Individual Differences*, 25, 35-44. doi: 10.1016/j.lindif.2013.02.007.
- Sudler, E. (2013). *Academic procrastination as mediated by executive functioning, perfectionism, and frustration intolerance in college students* (tesis doctoral). St. John's University, New York. Recuperado de <http://search.proquest.com/docview/1460826785>.
- Tan, C., Ang, R., Klassen, R., Yeo, L., Wong, I., Huan, V., & Chong, W. (2008). Correlates of academic procrastination and students' grade goals. *Curr Psychol*, 27, 135-144. doi: 10.1007/s12144-008-9028-8.
- Tuckman, B. (2003). The effect of learning and motivation strategies training on college students' achievement. *Journal of College Student Development*, 44(3), 430-437. doi: 10.1353/csd.2003.0034.
- Watson, D. (2001). Procrastination and the five-factor model: A facet level analysis. *Personality and Individual Differences*, 30(1), 149-158. doi: 10.1016/s0191-8869(00)00019-2.
- Wolters, C. (2003). Understanding procrastination from a self-regulated learning perspective. *Journal of Educational Psychology*, 95(1), 179-187. doi: 10.1037/0022-0663.95.1.179.
- Zarick, L., & Stonebraker, R. (2009). I'll do it tomorrow the logic of procrastination. *College Teaching*, 57(4), 211-215. <https://doi.org/10.1080/87567550903218687>.

Anexo 1

PASS (PROCRASTINATION ASSESSMENT SCALE-STUDENTS)

ÁREAS DE DEMORA

Para cada una de las siguientes actividades valora hasta qué punto la pospones o retardas su inicio. Para ello, puntúa cada pregunta utilizando una escala del “1” al “5”, según con qué frecuencia esperas hasta el último momento para hacer la actividad. A continuación, indica en qué grado piensas que posponer esa actividad es un problema para ti. Finalmente, utilizando la misma escala, indica cuánto te gustaría reducir tu tendencia a posponer cada tarea. Recuerda que no hay respuestas buenas o malas.

I. Escribir un trabajo de final de curso

1. ¿Hasta qué punto pospones hacer esta tarea?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

2. ¿Hasta qué punto el hecho de posponer dicha tarea supone un problema para ti?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

3. ¿Hasta qué punto te gustaría reducir tu tendencia a posponer dicha tarea?

1	2	3	4	5
No quiero reducirla		Algo	Desde luego me gustaría	reducirla

II. Estudiar para los exámenes

4. ¿Hasta qué punto pospones la citada tarea?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

5. ¿Hasta qué punto el hecho de posponer esta tarea supone un problema para ti?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

6. ¿Hasta qué punto te gustaría reducir tu tendencia a posponer dicha tarea?

1	2	3	4	5
No quiero reducirla		Algo	Desde luego me gustaría	reducirla

III. Mantenerme al día con las lecturas/trabajos/actividades

7. ¿Hasta qué punto pospones esta tarea?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

8. ¿Hasta qué punto el hecho de posponer esta tarea supone un problema para ti?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

9. ¿Hasta qué punto te gustaría reducir tu tendencia a posponer dicha tarea?

1	2	3	4	5
No quiero reducirla		Algo	Desde luego me gustaría	reducirla

IV. Tareas académicas administrativas: matricularse para las clases, sacar el carné, gestionar excusas, etc.

10. ¿Hasta qué punto pospones estas tareas?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

11. ¿Hasta qué punto el hecho de posponer las citadas tareas supone un problema para ti?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

12. ¿Hasta qué punto te gustaría reducir tu tendencia a posponer dichas tareas?

1	2	3	4	5
No quiero reducirla		Algo	Desde luego me gustaría	reducirla

V. Tareas de asistencia: pedir una cita con un profesor, pedir asesorías, etc.

13. ¿Hasta qué punto pospones estas tareas?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

14. ¿Hasta qué punto el hecho de posponer las citadas tareas supone un problema para ti?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

15. ¿Hasta qué punto te gustaría reducir tu tendencia a posponer dichas tareas?

1	2	3	4	5
No quiero reducirla		Algo	Desde luego me gustaría	reducirla

VI. Actividades escolares en general

16. ¿Hasta qué punto pospones tu participación en estas actividades?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

17. ¿Hasta qué punto el hecho de posponer la participación en estas actividades supone un problema para ti?

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

18. ¿Hasta qué punto te gustaría reducir tu tendencia a posponer tu participación en estas actividades?

1	2	3	4	5
No quiero reducirla		Algo	Desde luego me gustaría	reducirla

Recuerda cuando te ocurrió la siguiente situación por última vez: “...***Es casi el final del curso. Ya casi hay que entregar el trabajo final y ni siquiera has empezado a prepararlo***”. Valora cada uno de los siguientes motivos por los cuales has pospuesto realizar dicho trabajo en una escala de cinco puntos en función de cuánto reflejen tus razones para posponer ese momento.

1	2	3	4	5
No refleja mis motivos en absoluto		Los refleja hasta cierto punto		Los refleja perfectamente

19. Estabas preocupado de que al profesor no le gustara tu trabajo	1	2	3	4	5
20. Tenías dificultades en saber qué incluir y qué no incluir en tu trabajo	1	2	3	4	5
21. Esperaste hasta que un compañero hizo el suyo para que te pudiera aconsejar	1	2	3	4	5
22. Tenías muchas otras cosas qué hacer	1	2	3	4	5
23. Necesitabas pedir información al profesor pero no te sentías cómodo acercándote a el/ella.	1	2	3	4	5
24. Estabas preocupado de recibir una mala calificación	1	2	3	4	5
25. No te gustó tener que hacer trabajos “mandados” por otros	1	2	3	4	5
26. Pensabas que no sabías lo suficiente para escribir el trabajo	1	2	3	4	5
27. No te gusta nada escribir trabajos extensos	1	2	3	4	5
28. Te sentías desbordado por la tarea	1	2	3	4	5
29. Tenías problemas en pedir información a otros	1	2	3	4	5
30. Tenías ganas de sentir la emoción de hacer esta tarea en el último momento	1	2	3	4	5
31. No podías elegir entre todos los posibles temas	1	2	3	4	5
32. Estabas preocupado de que si lo hacías bien, tus compañeros te rechazaran	1	2	3	4	5
33. No tenías confianza en ti mismo para hacer un buen trabajo	1	2	3	4	5
34. No tenías bastante energía para empezar la tarea	1	2	3	4	5
35. Pensabas que cuesta demasiado tiempo escribir un trabajo de final de curso	1	2	3	4	5
36. Te gustó el reto de esperar hasta la fecha de entrega	1	2	3	4	5
37. Sabías que tus compañeros tampoco habían empezado el trabajo	1	2	3	4	5
38. No te gustó que te pusieran plazos (fechas límites)	1	2	3	4	5
39. Estabas preocupado de no alcanzar tus propias expectativas	1	2	3	4	5
40. Estabas preocupado de que si recibías una buena nota la gente esperaba mucho de ti en el futuro	1	2	3	4	5
41. Esperaste a ver si el profesor te ofrecía más información sobre el trabajo	1	2	3	4	5
42. Te pusiste metas muy altas y te preocupaba no poder alcanzarlas	1	2	3	4	5
43. Te sentías demasiado perezoso para escribir un trabajo de final de curso	1	2	3	4	5
44. Tus amigos te presionaban para hacer otras cosas	1	2	3	4	5



Capítulo 4

Pertinencia de la
formación para la
supervisión clínica

Capítulo 4

Pertinencia de la formación para la supervisión clínica

{ Mónica Novoa Gómez y Óscar Alejandro Córdoba

Resumen

Diversos autores han definido la supervisión clínica como un momento esencial para el desarrollo de las habilidades necesarias para la psicoterapia, puesto que permite consolidar aprendizajes académicos, actitudes, conocimientos y habilidades necesarias para la profesión (Falender, 2014a; Martino *et al.*, 2016; Novoa-Gómez, Córdoba-Salgado, Peñuela *et al.*, en revisión) para mejorar la calidad de la atención clínica (Reiser y Milne, 2014). Es una modalidad pedagógica en la que el estudiante debe articular la teoría y la intervención para fortalecer sus competencias tanto terapéuticas como de investigación (Ballesteros *et al.*, en revisión), en el que la enseñanza de las habilidades clínicas implica que el supervisor explore y evalúe las observaciones, sentimientos y pensamientos de los supervisados (Ballesteros *et al.*, en revisión; Tomlin, Eeatherston y Pavkov, 2014; Watkins y Scaturro, 2013).

La supervisión clínica ha recibido mayor atención y se ha considerado una especialidad pedagógica y profesional (American Psychological Association -APA- 2015; Borders *et al.*, 2014) con lineamientos, modelos y guías acerca de la mejor manera de desarrollarla, con base en la investigación empírica (*e. g.*, Bernard y Goodyear, 2014; Ellis *et al.*, 2014; Falender y Shafranske, 2014; Goodyear y Rodolfa, 2012; Newman, 2013). Diversos autores han desarrollado diferentes modelos de

supervisión (Boswell, Nelson, Nordberg, Mcleavey y Castonguay, 2010; Holt *et al.*, 2015; Myers y Sweeney, 2008; Plakun, Sudak y Goldberg, 2009), algunos de los que tienen mayor soporte empírico son el modelo basado en la *functional analytic psychotherapy* (FAP) (Callaghan, 2006a, 2006b; Kohlenberg y Tsai, 1991), *competency based clinical supervision* (Falender, 2014b), *cube model for competency development* (Rodolfa *et al.*, 2013) y el *evidence based clinical supervision* (Milne, 2009). Además, se han desarrollado diferentes instrumentos para medir la efectividad de la supervisión como la escala de terapia cognitiva (Newman, 2010), *teacher's pet* (Milne, 2009), el *enhancing assessment of common therapeutic factors* (Kohrt *et al.*, 2015) y *the supervision outcome scale's* (Tsong y Goodyear, 2014).

Los modelos de supervisión establecen una serie de objetivos referentes a la relación entre el supervisor y el supervisado que se basan en la educación y el entrenamiento, la gestión, desarrollo y la evaluación del trabajo del último (Milne, 2009; Rodolfa *et al.*, 2013). De tal forma que el supervisado pueda recibir apoyo en caso de necesitarlo (Callaghan, 2006a; Milne, 2009), recibir entrenamiento y ser evaluado en el desarrollo de unas competencias específicas (APA, 2015; Callahan *et al.*, 2017; Falender, 2014b; Rodolfa *et al.*, 2013, Rosenbluth, Cruzat-Mandich y Ugarte, 2016), a la vez que se busca el bienestar y protección del consultante (APA, 2015; Bastidas-Bilbao y Velásquez, 2016; Bernard y Goodyear, 2014; Callaghan, 2006a; Falender, 2014b; Milne, 2009; Newman, 2010; Reiser y Milne, 2014). Falender *et al.* (2004) plantean las competencias como un uso habitual y juicioso de comunicación, conocimiento, habilidades técnicas, razonamiento clínico, emociones, valores y reflexiones que se utilizan en la práctica y, más adelante, resume como conocimientos, habilidades y actitudes (Falender, 2014b) que requieren de retroalimentación sistemática para su desarrollo (APA, 2015; Carmel, Villatte, Rosenthal, Chalker y Comtois, 2016; Newman, 2010). Rodolfa *et al.* (2005) plantean que existen las competencias fundacionales, relacionadas con el profesionalismo que implica actuar acorde con los estándares éticos, colaboración interdisciplinar, habilidades de relaciones interpersonales y capacidad de autoconocimientos, entre otras. Las competencias funcionales, por su parte, están relacionadas con habilidades específicas y conocimientos, tales como realizar un diagnóstico, estructurar una sesión, conceptualizar el caso, entre otros (Genuchi *et al.*, 2015; Newman, 2010). Por otro lado, se debe tener en cuenta el proceso de la supervisión. Se ha conceptualizado de diversas formas el proceso de la supervisión. Milne (2018) plantea los siguientes elementos como parte de la supervisión: a) evaluación inicial, b) desarrollo de estrategias de evaluación para la adquisición de dichas competencias, c) selección

de contenido, d) selección de estrategias y material para el entrenamiento, e) realizar las actividades de aprendizaje, f) evaluar y g) retroalimentar el contenido.

Un factor relevante para este proceso está relacionado con el apoyo institucional y la forma de impartir la supervisión. Existen diferentes modalidades para impartir la supervisión: directa y sincrónica, como la coterapia que es una forma ideal de supervisión (Falke, Lawson, Pandit y Patrick, 2015). Está la directa y asincrónica cuando se realiza sin que el supervisor esté presente físicamente en la sesión terapéutica del supervisado, pero está disponible (Whalen y Wendel, 2011) y a través de videos o grabaciones de audio. Finalmente, indirecta y asincrónica cuando la supervisión no se da al mismo tiempo que la sesión y se basa en el reporte verbal o escrito de lo ocurrido en sesión o los reportes escritos de lo que se hizo en la sesión (Borders *et al.*, 2014; Callaghan, 2006a, 2006b; Falender, 2014b; Martino *et al.*, 2016; Newman, 2010; Reiser y Milne, 2012).

Dada la necesidad de ofrecer una supervisión que permita el desarrollo de las funciones que se le han atribuido, ha surgido la preocupación de las competencias del supervisor para ejercer esta función. Para ello se han diseñado diversos manuales para la supervisión (Bernard y Goodyear, 2014; Falender y Shafrenske, 2007; Milne, 2018). Sin embargo, dentro de este grupo de manuales resalta un manual de entrenamiento a supervisores, desarrollado por Milne y Reiser (2017), en el cual se profundizará en este capítulo.

Conceptualización de la supervisión

Diversos autores han definido la supervisión clínica como un momento esencial para el desarrollo de las habilidades necesarias para la psicoterapia, puesto que permite consolidar aprendizajes académicos, actitudes, conocimientos y habilidades necesarias para la profesión (Falender, 2014a; Martino *et al.*, 2016; Novoa-Gómez, Córdoba-Salgado, Peñuela *et al.*, en revisión) para mejorar la calidad de la atención clínica (Reiser y Milne, 2014). Es una modalidad pedagógica en la que el estudiante debe articular la teoría y la intervención para fortalecer sus competencias tanto terapéuticas como de investigación, en el que la enseñanza de las habilidades clínicas implica que el supervisor explore y evalúe las observaciones, sentimientos y pensamientos de los supervisados (Tomlin, Weatherston y Pavkov, 2014; Watkins y Scaturro, 2013).

La supervisión clínica ha recibido mayor atención y se ha considerado una especialidad pedagógica y profesional (American Psychological Association -APA-, 2015; Borders *et al.*, 2014) con lineamientos, modelos y guías acerca de la mejor manera de desarrollarla, con base en la investigación empírica (e. g., Bernard y Goodyear, 2014; Ellis *et al.*, 2014; Falender y Shafranske, 2014; Goodyear y Rodolfa 2012; Newman, 2013). Diversos autores han desarrollado diferentes modelos de supervisión (Boswell, Nelson, Nordberg, McAleavey y Castonguay, 2010; Holt *et al.*, 2015; Myers y Sweeney, 2008; Plakun, Sudak y Goldberg, 2009); algunos de los que tienen mayor soporte empírico son el modelo basado en la Functional Analytic Psychotherapy (FAP) (Callaghan, 2006a y 2006b; Kohlenberg y Tsai, 1991), Competency Based Clinical Supervision (Falender, 2014b), Cube Model for Competency Development (Rodolfa *et al.*, 2013) y el Evidence Based Clinical Supervision (Milne, 2009). Además, se han desarrollado diferentes instrumentos para medir la efectividad de la supervisión como la Escala de Terapia Cognitiva (Newman, 2010), Teacher's PET (Milne, 2009a), el Enhancing Assessment of Common Therapeutic Factors (Kohrt *et al.*, 2015) y The Supervision Outcome Scale's (Tsong y Goodyear, 2014).

.....

Las competencias fundacionales, relacionadas con el profesionalismo que implica actuar acorde con los estándares éticos, colaboración interdisciplinar, habilidades de relaciones interpersonales y capacidad de autoconocimientos, entre otras. Las competencias funcionales, por su parte, están relacionadas con habilidades específicas y conocimientos.

Los modelos de supervisión establecen una serie de objetivos referentes a la relación entre el supervisor y el supervisado que se basan en la educación y el entrenamiento, la gestión, desarrollo y la evaluación del trabajo del último (Milne, 2009b; Rodolfa *et al.*, 2013). De tal forma que el supervisado pueda recibir apoyo en caso de necesitarlo (Callaghan, 2006a; Milne, 2009b), recibir entrenamiento y ser evaluado en el desarrollo de unas *competencias específicas* (APA, 2015; Callahan, Neumann, Cox y Ruggero, 2017; Falender, 2014b; Rodolfa *et al.*, 2013, Rosenbluth, Cruzat-Mandich y Ugarte, 2016), a la vez que se busca el bienestar y la protección del consultante (APA, 2015; Bastidas-Bilbao y Velásquez, 2016; Bernard y Goodyear, 2014; Callaghan, 2006a; Falender, 2014b; Milne, 2009b; Newman, 2010; Reiser y Milne, 2014). Falender *et al.* (2004) plantean las competencias como un uso habitual y juicioso de comunicación, conocimiento, habilidades técnicas, razonamiento clínico, emociones, valores y reflexiones que se utilizan en la práctica y, más adelante, resume como conocimientos, habilidades y actitudes (Falender, 2014b) que requieren de

retroalimentación sistemática para su desarrollo (APA, 2015; Carmel, Villatte, Rosenthal, Chalker y Comtois, 2016; Newman, 2010). Rodolfa *et al.* (2005) plantean que existen las *competencias fundacionales*, relacionadas con el profesionalismo que implica actuar acorde con los estándares éticos, colaboración interdisciplinar, habilidades de relaciones interpersonales y capacidad de autoconocimientos, entre otras. Las *competencias funcionales*, por su parte, están relacionadas con habilidades específicas y conocimientos, tales como realizar un diagnóstico, estructurar una sesión, conceptualizar el caso, entre otros (Genuchi, Rings, Germek y Cornish, 2015; Newman, 2010).

Por otro lado, debe tenerse en cuenta el proceso de la supervisión. Se ha conceptualizado de diversas formas el proceso de la supervisión. Milne (2018) plantea los siguientes elementos como parte de la supervisión: a) evaluación inicial, b) desarrollo de estrategias de evaluación para la adquisición de dichas competencias, c) selección de contenido, d) selección de estrategias y material para el entrenamiento, e) realizar las actividades de aprendizaje, f) evaluar y g) retroalimentar el contenido.

Un factor relevante para este proceso está relacionado con el apoyo institucional y la forma de impartir la supervisión. Existen diferentes modalidades para impartir la supervisión: directa y sincrónica, como la coterapia que es una forma ideal de supervisión (Falke, Lawson, Pandit y Patrick, 2015). Está la directa y asincrónica cuando se realiza sin que el supervisor esté presente físicamente en la sesión terapéutica del supervisado, pero está disponible (Whalen y Wendel, 2011) y mediante videos o grabaciones de audio. Finalmente, indirecta y asincrónica cuando la supervisión no se da al mismo tiempo que la sesión y se basa en el reporte verbal o escrito de lo ocurrido en la sesión o en los reportes escritos de lo que se hizo en ella (Borders *et al.*, 2014; Callaghan, 2006a, 2006b; Falender, 2014b; Martino *et al.*, 2016; Newman, 2010; Reiser y Milne, 2012).

Dada la necesidad de ofrecer una supervisión que permita el desarrollo de las funciones que se le han atribuido, ha surgido la preocupación de las competencias del supervisor para ejercer esta función. Para ello se han diseñado diversos manuales para la supervisión (Bernard y Goodyear, 2014; Falender y Shafranske, 2004; Milne 2018). Sin embargo, dentro de este grupo de manuales resalta un manual de entrenamiento a supervisores, desarrollado por Milne y Reiser (2017), en el cual se profundizará más adelante en este capítulo.

Supervisión en Colombia, estado actual

En contraste con el prolífico desarrollo de literatura sobre supervisión en otras partes del mundo, en Latinoamérica, las publicaciones en torno a esta temática son pocas, y son principalmente de tipo teórico o documental (Bastidas-Bilbao y Velásquez, 2016; Bautista, 2014; Hernández, 2008; Loubat, 2005, en Chile; Rodríguez y Niño, 2006, en Colombia; Wielenska y Oshiro, 2012, en Brasil). Este nivel de producción en Latinoamérica puede estar relacionado con un bajo nivel de atención a los aspectos mencionados previamente en torno a la supervisión. Por esto, surge la necesidad de revisar la pertinencia de la formación para la supervisión clínica en Colombia, tomando como referencia las experiencias internacionales descritas.

Además, del poco desarrollo en la literatura, se han encontrado necesidades adicionales en la supervisión que se practica en Colombia. En un estudio realizado por Novoa-Gómez *et al.* (en preparación) se encuestaron a 64 supervisores de práctica clínica en psicología, en 25 programas de pregrado y posgrado, vinculados a universidades de diversas regiones de Colombia. El objetivo de este estudio fue analizar las prácticas en supervisión clínica en algunas categorías: objetivos, metodologías, elementos de la relación entre supervisor y supervisado, competencias del supervisado, evaluación, formación, conocimiento de los supervisados y discutir la pertinencia de la formación para la supervisión clínica de acuerdo con lo descrito por los modelos de entrenamiento basados en la evidencia. Los resultados de esta investigación muestran la necesidad de que los supervisores reciban entrenamiento formal en el desarrollo de competencias para la supervisión clínica. Estos hallazgos corroboran las afirmaciones de Reiser y Milne, “[los supervisores] muestran el desconocimiento de las mejores prácticas en el ejercicio de la supervisión, la escasa formación para ser supervisor y la necesidad de un programa de formación” (Reiser y Milne, 2017, p. 11). La necesidad de una supervisión clínica que garantice la protección de la sociedad y el desarrollo de competencias del terapeuta en formación, es acuciante. En primer lugar, porque, en Colombia, el Ministerio de Salud y Protección Social (2006), de acuerdo con la Ley 1090 de 2006 (Congreso de la República), autoriza a todos los psicólogos con el título de pregrado a ejercer toda actividad de enseñanza, aplicación e indicación del conocimiento psicológico y de sus técnicas específicas. Este hecho disminuye la posibilidad de garantizar las competencias clínicas que requieren los profesionales en este campo. En segundo lugar, ya que la formación de profesionales en áreas clínicas y de salud requieren cumplir de estándares de supervisión.

En cuanto a la función de la supervisión, el estudio encontró que, frente al objetivo, ofrecer retroalimentación al supervisado, fue evaluado como el objetivo menos importante. Falender (2014b) resalta que el ofrecer retroalimentación positiva y negativa para el desarrollo de la supervisión es una de las competencias del supervisor que facilita la formación de las habilidades clínicas. En el estudio también se encontró que el objetivo de preservar el bienestar de los consultantes y el de la sociedad, no se distinguió de la formación de competencias en los supervisados. Mientras que el consenso internacional es que la protección del consultante es el rol primario de la supervisión (e. g., APA, 2015; Falender, 2014b). Estos dos aspectos, sumados a algunos que mencionaremos a continuación, señalan el desconocimiento de los supervisores de las mejores prácticas de supervisión.

En la categoría metodología, según Novoa-Gómez *et al.* (en preparación), frente a la forma de supervisión más usada, aparece la individual y la grupal y como la menos usada la virtual. Con respecto a las herramientas, la más usada es la indirecta y asincrónica (registros escritos de la sesión y reporte oral del supervisado), empleando menos la que se apoya en registros de video, audio, la observación en vivo y la coterapia, que son sugeridas como estrategias de supervisión por Borders *et al.* (2014) y Falender (2014b).

En la categoría formación recibida para la realización de la labor como supervisores clínicos y la percepción de la necesidad de ésta, según Novoa-Gómez *et al.* (en preparación), se constató una incoherencia en el 40% de los supervisores, al respecto. El 90,3% manifiesta desconocer programas de formación o recursos y 50% afirma que cuenta con un tipo de formación para supervisar. Lo que parece poner en evidencia, que los supervisores no tienen presente que se requiere un entrenamiento específico para desarrollar las competencias para impartir la supervisión. Frente a la necesidad de formación, el 87,1% manifiesta la necesidad de formación especializada y 69,4% reconoce necesitar un entrenamiento en un modelo concreto de supervisión.

La ausencia de programas de formación y la necesidad de formación de los supervisores, sin embargo, no es muy diferente de lo que sucede en el resto del mundo. En el ámbito mundial, parece no haber programas que entrenen y evalúen el ejercicio de la supervisión al margen de un largo número de recomendaciones no sistemáticas, incluso cuando existe una investigación prolífera sobre el contenido a nivel metodológico y teórico de la supervisión (Falender y Shafranske, 2017; Milne *et al.*, 2011a). En dicho programa, el conocimiento, las habilidades y las actitudes de

la supervisión deben ser sistemáticamente desarrollados y monitoreados a fin de asegurar el desarrollo de competencias de supervisión en el supervisor, el impacto positivo sobre la relación de supervisión y el mejoramiento en los resultados de la terapia y las competencias de supervisado (Falender y Shafranske, 2017).

La necesidad de programas de formación se hace evidente en diversas fuentes. Por ejemplo, en “EE. UU. se vio la importancia de investigar sobre la definición de las habilidades que debía tener un supervisor, la medición y el entrenamiento de éstas” (Fleming, Oliver y Bolton, 1996, p. 6). En Australia, Spence, Wilson, Cavanagh, Strong y Worrall (2001) hicieron un estudio con cuatro profesionales del área de salud mental, que les hizo ver la escasa información sobre las formas más eficaces para formar a los supervisores. En el seguimiento realizado por Milne y James (2002) a un supervisor experto en terapia cognitivo conductual, se encontraron falencias en su competencia, aunque contaba con acreditación de dos organizaciones profesionales. Falender y Shafranske (2004) afirman como resultado de un resumen de encuestas, que un entrenamiento formal en supervisión, no lo tienen la mayoría de los psicólogos en Estados Unidos. Fleming (citado en Milne, 2009a) anota que, en el Reino Unido, una encuesta arrojó que la mayoría de los supervisores contaba con un tipo de formación y entrenamiento, pero existía variación en el diseño de la formación recibida. En los datos anteriores, arrojados por estudios sobre la realidad de la supervisión en distintos países, se evidencia la necesidad de trabajar en la formación de los supervisores clínicos, expresada por Milne (2009a).

Entrenamiento del modelo de supervisión basado en la evidencia (Milne y Reiser, 2017)

En la educación y formación del psicólogo con un énfasis clínico en pregrado o preparación en el campo clínico en posgrado, es vital la práctica clínica supervisada, en la cual se inicia la atención de pacientes que consultan por diversas dificultades, con el acompañamiento de un profesional con experiencia en supervisión, que “busca que los servicios prestados al consultante sean de calidad y que se desarrollen las competencias adecuadas en el profesional en formación” (Falender y Shafranske, 2004, p. 3). Milne (2009b) enfatiza en que la supervisión clínica tiene un papel crítico en la formación del profesional y es altamente valorada, aunque se requiere mayor investigación y una mejora, ya que como lo señalaban Holloway y Poulin (citados en Milne, 2009b), esta ha sido un área de investigación descuidada, con muy pocos desarrollos y divulgación.

Como se mencionó en la primera sección, uno de los programas de entrenamiento a supervisores que se destaca es el diseñado por Milne y Reiser (2017), que fue desarrollado basándose en estrategias de enseñanza aprendizaje similares a las sugeridas para la supervisión. Provee un modelo de supervisión que puede implementarse sistemáticamente y puede evaluarse de forma específica. A continuación, se describirá de forma muy general este modelo.

En primer lugar, se basa en el Modelo del Tándem, que en este contexto hace referencia a una bicicleta de dos puestos. De acuerdo con Milne y Reiser (2017), el supervisor tiene el puesto delantero, ya que debe ser quien guíe el proceso de aprendizaje. En el puesto trasero, va el supervisado, quien debe participar activamente del aprendizaje dentro de la supervisión. Además, las dos llantas del tándem involucran, respectivamente, los ciclos de la supervisión guiada por el supervisor y de aprendizaje llevado a cabo por el supervisado. La llanta delantera representa el ciclo de guía de la supervisión formativa que incluye los siguientes elementos: evaluación de necesidades, establecimiento de metas, empoderamiento del supervisado, facilitación del aprendizaje y monitoreo/evaluación del proceso. La llanta trasera representa el ciclo de aprendizaje del supervisado, que se basa en la clasificación del aprendizaje experiencial del Kolb (1984, citado en Milne, 2018): conceptualización, planeación, comportarse/experimentar, vivenciar y reflexionar.

En el entrenamiento desarrollado por Reiser y Milne, se emplearon seis principios que lo hacen ideal para su replicación. Estos son: a) Conceptualización cuidadosa: en la que se busca tener un concepto y un modelo claro de la supervisión que permita su diseminación; b) Operacionalización: lo que permite identificar los componentes de la supervisión y su medición; en este contexto, la operacionalización se hizo con la herramienta de medición supervisión: evaluación de la adherencia y la orientación (*Supervision: Adherence and guidance evaluation*, SAGE; Milne, Reiser, Cliffe y Raine, 2011); c) Utilizar la mejor evidencia disponible: se seleccionó información empírica que apunta a las mejores prácticas de formación, y se integraron con teorías apropiadas y el juicio de expertos para su organización; d) Interpretar la información ampliamente: para articular la información encontrada sobre supervisión clínica, se emplearon teorías

..... 

Modelo del Tándem, de acuerdo con Milne y Reiser (2017), el supervisor tiene el puesto delantero, ya que debe ser quien guíe el proceso de aprendizaje. En el puesto trasero, va el supervisado, quien debe participar activamente del aprendizaje dentro de la supervisión.

y conocimiento de áreas diferentes a la psicología con el fin de fortalecer y ampliar su impacto; e) Diseminar la información libremente: se han realizado esfuerzos por permitir el acceso al material de formación y divulgarlo en el campo internacional, y f) Garantizar la fidelidad: se han desarrollado manuales para incrementar la fidelidad del uso del SAGE y del modelo de supervisión basado en la evidencia.

El manual de entrenamiento de Milne y Reiser (2017), plantea seis temas generales que se pueden ofrecer en forma de un taller corto. Estos elementos son: a) establecimiento de una estructura para el entrenamiento, b) la alianza de trabajo en la supervisión, c) el establecimiento de objetivos, d) facilitar el aprendizaje, e) retroalimentación y evaluación y f) soporte y guía para el supervisado. Además, como recursos de apoyo brinda material para distribuir entre los participantes y videos de demostración de las habilidades mencionadas en el entrenamiento. A continuación, se presentará la aplicación de las recomendaciones de este manual en nuestra investigación.

Aplicación de un programa de entrenamiento

Este proyecto se enmarca en la línea de investigación sobre variables implicadas en procesos de formación en psicología, adscrita al grupo de investigación en Ciencias del Comportamiento de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Se deriva de cuatro trabajos previos en los que se ha venido indagando sobre cuáles son las herramientas pedagógicas que contribuyen a la supervisión (competencias que debe tener el supervisor y el supervisado, los modelos de supervisión propuestos y aspectos de la relación supervisor-supervisado), cómo estas herramientas pedagógicas se emplean en la supervisión en Colombia, si se encuentra necesaria la formación para la supervisión clínica, y cómo podría ser esta formación para supervisores clínicos en nuestro contexto. En el primer trabajo, se realizó una revisión exploratoria (*scoping review*) de la literatura en supervisión clínica (Novoa-Gómez, Córdoba-Salgado, Peñuela *et al.*, en preparación). En el segundo trabajo, se indaga sobre las prácticas de supervisores clínicos para la formación de competencias clínicas en programas de licenciatura y posgrado en Colombia (Novoa-Gómez *et al.*, 2019). En el tercer trabajo, se analiza el tipo de competencias que se entrenan durante la supervisión, describiendo las clases de respuestas que ocurren entre el supervisor y el supervisado durante el proceso de supervisión para la formación de competencias del supervisado, basadas en los dominios de competencias propuestos por la APA (2006) (Novoa-Gómez, Córdoba-Salgado, Rojas *et al.*, en revisión). Finalmente, en el cuarto trabajo, se describe la perspectiva de supervisores

clínicos de diversas corrientes teóricas y terapéuticas en psicología, sobre las características de la supervisión, sus objetivos y competencias profesionales, a la luz de las condiciones del contexto actual de formación de psicólogos clínicos en pregrado y posgrado (Novoa-Gómez, Córdoba-Salgado, Robayo *et al.*, en revisión). En el primer trabajo, Novoa-Gómez, Córdoba-Salgado, Peñuela *et al.* (en preparación) identificaron amplios y crecientes desarrollos en esta área de investigación en Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, España y Australia, y desarrollos apenas incipientes en Latinoamérica, con menor desarrollo en Colombia, así como los modelos de supervisión que recogen las buenas prácticas y están basados en evidencia. En el segundo trabajo, Novoa-Gómez *et al.* (2019) manifiestan que los resultados muestran que la formación para la supervisión clínica es pertinente y necesaria en Colombia. El tercer trabajo permitió identificar de manera objetiva, la dedicación de tiempo a la formación de diversos tipos de competencia, requeridos para la práctica de psicología clínica basada en la evidencia, lo cual le permitirá a las instituciones universitarias y a los supervisores realizar acciones correctivas desde sus propios lineamientos (Novoa-Gómez, Córdoba-Salgado, Rojas *et al.*, 2019). El cuarto trabajo permite afirmar que se requiere del acercamiento de los supervisores e instituciones a los programas de formación o actualización en supervisión pertinentes para la práctica en contexto. La importancia de esto radica en que la supervisión es la única experiencia clínica a la cual pueden acceder la mayoría de los terapeutas en formación; por tanto, al convertirlo en un proceso más eficiente, que genere un impacto favorecedor en todos los actores, contribuirá a la función social de la intervención psicológica. Con esta investigación, Quintero & Novoa-Gómez (2018) aportan a la línea de investigación, en la medida que permita conocer en una muestra de supervisores clínicos que trabajan en una perspectiva cognitivo conductual, el efecto del taller desarrollado por Milne y Reiser (2017) en las competencias del supervisor en su labor docente. Los resultados permitirán también establecer si podría considerarse el taller, como un programa de entrenamiento que pueda seguirse replicando, sin la necesidad del componente de la supervisión a los supervisores, elemento propuesto por los autores, pero que sería de un costo económico significativo para el caso de las universidades en Colombia. De esta forma, se espera contribuir a la formación con calidad en las competencias que redunde en el aprendizaje de los profesionales en psicología clínica y en un cuidado del consultante.

Participantes

Participaron en esta investigación quince supervisores clínicos de pregrado que realizaban sus actividades de docencia en el centro de atención en psicología

clínica adscrito a una institución universitaria en la ciudad de Bogotá. Se entiende como supervisor clínico a un profesional en psicología, con estudios de posgrado, que por lo menos ha tenido un año de trabajo o experiencia en el área clínica y está guiando el proceso de adquisición y evaluación de la competencia profesional de estudiantes de psicología clínica.

Los supervisores se asignaron en dos grupos de forma aleatoria, una vez se definieron los participantes que se encontraron disponibles e interesados en la investigación. Al grupo control se asignaron cinco supervisores clínicos universitarios de pregrado y teniendo en cuenta los supuestos de muerte experimental, al grupo experimental se asignaron diez supervisores clínicos universitarios de pregrado. Cada supervisor tuvo tres supervisados, para un total de 45 supervisados. Se excluyeron del estudio los supervisores de otro tipo de prácticas profesionales.

Flujo de los participantes

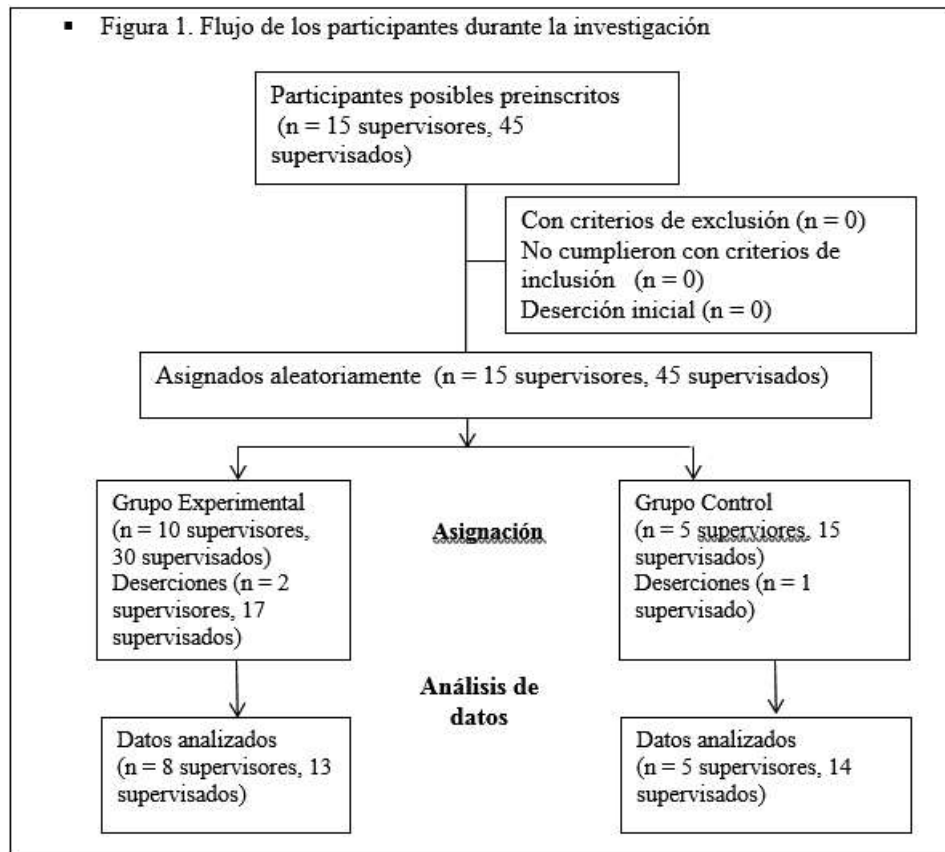


Figura 1. Flujo de los participantes durante la investigación

Una vez realizadas las medidas *pretest*, la aplicación del taller y las medidas *post-test*, como se observa en la Figura 1, quedaron 5 supervisores y 14 supervisados del grupo control (GC), 8 supervisores y 13 supervisados del grupo experimental (GE). Los supervisores descartados del GE fueron aquellos que no concluyeron el taller teórico-práctico en supervisión clínica cognitiva conductual del modelo de supervisión clínica basado en la evidencia (EBCS) (Milne y Reiser, 2017), y los supervisados descartados fueron aquellos que no diligenciaron los instrumentos o no pudieron ser grabados en una de las sesiones de la que se extrajo la medida.

Instrumentos

Supervisión: evaluación de la adherencia y la orientación (SAGE) heteroaplicada. El SAGE, según Milne y Reiser (2011), es un instrumento para medir la competencia en supervisión en relación con la terapia cognitivo-conductual y el enfoque de la supervisión clínica basada en la evidencia, que constó inicialmente de 23 ítems, ya que en las versiones posteriores se eliminó el ítem 9. El instrumento asume tres factores: los ítems 1 - 4 denominados factores comunes, miden la relación de supervisión o alianza; los ítems 5 - 18 denominados ciclo de supervisión, evalúan las competencias de supervisión, y los ítems 19 - 22 denominados ciclo de aprendizaje del supervisor, miden los signos iniciales del aprendizaje experiencial, ítems definidos dentro de un manual de codificación. Se debe calificar la competencia después de observar una sesión de supervisión, por medio de una cinta de audio o video y usando una escala tipo likert de 1 - 7 que va de incompetente a experto. También se pueden añadir notas que podrían explicar puntuaciones altas o bajas o sugerir maneras de mejorar lo observado en supervisión. Según Milne y Reiser (2017), el SAGE tiene una consistencia interna (basada en el alfa de Cronbach) en la escala completa de 0,92 y por subescalas: factores comunes 0,91, ciclo de supervisión 0,91 y ciclo de aprendizaje 0,80.

SAGE autoaplicado. Con el fin de contar con una medida de autoevaluación del supervisor antes y después de la intervención, para esta investigación se toman del SAGE los ítems 1 al 18, que valoran las competencias de los factores comunes que miden la relación de supervisión o alianza y el ciclo de supervisión que evalúan las competencias de supervisión. Cada supervisor autocalifica una a una las competencias, usando una escala tipo likert de 1 - 7 que va de incompetente a experto.

Encuesta de impacto de la supervisión (SOS). La encuesta de impacto de la supervisión SOS, según Falender y Shafranske (2004), evalúa la opinión de los supervisados sobre la supervisión, consta de 20 ítems y usa una escala tipo likert de 1 a 7. Se sugiere, por parte de sus autores, usarla en intervalos durante la supervisión o como una medida permanente. Reese *et al.* (2009) evaluaron la consistencia del SOS con coeficiente alfa en 0,92 y 0,98.

Variables del estudio

Variable independiente

La variable independiente para esta investigación fue la participación en el taller teórico-práctico en supervisión clínica cognitiva conductual del modelo de supervisión clínica basado en la evidencia (EBCS) (Milne y Reiser, 2017). El EBCS cuenta con un manual que concreta cómo los supervisores pueden ser entrenados en el enfoque, por medio de un taller de seis módulos que contienen sus respectivas presentaciones de PowerPoint, material de lectura y grabaciones de video de los aspectos claves de la supervisión.

Variable dependiente

La variable dependiente para este estudio es la percepción del supervisado respecto a la calidad de la supervisión, medida mediante el SOS. Así como las competencias evaluadas por el SAGE en su forma aplicada y heteroaplicada. Las competencias del SAGE se presentan a continuación:

Relación: el supervisor asegura que las “condiciones básicas” (es decir, calidez, autenticidad, empatía y comprensión) estén presentes. Asimismo, asegura que cualquier emoción que surja en la supervisión o en la terapia o trabajo del supervisor sea reconocida y manejada adecuadamente.

Colaboración: el supervisor anima al supervisado a ser un socio activo en la experiencia de la supervisión (es decir, tener tareas y objetivos compartidos). Hay pruebas claras de trabajo en equipo productivo, con el supervisor animando al supervisado a participar plenamente. Esto asegura que el supervisado tome el nivel apropiado de responsabilidad y control, con respecto a su experiencia de aprendizaje.

Gestión: el supervisor se involucra en la actividad de estructuración y estimulación que establece el orden en la sesión de supervisión (por ej., introducción de

un tema o creación de una tarea, actividad estructural o señalando afirmaciones) y establece situaciones de aprendizaje (por ej., creación u organización de materiales didácticos). El supervisor al igual se asegura de que el ritmo de sesión sea apropiado y que las sesiones fluyan de manera adecuada (función “normativa”).

Facilitación: el supervisor fomenta las reacciones y emociones deseables, como la curiosidad o la motivación para aprender, para facilitar el aprendizaje (por ej., a través de la profundización de las reflexiones del supervisor: función “formativa”).

Orden de la agenda: el supervisor establece las metas de aprendizaje explícitas para la sesión de manera colaborativa y administra la agenda de la sesión revisando las necesidades del supervisado (basándose en las sesiones anteriores). El supervisor se asegura de que los temas se acuerden de una manera apropiada, se definan y se aborden adecuadamente.

Demostración: el supervisor desarrolla la competencia demostrando la ejecución correcta de una habilidad (por ej., con material ilustrativo de audio/video o modelando: modo icónico). Estas actividades también pueden ayudar al supervisado a identificar obstáculos potenciales y reflexionar sobre los mecanismos de cambio que sustentan las tareas que él/ella está usando con los pacientes.

Discusión: el supervisor discute los problemas para desestabilizar y transformar de manera hábil y constructiva el conocimiento del supervisado. Típicamente, ocurre como una reacción a la opinión del supervisado, a la práctica clínica o a la comprensión de los hechos. Discutir a menudo implica el uso de cuestionamiento socrático, diseñado para ser abierto y para aumentar la conciencia del supervisado de cuestiones claves o preocupaciones (sin imponer una opinión o ejercer la autoridad).

Evaluación: el supervisor monitorea, comprueba, evalúa explícitamente el trabajo o la competencia del supervisado.

Retroalimentación (dar): el supervisor explica el propósito de la retroalimentación, realiza una corrección precisa, una sugerencia o demostración.

Retroalimentación (recibir): el supervisor le pide al supervisado que resuma sus percepciones de la sesión de supervisión. La forma en que se obtiene esta información debe ser abierta, lo que anima al supervisado a ser honesto y próximo acerca de sus opiniones e impresiones, tanto de la supervisión como del proceso de

aprendizaje en general. El supervisor provoca activamente comentarios no solo sobre aspectos útiles de la sesión de supervisión, sino también sobre cualquier dificultad o conflicto que se haya experimentado.

Formulación: el supervisor trabaja activamente para ayudar al supervisado a desarrollar una formulación de cada caso. Los supervisores pueden ayudar a los supervisados a desarrollar la formulación de casos mediante una serie de enfoques. Como resultado, el supervisado debe ser capaz de definir y explorar los problemas y darles sentido.

Escuchar: el supervisor escucha activamente y presta mucha atención al habla y comportamiento del supervisado. El supervisor escucha de una forma segura y auténtica antes de reaccionar. El supervisor está enfocado y no distraído tratando de ser “multi-tarea”, es decir, realizando otras actividades. La escucha efectiva está indicada por elementos como el resumen, parafraseo y cuestionamiento por parte del supervisor.

Observación: el supervisor observa la actividad del supervisado en sesiones de terapia, ya sea en vivo o por medio de grabaciones de video o audio.

Sugerencias: el supervisor le recuerda o guía al supervisado sobre el material relevante que necesite sugerirle.

Cuestionamiento: el supervisor ayuda al supervisado a desarrollar hipótesis sobre problemas terapéuticos y a generar posibles soluciones. El supervisado es asistido en el desarrollo de un conjunto de perspectivas con respecto al proceso terapéutico y la utilidad de diferentes técnicas terapéuticas. Una mayor conciencia de sí mismo o un mayor compromiso crítico (con los conceptos o métodos que se utilizan) también puede resultar de un cuestionamiento efectivo

Enseñanza: el supervisor proporciona información al supervisado de manera didáctica (“transmisión de información”), que puede ser sobre teorías, hechos, ideas, métodos o artículos de investigación. Incluye el uso de grabaciones de video o audio (por ej., explicando una idea).

Entrenamiento: el supervisor ayuda al supervisado a aprender involucrándolo en una actividad experiencial apropiada. El método debe apropiarse para las necesidades de aprendizaje del supervisado y su etapa de desarrollo, y por tanto debe

basarse en las fortalezas. El supervisor se involucra en los métodos de “acción” pertinentes, incluyendo: simulaciones, ensayos conductuales y juegos de roles educativos.

Vivenciar: el supervisor ayuda al supervisado a comprender sus experiencias en la supervisión y en relación con lo sugerido en la sesión con el paciente.

Diseño y tipo de estudio

El diseño que se utilizó en el presente trabajo de investigación fue experimental de grupo control en lista de espera, con *pretest-posttest*:

GE	O1	X	O2
GC	O3	—	O4

Este diseño tiene dos grupos: el grupo experimental recibe el tratamiento y el grupo control en lista de espera no lo recibe. Cada grupo realizó dos autoevaluaciones, *pretest* y *posttest*, por parte del supervisor con el SAGE autoaplicado; dos evaluaciones, *pretest* y *posttest*, a partir de la observación y calificación de las grabaciones de dos sesiones de supervisión; finalmente, dos evaluaciones, *pretest* y *posttest*, de cada supervisado hacia su supervisor con el instrumento SOS. El efecto de la intervención se refleja en el cambio en las medidas del *pretest* al *posttest* en el grupo control y en el *posttest* entre el grupo control y experimental (Kazdin, 2001). La asignación de los participantes a los grupos del experimento se realizó al azar.

Análisis de resultados

El análisis de datos se hizo por medio del programa estadístico SPSS 23.0. Se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann Whitney para dos muestras independientes y la prueba no paramétrica de Friedman para muestras relacionadas. Las muestras independientes fueron las comparaciones de las medias de los puntajes arrojados por los instrumentos SAGE autoaplicado, SAGE heteroaplicado y SOS, entre los grupos control y experimental, en el *pretest* y *posttest*. Las muestras relacionadas fueron las comparaciones de las medias de los puntajes arrojados por los instrumentos SAGE autoaplicado, SAGE heteroaplicado y SOS, entre el *pretest* y *posttest* del grupo control y del experimental.

Procedimiento

La investigación se desarrolló en tres fases:

Fase 1: se identificó dentro de los lineamientos para las mejores prácticas de supervisión, un modelo de supervisión clínica que tuviera como fin desarrollar las competencias, mejorar el desarrollo de la práctica clínica y que tuviera un programa de entrenamiento a supervisores con una historia de intervención con resultados evidentes. Identificado el modelo de supervisión clínica, con su respectivo programa de entrenamiento, se procedió a realizar las traducciones del material de entrenamiento (por el equipo de investigación perteneciente a la línea de investigación y con la asesoría de los docentes que dirigen la investigación) y de los respectivos instrumentos de medición (para el caso de los instrumentos, primero se hizo el procedimiento de traducción y retrotraducción y luego se entregaron a las personas seleccionadas para su evaluación y concepto, en lo que concierne al proceso de validación de contenido con juicio de expertos). Posteriormente, se prepararon los materiales para la aplicación del taller. Se construyó la base de datos para análisis de resultados, con el fin de ir alimentándola con la aplicación del *pretest*.

Fase 2: tras la convocatoria abierta a los supervisores clínicos universitarios que desarrollaban su labor docente en el centro de psicología clínica de una institución de educación superior en la ciudad de Bogotá, se realizó durante dos horas la introducción al taller de forma presencial (se presentaron los resultados de las investigaciones anteriores que hacían ver la importancia de la formación de los supervisores clínicos, al igual que el sustento teórico del modelo y la dinámica del taller, se asignaron al azar 15 supervisores clínicos a los grupos control lista de espera —5 supervisores— y experimental —10 supervisores—, cada supervisor con 3 supervisados, se realizó el diligenciamiento del consentimiento informado y se tomó una de las medidas del *pretest* con el instrumento SAGE adaptado a la lista de chequeo).

Mediante el correo se recogió la información sobre los horarios de supervisión y los posibles horarios de los que disponían los supervisores para el taller presencial; de igual forma se contacta telefónicamente a los docentes que por medio del correo fue difícil obtener la información. Se asistió a la primera supervisión grupal de introducción, con el fin de explicar a los supervisados de cada supervisor el fin del estudio, el proceso a desarrollar, solucionar dudas presentadas y diligenciar los consentimientos informados como supervisados.

Posteriormente, se asistió a una sesión de supervisión con el fin de grabarla y de aplicar a los supervisados la SOS, como otras medidas de *pretest*. La primera aplicación de la SOS a los supervisados y la grabación de la sesión de supervisión coinciden con las primeras sesiones de supervisión.

Dado que no fue posible establecer un consenso para la aplicación del taller a los supervisores, se adapta el taller para su aplicación de manera virtual. Con el grupo experimental, se pone a disposición los seis módulos a través de un aula virtual, para que cada supervisor los fuera desarrollando de manera gradual durante tres semanas. Los módulos contenían la información sobre las distintas competencias que debe desarrollar un supervisor de acuerdo con el modelo, así como material audiovisual que muestra la ejecución de las competencias y ejercicios que favorecían el desarrollo de las mismas. Los docentes que dirigían la investigación y que tienen experiencia en supervisión y conocen el modelo y los módulos, estaban disponibles a solucionar las dudas e inquietudes que se presentaran. El equipo de investigación revisaba el cumplimiento de las actividades y a través de contacto telefónico o correo se indagaba por los incumplimientos. Se tuvo dificultad con algunos supervisores que por distintos motivos no desarrollaron los módulos del taller dentro de los tiempos establecidos, por lo cual se debió dar dos semanas más, para que los supervisores pudieran completar el taller.

Terminada la aplicación del taller, se tomaron las medidas del *posttest* con el instrumento SAGE autoaplicado para los supervisores, la SOS a los supervisados de cada supervisor y se hizo la grabación en video de una sesión de supervisión. Esta aplicación tuvo lugar durante las dos últimas semanas del semestre académico.

Se evaluaron las grabaciones de supervisión en video, empleando el SAGE heteroaplicado. Para ello, cinco personas, entre los que se contaban los docentes a cargo de la línea de investigación, los auxiliares de investigación y un estudiante de maestría, observaron varios videos y los calificaron independientemente. Luego, se compararon los puntajes en cada uno de los ítems y se discutieron los desacuerdos a la luz de las indicaciones dadas en el manual del SAGE. Una vez se alcanzó un acuerdo entre observadores apropiado, se calificaron los videos en parejas, con el fin de obtener una medida de acuerdo entre observadores en todos los videos.

Fase 3: cuando se obtuvieron los datos recolectados en su totalidad, se procedió primero a descartar del GE los supervisores que no concluyeron el taller teórico-práctico en supervisión clínica cognitiva conductual del modelo de supervisión

clínica basado en la evidencia (EBCS) (Milne y Reiser, 2017) y a descartar los supervisados del GC y GE que no diligenciaron los instrumentos o no pudieron ser grabados en la sesión de supervisión. Como segundo paso se analizaron los resultados.

Resultados

Para contribuir a la evidencia al respecto, esta investigación buscaba establecer el efecto del taller teórico-práctico en supervisión clínica cognitiva conductual del modelo de supervisión clínica basado en la evidencia (EBCS) (Milne y Reiser, 2017), en las competencias desplegadas por el supervisor clínico en la interacción con el supervisado.

Para ello se hizo el análisis con la prueba no paramétrica U de Mann Whitney para dos muestras independientes y la prueba no paramétrica de Friedman para muestras relacionadas. Los resultados muestran que hubo equivalencia entre el grupo experimental y el grupo control en las medidas empleadas. Sin embargo, tampoco se encontraron diferencias significativas al comparar las medidas de los diferentes componentes del SAGE autoaplicado y heteroaplicado y del SOS, tanto entre *pretest* y el *posttest* en el GE y las comparaciones *posttest* entre el grupo control y el grupo experimental (véanse Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Significancia estadística de las comparaciones de las medidas de lápiz y papel

	GC frente a GE				Pretest frente a Posttest			
	Pretest		Posttest		GC		GE	
	U	p	U	p	χ^2	p	χ^2	p
SAGE ES	13,5	0,158	20,0	0,583	1,80	0,18	0,40	0,527
SAGE PS	15,5	0,244	22,5	0,759	1,80	0,18	0,40	0,527
SOS	182,5	0,393	136,5	0,114	0,33	0,564	0,04	0,827

Nota: GE: grupo experimental; GC: grupo control; ES: estructura de la supervisión; PC: proceso de la supervisión.

Tabla 2. Significancia estadística de las comparaciones de la medida de observación SAGE heteroaplicado

	GC frente a GE				Pretest frente a Posttest			
	Pretest		Posttest		GC		GE	
	U	p	U	p	χ^2	p	χ^2	p
SAGE ES	564,5	0,269	405	0,52	0,360	0,549	0,571	0,45
SAGE PS	449	0,607	344	0,123	0,926	0,336	0,034	0,853
SAGE CA	511	0,583	335,5	0,194	0,154	0,695	0,143	0,705

Nota: GE: grupo experimental; GC: grupo control; ES: estructura de la supervisión; PC: proceso de la supervisión; CA: ciclo de aprendizaje.

Conclusiones

La supervisión clínica brindada por un profesional con experiencia “busca que los servicios prestados al consultante sean de calidad y en el futuro profesional o profesional en formación se desarrollen las competencias adecuadas” (Falender y Shafranske, 2004, p. 3); por tanto, es relevante la necesidad de formar a los supervisores y realizar un trabajo formal sobre este tema. Una de las propuestas de formación desarrolladas a escala internacional y que cuenta con todos los elementos necesarios para una formación, es el taller teórico-práctico en supervisión clínica cognitivo conductual basado en la evidencia. Este es útil para promover o potenciar las competencias para el ejercicio de la supervisión y evidenciar el efecto de las competencias trabajadas en la formación del supervisor en la interacción con el supervisado mediante las sesiones de supervisión.

Frente a estudios que den cuenta de la aplicación de la propuesta de formación para supervisores, Milne (2010) comenta de un estudio piloto que realizó aplicando el taller teórico-práctico en supervisión clínica cognitiva conductual del modelo de supervisión clínica basado en la evidencia, con 256 supervisores, abordando los problemas en la formación como supervisores clínicos. Asimismo, menciona que los instructores dieron al manual una calificación de aceptabilidad del 74% y los supervisores dieron al taller una calificación del 77% de satisfacción. Milne (2010) identifica que las reacciones pueden decir poco sobre el aprendizaje de los participantes, sobre la transmisión de lo aprendido a las rutinas de supervisión o como se relaciona con la práctica terapéutica y su eficacia, aunque contribuye a la escasa

literatura sobre capacitación de supervisores, desarrollo y difusión de un manual dentro de un enfoque aceptable para la supervisión y sobre el entrenamiento de supervisores. Por esto, el autor sugiere continuar con estudios que incluyan el impacto del taller sobre el aprendizaje y la transferencia a la práctica de supervisión.

En la presente investigación, sin embargo, los resultados muestran que la aplicación del taller no generó diferencias en las estrategias de los supervisores. Estos resultados pueden estar relacionados con el cambio en la modalidad del taller. Puesto que el uso de la modalidad virtual modificó algunas variables de aplicación que se tenían previstas inicialmente. Por ejemplo, durante la aplicación se observó que algunos supervisores realizaron las diferentes actividades de aprendizaje en el lapso de unos pocos días, lo que pudo dificultar la aprehensión de los conocimientos que se esperaban compartir. Por otro lado, el taller presencial presenta la oportunidad de practicar la habilidad que se ha enseñado, recibir retroalimentación y discutirla con los pares. Esta posibilidad se vio limitada de manera importante por la modalidad. Si bien se habilitaron foros de discusión respecto a las actividades de aprendizaje en el aula virtual, se observó que la interacción entre los participantes en los foros fue escasa.

Por otra parte, la medida *posttest* ocurrió en las dos últimas semanas del semestre, lo cual coincidió con las sesiones de supervisión que están destinadas a aspectos administrativos como revisión de historias clínicas, retroalimentación general del desempeño y entrega de notas. Este aspecto no permitió que los supervisores desplegaran las estrategias y habilidades que pretendieron formar a través del taller.



Las variables relevantes para la supervisión es el apoyo al supervisor por parte de las instituciones, ya que este es un factor mediador del impacto de la supervisión.

Dentro del modelo de supervisión basado en la evidencia (Milne, 2018), se observa que una de las variables relevantes para la supervisión es el apoyo al supervisor por parte de las instituciones, ya que este es un factor mediador del impacto de la supervisión. En este contexto, se observa un proceso paralelo. Si bien, los investigadores contaron con recursos valiosos y fundamentales para la aplicación del taller, tales como tiempo financiado de investigación, los recursos virtuales y auxiliares de investigación, los participantes no contaron con tiempo para participar del taller. Como se mencionó, esto pudo reducir el impacto del taller.

En este sentido, se sugiere continuar con las investigaciones, de forma que se aplique el taller de manera presencial. Milne y Reiser (2017) indican que se deben incluir componentes teóricos y experienciales que promuevan el aprendizaje y se debe tener en cuenta como mínimo cinco puntos: primero, la definición de objetivos y metas claras al inicio de la formación; segundo, instalaciones, materiales de formación y liderazgo efectivo; tercero, utilizar métodos de entrenamiento que facilite el aprendizaje experiencial; cuarto, ofrecer retroalimentación de manera que los participantes al taller puedan comprender las competencias, y quinto, evaluar la eficacia del taller con el fin de valorar el logro de metas e identificar mejoras.

Al igual, se sugiere grabar durante el periodo académico todas las sesiones de supervisión (no solo dos), para ser calificadas con el SAGE, lo que permitiría evidenciar en un continuo de supervisiones las competencias del supervisor desplegadas en la interacción con el supervisado. Esto debido a que es difícil que, en una supervisión, el supervisor exhiba todas las competencias entrenadas en el taller y que se miden con los instrumentos mencionados.

Asimismo, se sugiere un tercer grupo experimental que tenga un acompañamiento al supervisor (supervisión al supervisor) después de la formación por parte de un guía que pueda retroalimentar el resultado de las mediciones, buscando mejorar las competencias en el ejercicio profesional y realizar la comparación no solo con el grupo control en lista de espera, sino también con este tercer grupo. Esto permitirá analizar si con el taller presencial, se pueden obtener resultados semejantes al grupo que contaría con supervisión al supervisor, lo cual podría abrir un camino para ofrecer el taller sin supervisión posterior, que puede hacer el proceso largo y costoso.

Referencias

- American Psychological Association (APA). (2015). Guidelines for clinical supervision in health service psychology. *The American Psychologist*, 70, 33-46. doi: 10.1037/a0038112.
- Ballesteros, B. P., Muñoz-Martínez, A. M., Novoa-Gómez, M. M., Bazzani-Orrego, D., Brandwayn-Briceño, N. E., Lasso-Báez, A., Pachón-Basallo, M., & Restrepo-Vélez, D. (2015). Características de la supervisión en la psicología clínica conductual (artículo inédito). En evaluación revista *Psiké*.

- Bastidas-Bilbao, H., & Velásquez, A. M. (2016). Modelo lógico de la supervisión como actividad educativa para la formación en psicología clínica: conceptions of clinical supervisors. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 34(2), 293-314. <http://dx.doi.org/10.12804/apl34.2.2016.06>.
- Bautista, A. M. (2014). Movilización de los aprendizajes de terapeutas en formación que surgen de las conversaciones reflexivas a partir de la emergencia del observador en el contexto de supervisión. *Quaestiones Disputatae: temas en debate*, 7(14), 67-80.
- Bernard, J. M., & Goodyear, R. J. (2014). *Fundamentals of clinical supervision* (5th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Borders, L. D., Glosoff, H. L., Welfare, L. E., Hays, D. G., DeKruyf, L., Fernando, D. M., & Page, B. (2014). Best practices in clinical supervision: Evolution of a counseling specialty. *The Clinical Supervisor*, 33(1), 26-44. <http://dx.doi.org/10.1080/07325223.2014.905225>.
- Boswell, J. F., Nelson, D. L., Nordberg, S. S., McAleavey, A. A., & Castonguay, L. G. (2010). Competency in integrative psychotherapy: Perspectives on training and supervision. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training*, 47(1), 3. <http://dx.doi.org/10.1037/a0018848>.
- Callaghan, G. M. (2006a). The functional idiographic assessment template (FIAT) system: For use with interpersonally-based interventions including functional analytic psychotherapy (FAP) and FAP-enhanced treatments. *The Behavior Analyst Today*, 7(3), 357. <http://dx.doi.org/10.1037/h0100160>.
- Callaghan, G. (2006b). Functional analytic psychotherapy and supervision. *International Journal of Behavioral and Consultation Therapy*, 3(2), 416-431. <http://dx.doi.org/10.1037/h0100794>.
- Callahan, J. L., Neumann, C. S., Cox, R. J., & Ruggero, C. J. (2017). The supervisor trainee quarterly evaluation (STQE): Psychometric support for use as a measure of competency. *Training and Education in professional Psychology*. <http://dx.doi.org/10.1037/tep0000140>.
- Carmel, A., Villatte, J. L., Rosenthal, M. Z., Chalker, S., & Comtois, K. A. (2016). Applying technological approaches to clinical supervision in dialectical behavior therapy: A randomized feasibility trial of the bug-in-the-eye (BITE) model. *Cognitive and Behavioral Practice*, 23(2), 221-229. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpra.2015.08.001>.

- Colegio Colombiano de Psicólogos, C. C. (2006). Ley 1090 de 2006. Recuperado el 19 de febrero de 2017.
- Ellis, M. V., Berger, L., Hanus, A., Alaya, E. E., Siembor, M. J., & Swords, B. A. (2014). Inadequate and harmful clinical supervision: Revising the framework and assessing occurrence. *The Counseling Psychologist*, 42, 434-472. <http://dx.doi.org/10.1177/0011000013508656>.
- Falender, C. A., Cornish, J. A. E., Goodyear, R., Hatcher, R., Kaslow, N. J., Leventhal, G. Shafranske, E., Sigmon, S., Stoltenberg, C., & Grus, C. (2004). Defining competencies in psychology supervision: A consensus statement. *Journal of Clinical Psychology*, 60(7), 771-785. doi: 10.1002/jclp.20013.
- Falender, C. A. (2014a). Supervision outcomes: Beginning the journey beyond the emperor's new clothes. *Training and Education in Professional Psychology*, 8(3), 143-148. <http://dx.doi.org/10.1037/tep0000066>.
- Falender, C. A. (2014b). Clinical supervision in a competency-based era. *South African Journal of Psychology*, 44(1), 6-17. doi: 10.1177/0081246313516260.
- Falender, C. A., & Shafranske, E. P. (2004). *Clinical supervision a competency – based approach*. Washington, United States of America: American Psychological Association.
- Falender, C. A., & Shafranske, E. P. (2014). Clinical supervision in the era of competence. In W. B. Johnson & N. Kaslow (Eds.), *Oxford Handbook of Education and Training in Professional Psychology*. Oxford. <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199874019.013.022>.
- Falender, C. A., & Shafranske, E. P. (2017). Competency-based clinical supervision: Status, opportunities, tensions, and the future. *Australian Psychologist*, 52(2), 86-93. doi: 10.1111/ap.12265.
- Falke, S. I., Lawson, L., Pandit, M. L., & Patrick, E. A. (2015). Participant supervision: Supervisor and supervisee experiences of cotherapy. *Journal of Marital and Family Therapy*, 41(2), 150-162. doi: 10.1111/jmft.12039.
- Fleming, R. K., Oliver, J. R., & Bolton, D. M. (1996). Training supervisors to train staff: A case study in a human service organization. *Journal of Organizational Behaviour Management*, 16, 3-25.

- Genuchi, M. C., Rings, J. A., Germek, M. D., & Cornish, J. A. E. (2015). Clinical supervisors' perceptions of the clarity and comprehensiveness of the supervision competencies framework. *Training and Education in Professional Psychology*, 9(1), 68-76. <http://dx.doi.org/10.1037/tep0000064>.
- Goodyear, R. K., & Rodolfa, E. (2012). Negotiating the complex ethical terrain of clinical supervision. In S. J. Knapp, M. C. Gottlieb, M. M. Handelsman & L. D. VandeCreek (Eds.), *APA handbooks in psychology. APA handbook of ethics in psychology*, vol. 2. *Practice, teaching, and research* (pp. 261-275). <http://dx.doi.org/10.1037/13272-013>.
- Hernández, P. (2008). The cultural context model in clinical supervision. *Training and Education in Professional Psychology*, 2(1), 10-17. <http://dx.doi.org/10.1037/1931-3918.2.1.10>.
- Holt, H., Beutler, L. E., Kimpura, S., Macías, S., Haug, N. A., Shiloff, N., & Stein, M. (2015). Evidence-based supervision: Tracking outcome and teaching principles of change in clinical supervision to bring science to integrative practice. *Psychotherapy*, 52(2), 185-189. <http://dx.doi.org/10.1037/a0038732>.
- Kohlenberg, R. J., & Tsai, M. (1991). *Functional analytic psychotherapy: A guide for creating intense and curative therapeutic relationships*. New York: Plenum.
- Kohrt, B. A., Jordans, M. J., Rai, S., Shrestha, P., Luitel, N. P., Ramaiya, M. K., ..., & Patel, V. (2015). Therapist competence in global mental health: Development of the enhancing assessment of common therapeutic factors (ENACT) rating scale. *Behaviour Research and Therapy*, 69, 11-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brat.2015.03.009>.
- Loubat, T. (2005). Supervisión en psicoterapia: una posición sustentada en la experiencia clínica. *Terapia Psicológica*, 23(2), 75-84.
- Martino, S., París, M., Áñez, L., Nich, C., Canning-Ball, M., Hunkele, K., & Carroll, K. M. (2016). The effectiveness and cost of clinical supervision for motivational interviewing: A randomized controlled trial. *Journal of Substance Abuse Treatment*, 68, 11-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsat.2016.04.005>.
- Milne, D. L. (2009a). Can we enhance the training of clinical supervisors? A national pilot study of an evidence-based approach. *Clinical Psychology and Psychotherapy*, 17, 321-328. doi: 10.1002/cpp.657.

- Milne, D. L. (2009b). *Evidence - based clinical supervision: Principles and practice*. Malaysia: The British Psychological Society and Blackwell Publishing Ltd.
- Milne, D. L. (2010). Can we enhance the training of clinical supervisors? A national pilot study of an evidence - based approach. *Clinical Psychology and Psychotherapy*, 17, 321-328.
- Milne, D. (2018). *Evidence-based clinical supervision: Principles and practice*. Leicester, England: Malden Blackwell Publishing.
- Milne, D. L., & James, I. A. (2002). The observed impact of training on competence in clinical supervision. *British Journal of Clinical Psychology*, 41, 55-72. <http://dx.doi.org/10.1348/014466502163796>.
- Milne, D. L., & Reiser, R. (2017). *A manual for evidence - based CBT supervision*. United States of America: WILEY - Blackwell.
- Milne, D. L., Reiser, R. P., Cliffe, T., & Raine, R. (2011). SAGE: Preliminary evaluation of an instrument for observing competence in CBT supervision. *The Cognitive Behavior Therapist*, 4, 123-138.
- Milne, D. L., Sheikh, A. I., Pattison, S., & Wilkinson, A. (2011). Evidence-based training for clinical supervisors: A systematic review of 11 controlled studies. *The Clinical Supervisor*, 30(1), 53-71. <http://dx.doi.org/10.1080/07325223.2011.564955>.
- Ministerio de Salud. (2015). *Encuesta Nacional de Salud Mental*. http://www.visiondiweb.com/insight/lecturas/Encuesta_Nacional_de_Salud_Mental_Tomo_I.pdf.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2006). Ley 1090 de 2006. https://www.colpsic.org.co/aym.../LEY_1090_DE_2006_actualizada_junio_2015.pdf.
- Myers, J. E., & Sweeney, T. J. (2008). Wellness counseling: The evidence base for practice. *Journal of Counseling & Development*, 86(4), 482-493. doi: 10.1002/j.1556-6678.2008.tb00536.x.
- Newman, C. F. (2010). Competency in conducting cognitive-behavioral therapy: Foundational, functional, and supervisory aspects. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training*, 47(1), 12. <http://dx.doi.org/10.1037/a0018849>.
- Newman, C. F. (2013). Training cognitive behavioral therapy supervisors: Didactics, simulated practice, and “meta-supervision”. *Journal of Cognitive Psychotherapy*, 27(1), 5-18. <https://doi.org/10.1891/0889-8391.27.1.5>.

- Novoa-Gómez, M., Córdoba-Salgado, O., Rojas, N., Sosa, L., Cifuentes & D. A., Robayo, S. (2019). A descriptive analysis of the interaction in clinical supervision. *Frontiers in Psychology*, 10:669 . <https://doi: 10.3389/fpsyg.2019.00669>
- Novoa-Gómez, M., Córdoba-Salgado, O., Robayo, S. Rojas, N.; Mendoza, C. Supervisión clínica: La perspectiva del supervisor en psicología clínica. (2019) *Suma Psicológica*. (en revisión)
- Novoa-Gómez, M., Córdoba-Salgado, O., Rojas, N., Sosa, L., Cifuentes, D. A., Robayo, S., & Pardo, N. (en preparación). Competencias profesionales en psicología clínica: pertinencia de la formación para la supervisión clínica. Fundación Universitaria Konrad Lorenz. En revisión.
- Novoa-Gómez, M., Córdoba-Salgado, O., Peñuela, C., González, M. E., Rodríguez, J., Rojas, N., Sosa, L., & Cifuentes, D. (en revisión). Revisión sistemática de la producción científica en supervisión clínica (1982-2017).
- Plakun, E. M., Sudak, D. M., & Goldberg, D. (2009). The Y model: An integrated, evidence-based approach to teaching psychotherapy competencies. *Journal of Psychiatric Practice®*, 15(1), 5-11. doi: 10.1097/01.pra.0000344914.54082.eb.
- Quintero, M. & Novoa-Gómez, M (2018). *Efecto de un programa de entrenamiento en supervisión clínica basado en la evidencia (Milne & Reiser, 2017) en las competencias desplegadas por el supervisor clínico en la interacción con el supervinado*. Tesis de Maestría en psicología clínica. Fundación Universitaria Konrad Lorenz.
- Reese, R. J., Usher, E. L., Bowman, D. C., Norsworthy, L. A., Halstead, J. L., Rowlands, S. R., y Chrisholm, R. R. (2009). Using client feedback in psychotherapy training: An analysis of its influence on supervision and counselor self-efficacy. *Training and Education in Professional Psychology*, 3(3), 157-168. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/232474369_Using_Client_Feedback_in_Psychotherapy_Training_An_Analysis_of_its_Influence_on_Supervision_and_Counselor_Self-Efficacy
- Reiser, R. P., & Milne, D. (2012). Supervising cognitive-behavioral psychotherapy: Pressing needs, impressing possibilities. *Journal of Contemporary Psychotherapy*, 42(3), 161-171. doi: 10.1007/s10879-011-9200-6.

- Reiser, R. P., & Milne, D. L. (2014). A systematic review and reformulation of outcome evaluation in clinical supervision: Applying the fidelity framework. *Training and Education in Professional Psychology*, 8(3), 149-157. <http://dx.doi.org/10.1037/tep0000031>.
- Reiser, R., y Milne, D. (2017). A CBT formulation of supervisees' narratives about unethical and harmful supervision. *The Clinical Supervisor*, 36(1), 102-115. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07325223.2017.1295895>.
- Rodolfa, E., Bent, R., Eisman, E., Nelson, P., Rehm, L., & Ritchie, P. (2005). A cube model for competency development: Implications for psychology educators and regulators. *Professional Psychology: Research and Practice*, 36(4), 347-354. <http://dx.doi.org/10.1037/0735-7028.36.4.347>.
- Rodolfa, E., Greenberg, S., Hunsley, J., Smith-Zoeller, M., Cox, D., Sammons, M., Caro, C., & Spivak, H. (2013). A competency model for the practice of psychology. *Training and Education in Professional Psychology*, 7(2), 71-83. <http://dx.doi.org/10.1037/a0032415>.
- Rodríguez, D., & Niño, J. A. (2006). Marco comprensivo para el estudio de los procesos de formación de terapeutas. *Diversitas*, 2(1), 42-54. <http://dx.doi.org/10.15332/s1794-9998.2006.0001.03>.
- Rosenbluth, A., Cruzat-Mandich, C. V., & Ugarte, M. L. (2016). Metodología para validar un instrumento de evaluación por competencias en estudiantes de psicología. *Universitas Psychologica*, 15(1), 303-314.
- Spence, S. H., Wilson, J., Cavanag, D., Strong, J., & Worrall, L. (2001). Clinical supervision in four mental health professions: A review of the evidence. *Behaviour Change*, 18, 135-155.
- Tomlin, A. M., Weatherston, D. J., & Pavkov, T. (2014). Critical components of reflective supervision: Responses from expert supervisors in the field. *Infant Mental Health Journal*, 35, 70-80. doi: 10.1002/imhj.21420.
- Tsong, Y., & Goodyear, R. K. (2014). Assessing supervision's clinical and multicultural impacts: The supervision outcome scale's psychometric properties. *Training and Education in Professional Psychology*, 8, 189-195. doi: 10.1037/tep0000049.

- Whalen, T., & Wendel, G. (2011). New supervision standards: Discussion and justification. In I. Philibert & S. Amis, Jr. (Eds.), *The ACGME 2011 duty hour standards: Enhancing quality of care, supervision, and resident professional development* (pp. 39-45). Chicago, IL: ACGME.
- Watkins, E., & Scaturo, D. (2013). Toward an integrative, learning-based model of psychotherapy supervision: Supervisory alliance, educational interventions, and supervisee learning/relearning. *Journal of Psychotherapy Integration*, 23, 75-95. doi: 10.1037/a0031330.
- Wielenska, R. C., & Oshiro, C. K. B. (2012). FAP group supervision: Reporting educational experiences at the University of São Paulo, Brazil. *International Journal of Behavioral Consultation and Therapy*, 7(2-3), 177-181. <http://dx.doi.org/10.1037/h0100953>.

Anexos

Tabla A1. Significancia estadística de las comparaciones de las medidas de lápiz y papel

Comparación	Comparaciones entre el grupo experimental y el de control		Comparación entre <i>pretest</i> y <i>posttest</i> por cada grupo	
	Pretest	Posttest	Grupo control	Grupo experimental
SAGE Estructura de supervisión	0,174	0,572	0,18	0,527
SAGE Proceso de supervisión	0,267	0,792	0,18	0,527
SOS	0,393	0,114	0,564	0,827

Tabla A2. Significancia estadística de las comparaciones de la medida de observación SAGE heteroaplicado

Comparación	Comparaciones entre el grupo experimental y el de control		Comparación entre <i>pretest</i> y <i>posttest</i> por cada grupo	
	Pretest	Posttest	Grupo control	Grupo experimental
SAGE Estructura de supervisión	0,269	0,52	0,549	0,45
SAGE Proceso de supervisión	0,607	0,123	0,336	0,853
SAGE Ciclo de aprendizaje	0,583	0,194	0,695	0,705

Capítulo 5

Realidad aumentada
como soporte a la
implementación
del diseño universal
para el aprendizaje

Capítulo 5

Realidad aumentada como soporte a la implementación del diseño universal para el aprendizaje

 Jorge Luis Bacca Acosta

Resumen

El diseño universal para el aprendizaje (DUA) es un marco de trabajo validado para orientar la diversidad y variabilidad de los estudiantes para maximizar las oportunidades de aprendizaje. El marco de trabajo del DUA plantea un conjunto de lineamientos que pueden ser apoyados por algunas tecnologías actuales, entre las que se encuentra la tecnología de realidad aumentada. En este capítulo se presentan los resultados de un análisis sobre cómo la realidad aumentada puede apoyar la implementación de algunos de los lineamientos del DUA para favorecer algunos procesos de aprendizaje.

Palabras clave: realidad aumentada, diseño universal para el aprendizaje, diversidad.

Introducción

El diseño universal para el aprendizaje (DUA) [o en inglés: *universal design for learning* (UDL)] es uno de los *frameworks* o marcos de trabajo más importantes para atender la variabilidad o diversidad de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje (Meyer, Rose y Gordon, 2014). La variabilidad o diversidad de los estudiantes en el contexto del DUA se refiere al hecho de que no todos los estudiantes aprenden de la misma manera ni de la misma forma, por lo que los materiales de aprendizaje que utilizan los docentes en el aula de clase generan barreras que impiden el proceso de aprendizaje. El objetivo principal del DUA es que los estudiantes logren ser aprendices expertos. Esto significa que los estudiantes sean capaces de identificar, organizar, usar y relacionar conocimientos previos para la creación de nuevas experiencias e información de forma autónoma (Meyer *et al.*, 2014). El DUA fue definido con base en estudios neurocientíficos, ha sido ampliamente validado y ha ganado bastante interés en el área de la investigación debido a su enfoque de atención a la diversidad (Rao, Ok y Bryant, 2014). Los otros dos enfoques de atención a la diversidad en el ámbito educativo son el “diseño instruccional universal” y el “diseño universal” para la instrucción (Rao *et al.*, 2014).

El DUA define un conjunto de pautas para favorecer la atención de la diversidad

y considera que la tecnología es un componente que favorece la eliminación de las barreras que generan algunos materiales de aprendizaje. En este sentido, las diferentes tecnologías de apoyo a los procesos educativos pueden favorecer la implementación de algunas de las pautas del DUA. En cuanto a las tecnologías de apoyo a los procesos de aprendizaje, la investigación en la tecnología de realidad aumentada aplicada a la educación ha mostrado que esta tecnología beneficia los procesos de aprendizaje y la motivación de los estudiantes en escenarios de aprendizaje (Akçayır y Akçayır, 2017; Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf y Kinshuk, 2014; Gopalan, Zulkifli y Aida, 2016).

El presente capítulo expone los resultados de un análisis sobre cómo la tecnología de realidad aumentada puede favorecer la implementación de algunas de las pautas del DUA. Por otro lado, como resultado del

El objetivo principal del DUA es que los estudiantes logren ser aprendices expertos. Esto significa que los estudiantes sean capaces de identificar, organizar, usar y relacionar conocimientos previos para la creación de nuevas experiencias e información de forma autónoma (Meyer et al., 2014).

análisis se identifican y reportan algunas brechas de investigación que pueden ser cubiertas por estudios futuros en este tema.

Este capítulo se encuentra organizado de la siguiente forma: la sección 1 presenta los dos principales referentes teóricos que permiten comprender los resultados del análisis: por un lado, el concepto y principales características del diseño universal para el aprendizaje y, por otro, los fundamentos teóricos sobre la tecnología de realidad aumentada. La sección 2 describe los fundamentos que dieron origen al análisis presentado en este capítulo a partir de algunos hallazgos en la literatura. La sección 3 expone la metodología utilizada para llevar a cabo el análisis. La sección 4 presenta los resultados generales del análisis junto con un extracto de la tabla utilizada para el análisis a manera de ejemplo. La sección 5 registra la discusión de los resultados y principales hallazgos a partir del análisis realizado. La sección 6 presenta un resumen de las principales conclusiones y recomendaciones para la investigación futura que resultaron del análisis. La sección 7 describe las limitaciones del análisis que se presenta en este capítulo y de las conclusiones obtenidas.

1. Referentes teóricos

1.1 Diseño universal para el aprendizaje (DUA)

El DUA tiene su origen en un movimiento que nace en el campo de la arquitectura y que se denominó el “diseño universal” (DU) (Follette, Mueller y Mace, 1998). Este movimiento surge en Estados Unidos en los años ochenta y es impulsado por el arquitecto Ronal Mace (1941-1998). El principal objetivo del movimiento era la creación de productos y ambientes arquitectónicos que fueran, en la mayor medida posible, usables por todo el mundo sin importar su edad, habilidades o condiciones. Uno de los ejemplos más claros de este movimiento lo constituyen los diseños arquitectónicos que comenzaron a considerar la construcción de rampas para facilitar no solo la movilidad de las personas con discapacidad, sino también la posibilidad de que, por ejemplo, una madre de familia pudiera desplazarse con un coche para bebé para el ingreso a algún establecimiento. El diseño universal consideraba que desde el proceso de diseño arquitectónico se debían definir los mecanismos para permitir que el espacio arquitectónico pudiera utilizarse por todas las personas sin importar su condición o discapacidad.

Varios años más tarde, los principios del diseño universal son tomados por investigadores en el campo educativo y entonces surge lo que se conoce como el “diseño

universal para el aprendizaje”. El DUA surge como una respuesta conocida como el *one size fits all*, que representa la educación tradicional en la cual se proporcionan los mismos contenidos y se utilizan los mismos materiales de aprendizaje para todos los estudiantes sin importar sus preferencias, intereses, fortalezas, debilidades o motivaciones. Por otro lado, el DUA también toma elementos conocidos como “adaptaciones curriculares” que corresponde al hecho de adaptar los materiales de aprendizaje dependiendo de las necesidades de los estudiantes. A partir de estos aspectos, el DUA plantea que se deben proporcionar experiencias de aprendizaje flexibles que consideren la diversidad o variabilidad de todos los estudiantes. Es decir, que las experiencias de aprendizaje deben diseñarse para impactar de forma positiva en todos los estudiantes considerando sus preferencias, intereses, motivaciones, fortalezas y debilidades.

En este sentido, el DUA surge como un apoyo a los profesores en la difícil tarea de atender a la diversidad o variabilidad de sus estudiantes durante los procesos de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles educativos. El DUA está fundamentado en investigaciones en el campo de la neurociencia para explicar la forma en la que ocurren los procesos de aprendizaje y así considera la existencia de tres redes neuronales en el cerebro humano (Meyer *et al.*, 2014):

- Las redes afectivas: están relacionadas con el “por qué” del aprendizaje y tienen que ver con los aspectos motivacionales del proceso de aprendizaje.
- Las redes de reconocimiento: están relacionadas con el “qué” del aprendizaje y tienen que ver con la percepción de la información por parte del estudiante.
- Las redes estratégicas: están relacionadas con el “cómo” del aprendizaje y tienen que ver con las estrategias que utiliza el estudiante para dar a conocer lo que ha aprendido.

Cada una de estas redes está relacionada con lo que el DUA define como lineamientos. En este sentido, existen tres grandes lineamientos relacionados respectivamente con las redes neuronales (Meyer *et al.*, 2014):

1. Proporcionar múltiples medios de compromiso y motivación (relacionados con las redes afectivas).
2. Proporcionar múltiples medios de representación (relacionados con las redes de reconocimiento).
3. Proporcionar múltiples medios de acción y expresión (relacionados con las redes estratégicas).

Cada uno de estos principios del DUA se divide, a su vez, en un conjunto de lineamientos generales y cada uno de esos lineamientos generales se divide, a su vez, en un conjunto de puntos de verificación (o *checkpoints*) que son pautas concretas para implementar el DUA y que, por su parte, se dividen en recomendaciones específicas. En total, el DUA cuenta con 112 recomendaciones específicas. La Figura 1 muestra una representación gráfica de cómo está estructurado el DUA.

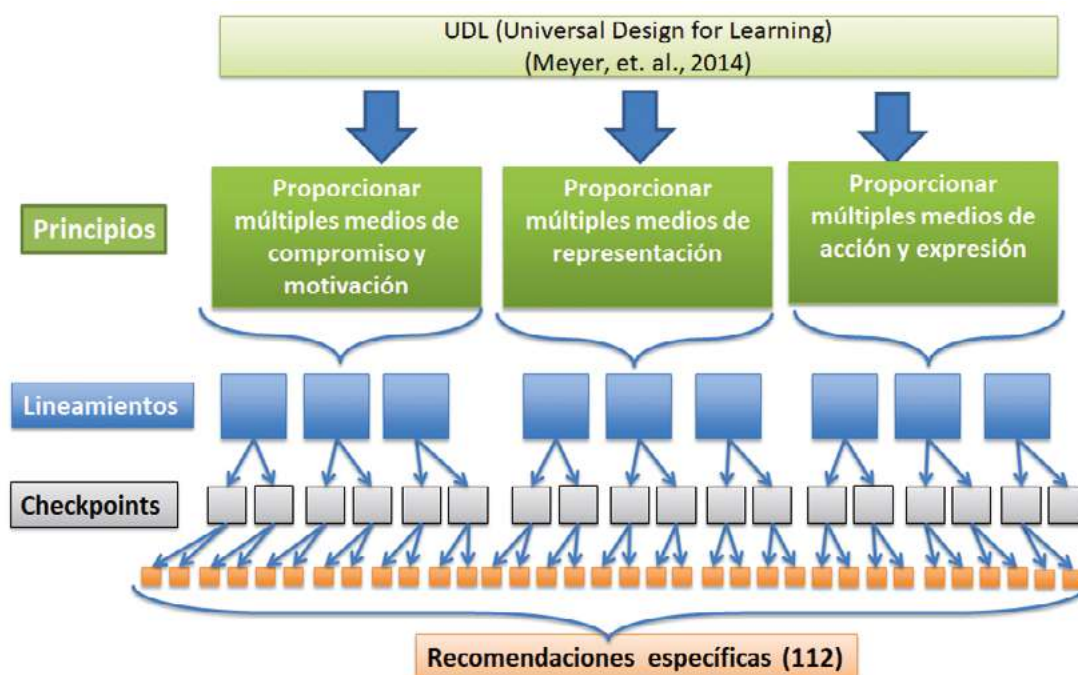


Figura 1. Estructuración del diseño universal para el aprendizaje (DUA)

El DUA plantea que un currículo basado en el DUA considera cuatro componentes fundamentales:

1. **Objetivos:** el DUA considera la definición de objetivos de aprendizaje que sean claros y que reflejen de forma precisa el propósito educativo, que estén alineados con los contenidos y que proporcionen la posibilidad de ser alcanzados por medio de diferentes rutas. Es decir, que los objetivos no tengan una única ruta para ser alcanzados que dependa de determinados procesos, materiales o prácticas, porque si no se pueden crear barreras que algunos estudiantes no podrán superar debido a que el objetivo de aprendizaje considera una única ruta para alcanzarlo. La flexibilidad en los

objetivos es uno de los aspectos que facilita la atención a la diversidad y variabilidad de los estudiantes en un escenario educativo.

2. **Métodos:** son los procedimientos que se siguen para que los estudiantes puedan alcanzar los objetivos de aprendizaje. Los métodos también pueden generar barreras para el aprendizaje y evitar que los estudiantes alcancen los objetivos de aprendizaje. Por esta razón, el DUA recomienda separar los objetivos de aprendizaje de los métodos utilizados para alcanzarlos. En este sentido, el DUA orienta sus recomendaciones hacia la modificación de los métodos para reducir las barreras y favorecer el aprendizaje de todos los estudiantes sin importar sus preferencias, necesidades, motivaciones, etc.
3. **Materiales:** los materiales generan distintas barreras para diferentes estudiantes. Por esta razón, el DUA indica que es necesario identificar las barreras de los materiales de aprendizaje antes de utilizarlos en clase, para proporcionarle materiales alternativos a los estudiantes que pueden encontrar barreras en el uso de estos. Por ejemplo, para algunos estudiantes una lectura podría resultar provechosa para la comprensión de un tema, mientras que para otros, la lectura puede que no sea el mejor material para la comprensión del tema. Otros estudiantes pueden preferir un mapa conceptual, un esquema o un video de explicación del tema en cambio de la lectura. De esta forma, los diferentes materiales favorecen el proceso de aprendizaje de cada uno de los estudiantes y, finalmente, se puede cumplir el mismo objetivo de aprendizaje pero utilizando diversos materiales.
4. **Evaluación:** es uno de los aspectos fundamentales del proceso de aprendizaje y es utilizada como retroalimentación, para que los estudiantes puedan saber el progreso que llevan en su proceso de aprendizaje con respecto a los objetivos. En este sentido, la evaluación debe estar alineada con los objetivos de aprendizaje, con los métodos y materiales de tal forma que haya una articulación clara de estos elementos. Asimismo, no sería tan conveniente ofrecer una misma evaluación a todos los estudiantes, porque esto también genera barreras en el proceso. El DUA plantea la necesidad de pensar muy bien la evaluación con respecto a las diferencias individuales de los estudiantes y en cuanto a los objetivos de aprendizaje, métodos y materiales.

Además, el DUA proporciona un conjunto de plantillas a manera de formatos que ayudan a los profesores a evaluar las fortalezas y debilidades de los estudiantes, y los materiales de aprendizaje, en cuanto a las barreras que puedan presentarse, de

tal forma que sea más fácil para los profesores el diseño de actividades de aprendizaje con los materiales apropiados para el tipo de estudiantes que tienen.

A partir de este contexto sobre el DUA, el análisis planteado en este capítulo de investigación busca identificar de qué forma la tecnología de realidad aumentada (que se describe en el siguiente apartado) puede favorecer la implementación de los principios del DUA.

1.2. Realidad aumentada

La realidad aumentada (RA) es una tecnología que existe desde hace más de 20 años y su origen se sitúa cuando Thomas Caudell y David Mizell, de la compañía de producción de aviones Boeing, diseñaron un prototipo de gafas para ayudarle a los técnicos de reparación a identificar las líneas de cableado en el fuselaje del avión (Caudell y Mizell, 1992). Sin embargo, recientemente con los avances de la tecnología, la realidad aumentada ha podido estar al alcance de casi cualquier persona gracias a los celulares que ahora tienen la capacidad de ejecutar aplicaciones de realidad aumentada de muy buena calidad. Además, los avances en los algoritmos de visión artificial han permitido que las aplicaciones consuman menos recursos y sean mucho más rápidas.

La realidad aumentada es una tecnología que complementa la información del mundo real con datos y contenidos digitales, de tal forma que pareciera que la información coexiste en el mundo real (Azuma *et al.*, 2001).

Un ejemplo para entender cómo funciona la realidad aumentada podría ser el siguiente: una persona utiliza su dispositivo móvil (*tablet* o *smartphone*) para apuntar con la cámara a una pintura en un museo. En la pantalla del celular aparece la pintura, pero sobre la pintura aparece información adicional como, por ejemplo, el nombre del pintor, el año y lugar en el que fue pintada y una explicación sobre la idea que transmite la pintura. Además, el visitante del museo podría ver un video directamente en su dispositivo móvil con una explicación avanzada sobre los detalles de la pintura. Esta información adicional, incluyendo el video, pareciera que está superpuesta sobre

..... 
La realidad aumentada es una tecnología que complementa la información del mundo real con datos y contenidos digitales, de tal forma que pareciera que la información coexiste en el mundo real (Azuma et al., 2001).

la pintura. Este tipo de realidad aumentada se conoce como realidad aumentada basada en marcadores, porque la pintura es el elemento que la cámara del dispositivo móvil reconoce para poder superponer la información. En este caso, la pintura viene a ser el marcador.

Otro ejemplo de realidad aumentada, es la realidad aumentada basada en localización. Este tipo de realidad aumentada podría permitirle a una persona apuntar con la cámara de su dispositivo móvil hacia una calle cualquiera y poder ver en su pantalla información acerca de la dirección en la cual podría encontrar lugares de interés turístico o información sobre la dirección y distancia a la cual se encuentran restaurantes, hoteles, teatros, supermercados, entre otros.

La investigación en realidad aumentada se ha enfocado en diferentes ámbitos como el militar, médico, educativo, *marketing*, entre otros. En general, se han desarrollado muchas aplicaciones con realidad aumentada para una gran variedad de dominios en las áreas mencionadas anteriormente. El área educativa no es la excepción y es una de las áreas donde ha habido más desarrollos de *software*. La investigación sobre la aplicación de la realidad aumentada ha demostrado que la realidad aumentada tiene un impacto positivo sobre el desempeño académico de los estudiantes (Akçayır y Akçayır, 2017; Bacca *et al.*, 2014) y sobre la motivación (Bacca, Baldiris, Fabregat y Kinshuk, 2018; Chiang, Yang y Hwang, 2014; Chin, Lee y Chen, 2015; Wei, Weng, Liu y Wang, 2015).

2. Fundamentos del análisis

Una primera aproximación sobre cómo la tecnología de realidad aumentada puede favorecer la implementación del DUA en escenarios de aprendizaje, surge de la literatura actual sobre las ventajas de la realidad aumentada. Con respecto al primer lineamiento del DUA que plantea la necesidad de proporcionar múltiples medios de compromiso y motivación, la evidencia que han dejado muchos estudios sobre el impacto de la realidad aumentada sobre la motivación de los estudiantes muestra que, en general, la realidad aumentada tiene un impacto positivo y muy fuerte sobre la motivación (Bacca *et al.*, 2018; Chiang *et al.*, 2014). En este sentido, de manera general, las experiencias de aprendizaje potenciadas por la realidad aumentada podrían ser artefactos educativos que favorecen la motivación del estudiante y contribuyen generalmente a la implementación del primer lineamiento del UDL.

El segundo lineamiento del DUA plantea la necesidad de proporcionar múltiples medios de representación de la información. En cuanto a este principio, la realidad aumentada ha demostrado que no solo es efectiva para la creación de experiencias visuales, sino que también es posible crear experiencias de otro tipo. De acuerdo con Azuma *et al.* (2001), la realidad aumentada no solo está restringida al sentido de la vista, sino que además se pueden crear experiencias de realidad aumentada para otros sentidos como el tacto y el olfato. Esto demuestra que la realidad aumentada puede favorecer la implementación del tercer principio.

Con respecto al tercer lineamiento que tiene que ver con la necesidad de proporcionar múltiples medios de acción y expresión, la realidad aumentada ha demostrado ser una tecnología que brinda la posibilidad de proporcionar diferentes mecanismos de interacción. Por ejemplo, la realidad aumentada basada en marcadores permite manipular un marcador para visualizar diferentes perspectivas de un objeto en 3D aumentado en una escena de realidad aumentada. Por otro lado, la realidad aumentada basada en localización permite que el estudiante se pueda desplazar hasta un lugar geográfico particular para visualizar la información aumentada. En este sentido, las aplicaciones para conocer sobre el patrimonio de ciertos lugares y aplicaciones desarrolladas para el sector turístico proporcionan diferentes medios de interacción con la información aumentada. También se han explorado las interfaces tangibles mediante experiencias con realidad aumentada que permiten manipular objetos tangibles y, al mismo tiempo, visualizar la información aumentada. A partir de estas experiencias, se puede observar una posibilidad interesante de uso de la realidad aumentada para contribuir a la implementación de este lineamiento del DUA.

Estos hallazgos en la literatura permitieron identificar potencialidades de la tecnología de realidad aumentada para apoyar la implementación del DUA en escenarios de aprendizaje.

3. Metodología

Para realizar el análisis de cómo la tecnología de realidad aumentada puede favorecer la implementación de las pautas del diseño universal para el aprendizaje, se definió un conjunto de categorías de análisis. Estas categorías se colocaron en una tabla para poder llevar a cabo el análisis. A continuación se describen estas categorías de análisis:

1. **Principios del DUA:** esta categoría reúne los tres principios del DUA para poder organizar sus respectivos lineamientos y puntos de verificación, como lo describen las categorías de análisis subsiguientes.

2. **Lineamientos del DUA:** debido a que cada principio del DUA se divide en un conjunto de lineamientos, esta categoría de análisis representa cada uno de los lineamientos en los cuales se puede dividir cada principio.
3. **Puntos de verificación:** cada lineamiento del DUA se divide, a su vez, en un conjunto de puntos de verificación para guiar a los profesores en la implementación de cada lineamiento y para contribuir al cumplimiento de cada principio. En este sentido, esta categoría de análisis favorece la organización de los puntos de verificación por cada principio del DUA.
4. **Recomendaciones específicas:** esta categoría de análisis recopila las recomendaciones específicas que proporciona el DUA. Esta categoría permite básicamente organizar las recomendaciones específicas para tener referencia del punto de verificación al cual pertenecen, así como el lineamiento y principio con el cual están relacionadas. En total, el DUA tiene 112 recomendaciones específicas que fueron analizadas en este estudio.
5. **¿Cómo la realidad aumentada puede favorecer la implementación de cada recomendación?:** esta categoría de análisis recopila información y evidencias de la literatura sobre cómo la realidad aumentada favorece la implementación de cada una de las 112 recomendaciones específicas del DUA. La información contenida en esta categoría proviene de evidencias en la literatura, resultados y estudios tanto empíricos como teóricos que proporcionan indicios sobre cómo la realidad aumentada puede favorecer la implementación de cada recomendación específica.
6. **Limitaciones de la realidad aumentada con respecto a la recomendación:** en esta categoría de análisis se recopilan evidencias sobre algunas limitaciones actuales de la tecnología de realidad aumentada con respecto a su aporte a la implementación de las recomendaciones del DUA. Estas limitaciones surgen del análisis de la literatura y representan oportunidades de mejora para trabajos futuros en el campo de la realidad aumentada para favorecer la implementación de las recomendaciones del DUA.
7. **Nivel de soporte actual de la realidad aumentada:** esta categoría de análisis reporta un indicador del nivel actual de soporte de la tecnología de realidad aumentada con respecto a cada una de las recomendaciones específicas. Este nivel de soporte se determinó a partir del análisis de las categorías de análisis 5 y 6 (¿cómo la realidad aumentada puede favorecer la implementación de cada recomendación? y la categoría de limitaciones de la realidad aumentada con respecto a la recomendación).

- 8. Otras tecnologías de soporte:** en esta categoría de análisis se identificaron otras tecnologías que podrían proporcionar soporte a la implementación de las recomendaciones específicas del DUA, de tal forma que se pueda pensar en investigaciones futuras sobre el efecto de otras tecnologías sobre la implementación de las recomendaciones del DUA.

A partir de estas categorías de análisis, se realizó el análisis de cada una de las 112 recomendaciones específicas del DUA, para determinar el estado actual de soporte que podría proporcionar la tecnología de realidad aumentada con respecto a la implementación de las recomendaciones del DUA.

4. Resultados

La tabla de análisis resultante de este proceso no se incluye en este capítulo por ser demasiado grande, por lo que se decidió compartirla por medio del siguiente enlace: <https://goo.gl/4KkHAE>.

De manera ilustrativa, la Tabla 1 muestra una parte de la tabla de análisis —que se puede consultar en el enlace anterior— de algunas recomendaciones específicas y algunas categorías de análisis. Se recomienda consultar la tabla completa por medio del enlace para tener una amplia idea del análisis realizado.

4. Discusión

En general, a partir del análisis se encontró que la tecnología de realidad aumentada actualmente proporciona un nivel de soporte alto para cerca del 8% de las 112 recomendaciones específicas, un nivel de soporte medio para el 26% de las recomendaciones y un nivel de soporte bajo para el 75% de las recomendaciones. Como resultado, hoy la tecnología proporciona un nivel de soporte medio y bajo para la implementación de las recomendaciones del DUA. Esto demuestra que aún es necesario realizar más investigaciones que indaguen sobre cómo la realidad aumentada puede apoyar algunas de las recomendaciones del DUA. En este sentido, el análisis que se llevó a cabo como parte de este estudio pudo identificar algunas brechas abiertas respecto a la investigación en esta área y que se detallan en esta sección.

Por un lado, se podrían llevar a cabo más proyectos de investigación en cuanto a la usabilidad de las aplicaciones de realidad aumentada y, en particular, con respecto a las posibilidades de adaptación de información de acuerdo con la interfaz del

Tabla 1. Extracto de la tabla de análisis a manera de ejemplo (el resto de la tabla se puede consultar en <https://goo.gl/4KkHAE>)

Punto de verificación	Recomendación específica	¿Cómo la realidad aumentada puede apoyar la implementación de la recomendación?	Limitaciones de la realidad aumentada	Nivel de soporte actual	Otras tecnologías de soporte
1.1. Offer ways of customizing the display of information	Display information in a flexible format so that the following perceptual features can be varied: • The size of text, images, graphs, tables, or other visual content • The contrast between background and text or image • The color used for information or emphasis • The volume or rate of speech or sound • The speed or timing of video, animation, sound, simulations, etc. • The layout of visual or other elements- The font used for print materials	AR can provide a different way for displaying information in educational settings. AR can provide additional superimposed information (such as background information) so that the student can have additional information about a topic.	So far, however, (according to the literature review) AR technologies do not provide a way for customizing the size, contrast, font, speed, color, volume or layout of augmented information.	Low	This can be achieved by using the User Interface Options (UIO) for information displayed in a web page because this options allow the user to modify the formatting of the text (font size, font style, contrast, line spacing, etc). So far, these options are not available yet in AR apps. For more information about the UIO visit: http://wiki.fluidproject.org/display/docs/Tutorial+-+User+Interface+Options
1.2. Offer alternatives for auditory information	Use text equivalents in the form of captions or automated speech-to-text (voice recognition) for spoken language.	There is software available for providing speech-to-text that could be more efficient than AR.		Low	This can be achieved with voice recognition software such as Dragon Naturally Speaking or some functions in the operative system that you are using (For example using the option Voice Recognition from the Accessibility options in windows).

(Continúa)

Tabla 1. Extracto de la tabla de análisis a manera de ejemplo (el resto de la tabla se puede consultar en <https://goo.gl/4KkHAE>) (continuación)

Punto de verificación	Recomendación específica	¿Cómo la realidad aumentada puede apoyar la implementación de la recomendación?	Limitaciones de la realidad aumentada	Nivel de soporte actual	Otras tecnologías de soporte
1.2. Offer alternatives for auditory information	Provide visual diagrams, charts, notations of music or sound.	AR can provide visual information when a sound is present in order to convey the same information provided by sounds. The possibilities offered by AR depend on the application and its contents.		Low	
	Provide written transcripts for videos or auditory clips.	There is other software available that can support this checkpoint. AR may not be suitable for this purpose.		Low	This can be achieved with video players like theHTML5 video player of the Fluid Project. For more information about this component visit: https://github.com/fluid-project/videoPlayer Another option is to use the JW-Player: http://www.jwplayer.com/ These players integrate accessibility characteristics such as transcripts, subtitles, audio-descriptions, etc.
	Provide American Sign Language (ASL) for spoken English.	There is other software available that can support this checkpoint. AR may not be suitable for this purpose.		Low	This can be achieved with other software that translate voice to Sign language. There are some projects working in that currently such as: Mimix: https://play.google.com/store/apps/details?id=me.mimix.roid Or the iCommunicator: http://www.icommunicator.com/

(Continúa)

Tabla 1. Extracto de la tabla de análisis a manera de ejemplo (el resto de la tabla se puede consultar en <https://goo.gl/4KkHAE>) (*continuación*)

Punto de verificación	Recomendación específica	¿Cómo la realidad aumentada puede apoyar la implementación de la recomendación?	Limitaciones de la realidad aumentada	Nivel de soporte actual	Otras tecnologías de soporte
1.2. Offer alternatives for auditory information	Use visual analogues to represent emphasis and prosody (e.g., emoticons, symbols, or images).			High	
	Provide visual or tactile (e.g., vibrations) equivalents for sound effects or alerts.	AR can be a good alternative for auditory information.			
	Provide visual and/or emotional description for musical interpretation.				
1.3. Offer alternatives to visual information	Provide descriptions (text or spoken) for all images, graphics, video, or animations.	AR can be an alternative for written text (Show images or 3D models instead of showing text).		Low	
	Use touch equivalents (tactile graphics or objects of reference) for key visuals that represent concepts.	AR can provide some kind of tactile interaction by means of the Tangible User Interfaces (TUI). For example in the paper of (Cuendet, Bonnard, Do-Lenh, & Dillenbourg, 2013) tangible user interfaces are explored in the context of augmented reality. Some applications with specific devices are described.	A limitation could be paying too much attention to virtual information.		

(Continúa)

Tabla 1. Extracto de la tabla de análisis a manera de ejemplo (el resto de la tabla se puede consultar en <https://goo.gl/4KkHAE>) (continuación)

Punto de verificación	Recomendación específica	¿Cómo la realidad aumentada puede apoyar la implementación de la recomendación?	Limitaciones de la realidad aumentada	Nivel de soporte actual	Otras tecnologías de soporte
1.3. Offer alternatives to visual information	Provide physical objects and spatial models to convey perspective or interaction.	AR allow to stablish a relation/connection between the real objects and the virtual information superimposed in those objects. "AR allows for the coexistence of spatial and temporal virtual and real objects" (Chen & Tsai, 2012). "In AR, digital objects are embedded into the real environment, which provides the realization of the probability of immersive learning." (Liu & Chu, 2010). "At the most basic level AR allows a user to view virtual and physical objects simultaneously, creating a hybrid space. The juxtaposition of virtual and physical objects suggests a connection between the two." (Liu & Chu, 2010).	Bujak <i>et al.</i> (2013) states that "It is worth noticing that although such physical reifications have potential learning benefits, they might confuse the learner due to their concrete appearance as objects in the real world". Students might pay too much attention to virtual information. (Limitation found in the literature review).	High	In this case it is important to analyse if AR is the best tool to provide an experience for manipulating physical objects or if it is enough to provide just a physical object for a concrete experience.

(Continúa)

Tabla 1. Extracto de la tabla de análisis a manera de ejemplo (el resto de la tabla se puede consultar en <https://goo.gl/4KkHAE>) (continuación)

Punto de verificación	Recomendación específica	¿Cómo la realidad aumentada puede apoyar la implementación de la recomendación?	Limitaciones de la realidad aumentada	Nivel de soporte actual	Otras tecnologías de soporte
1.3. Offer alternatives to visual information	Provide auditory cues for key concepts and transitions in visual information.	AR is not restricted only to the sense of sight; it can be applied to all senses such as hearing, touch and smell (Azuma <i>et al.</i> , 2001). In this sense AR can provide auditory cues to the visual information that is being displayed.		Medium	

usuario o la posibilidad de personalizar el contraste de la información aumentada que se brinda mediante la experiencia de realidad aumentada. Relacionado con este aspecto, se podrían realizar investigaciones sobre cómo se deben diseñar aplicaciones de realidad aumentada para proporcionar experiencias educativas para personas con algún tipo de discapacidad. Se podría explorar la posibilidad de proporcionar alternativas a la información aumentada para personas con algún tipo de discapacidad o utilizar las ventajas de la visión artificial que utilizan las aplicaciones de realidad aumentada para desarrollar ayudas asistivas. Otro de los aspectos que genera mayores inconvenientes cuando se utilizan aplicaciones de realidad aumentada en el aula de clase es la ergonomía, debido a que muchas veces es difícil mantener el dispositivo móvil alineado con el marcador, lo que hace que la información virtual desaparezca porque la cámara no logra reconocer el marcador y entonces, a veces, la interacción se hace difícil. Además, en algunos casos, la iluminación del lugar, donde se lleva a cabo la actividad de realidad aumentada, puede afectar que la cámara reconozca correctamente el marcador y esto a veces genera sentimientos de frustración en los estudiantes debido a que no pueden llevar a buen término la actividad con la aplicación de realidad aumentada.

Otro de los aspectos donde actualmente la realidad aumentada provee un soporte bajo, son las recomendaciones del DUA que sugieren proporcionar objetos físicos y modelos espaciales para proporcionar información sobre un fenómeno o interacción con este. Así, se requiere más investigación sobre el tema de las interfaces de usuario tangibles, para proporcionar interfaces de usuario aumentadas con altos niveles de interacción con la información aumentada para proporcionar mejores experiencias de aprendizaje. Estudios futuros podrían explorar diversos mecanismos de interacción con objetos tangibles que generen una respuesta diferente en la aplicación de realidad aumentada, para favorecer la implementación de actividades con objetos manipulables para diferentes asignaturas como matemáticas o ciencias utilizando la realidad aumentada.

Uno de los aspectos más importantes en los que se requiere más investigación aprovechando los avances en el área de *machine learning*, es la posibilidad de proporcionar experiencias de aprendizaje con realidad aumentada que sean personalizadas o adaptadas a las necesidades del usuario. En este sentido, se podría proporcionar información aumentada al estudiante dependiendo de sus necesidades, preferencias, intereses, motivación, entre otros. Estos procesos de adaptación y personalización pueden utilizar los últimos avances en *machine learning* para generar adaptaciones a las necesidades del estudiante y así proporcionar una

mejor experiencia de aprendizaje para cada estudiante. Los procesos de adaptación y personalización podrían también proporcionar diferentes niveles de complejidad de los contenidos cuando son presentados a los estudiantes por medio de la información aumentada, dependiendo del nivel de conocimiento o dominio del tema que tenga el estudiante. En relación con este aspecto, también se identificó que la realidad aumentada proporciona un nivel de soporte medio a la implementación de *scaffolds* (Shepard, 2005) en los ambientes de realidad aumentada. Asimismo, se requieren más estudios que validen la utilidad de los mecanismos de *scaffolding* en los ambientes de realidad aumentada o estudios que permitan identificar si la realidad aumentada en sí misma puede ser un mecanismo de *scaffolding* para determinadas actividades de aprendizaje. Además del *scaffolding*, la retroalimentación o *feedback* (Hattie y Timperley, 2007) es otro aspecto muy importante en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, las preguntas en torno a este aspecto serían: ¿cuál es la mejor forma de diseñar el *feedback* en los ambientes de realidad aumentada?, ¿qué tipos de *feedback* proporcionan una mejor experiencia de usuario?

En relación con el *scaffolding* y el *feedback* en los ambientes de realidad virtual, el DUA también recomienda que se deban proporcionar mecanismos para que el estudiante se detenga y reflexione sobre las actividades de aprendizaje que está relacionando. Sin embargo, existen pocos estudios que exploren este aspecto en las aplicaciones de realidad aumentada. Por tanto, estudios futuros en esta área podrían proporcionar indicios sobre la efectividad de este tipo de estrategias en las aplicaciones de realidad aumentada con respecto al proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, también existe un soporte medio y bajo con relación a la posibilidad de que se proporcionen mecanismos de monitoreo de progreso del estudiante cuando se utilizan aplicaciones de realidad aumentada. En este caso, es conveniente realizar más trabajos de investigación en temas de analíticas de aprendizaje en aplicaciones de realidad aumentada, para determinar el efecto que tendrían este tipo de aplicaciones sobre la motivación y el desempeño académico de los estudiantes.

Otro de los aspectos en los que actualmente la realidad aumentada proporciona un soporte medio, tiene que ver con la posibilidad de crear grupos de aprendizaje cooperativo y el fomento de la colaboración y la comunicación entre participantes. Así, se podrían llevar a cabo más investigaciones sobre el uso de la realidad

aumentada para la implementación de actividades de aprendizaje colaborativas. Este tipo de aplicaciones podrían ser experiencias de realidad aumentada donde de forma colaborativa los estudiantes puedan interactuar en la resolución de problemas. Aunque existen algunas experiencias e iniciativas de realidad aumentada en lo colaborativo, se podrían ampliar las investigaciones con diferentes grupos de estudiantes para identificar las verdaderas potencialidades de la realidad aumentada.

6. Conclusiones

En este capítulo se reportan los resultados de un análisis de cómo la realidad aumentada puede favorecer la implementación de algunas de las recomendaciones del DUA. La principal contribución de este estudio es la identificación del estado actual de la tecnología con respecto a la posibilidad de que la realidad aumentada pueda favorecer la implementación del DUA. En general, actualmente la tecnología de realidad aumentada proporciona un soporte medio y bajo para la implementación de las recomendaciones específicas del DUA. Como resultado de este análisis, se han identificado algunos aspectos en los cuales se pueden realizar más investigaciones y estudios para determinar las verdaderas potencialidades de la tecnología de realidad aumentada. Estos aspectos en los cuales se puede profundizar la investigación son:

- La usabilidad de aplicaciones de realidad aumentada (Ferrer, Perdomo, Rashed-Ali, Fies y Quarles, 2013) y su efecto sobre la posibilidad de proveer múltiples formas de representación de la información. En este aspecto, se podrían desarrollar mecanismos en las aplicaciones de realidad aumentada para favorecer la presentación de la información de acuerdo con el perfil del usuario.
- El uso de objetos manipulables que puedan ser “aumentados” (Bujak *et al.*, 2013) con la tecnología de realidad aumentada y de esta forma poder generar experiencias de aprendizaje basadas en interfaces tangibles. En este aspecto, se pueden explorar algunos métodos de interacción entre el estudiante y las aplicaciones de realidad aumentada y proporcionar lineamientos de diseño de las aplicaciones de realidad aumentada que utilicen interacción tangible. Por otro lado, se pueden estudiar diferentes mecanismos de interacción con la información aumentada en los diferentes tipos de realidad aumentada, para poder determinar cómo la diversidad en los tipos de interacción puede favorecer la provisión de múltiples formas de acción y expresión que es uno de los lineamientos fundamentales del DUA.

- Otra área de investigación que ha sido poco explorada es la posibilidad de integrar algoritmos de *machine learning* en las aplicaciones de realidad aumentada, para proporcionar personalización y adaptación (Bacca *et al.*, 2014). Esto se refiere a la posibilidad de que la experiencia de aprendizaje con una aplicación de realidad aumentada pueda modificarse de forma automática de acuerdo con diversos aspectos del estudiante como, por ejemplo, su nivel de conocimientos en el tema, sus habilidades, preferencias, intereses o motivaciones. Este tipo de estrategias proporciona una experiencia de aprendizaje personalizada para cada estudiante de forma automática, lo que favorece la implementación del DUA. En relación con este aspecto, futuras investigaciones podrían explorar el impacto de proporcionar mecanismos de *scaffolding* para ayudar a los estudiantes a alcanzar los objetivos de aprendizaje. Estos mecanismos de *scaffolding* podrían ser personalizados también y ser un apoyo importante al proceso de aprendizaje. En este sentido, las aplicaciones podrían proporcionar también *feedback* (retroalimentación) de forma automática.
- Con relación al progreso del estudiante, futuras investigaciones podrían explorar la posibilidad de integrar en las aplicaciones de realidad aumentada mecanismos de monitoreo del progreso del estudiante por medio de analíticas de aprendizaje (*learning analytics*). Estos estudios podrían explorar la efectividad de estos mecanismos en las aplicaciones de realidad aumentada con respecto al desempeño académico del estudiante y a su motivación. Es importante resaltar que el DUA recomienda que se deben integrar mecanismos para favorecer el hecho de que el estudiante pueda estar constantemente monitoreando su progreso en el proceso de aprendizaje.
- Finalmente, como parte de este análisis, se encontró que se deben fortalecer la investigación en cuanto al uso de las aplicaciones de realidad aumentada durante las actividades colaborativas. Por tanto, pueden existir dos vertientes de investigación: la primera de ellas estaría enfocada en cómo diseñar las aplicaciones de realidad aumentada que sean colaborativas. Esto tiene un desafío tecnológico en cuanto a los desarrollos de *software* necesarios para permitir que un grupo de estudiantes pueda manipular un mismo objeto aumentado en una escena de realidad aumentada y que la escena se mantenga sincronizada entre todos los estudiantes. La segunda vertiente es la del impacto del proceso de aprendizaje, que tendría el uso de una experiencia de realidad aumentada colaborativa en el salón de clase. Este aspecto podría favorecer la implementación de actividades colaborativas en el aula de clase que, a su vez, favorecen la implementación de algunas de las recomendaciones del DUA.

7. Limitaciones de este estudio

Aunque este estudio intentó considerar la mayor cantidad de fuentes bibliográficas para llevar a cabo el análisis, no constituye una revisión sistemática de literatura en el tema de realidad aumentada y, por tanto, algunas fuentes de información como artículos, capítulos de libro o actas de conferencia podrían haber quedado fuera del ámbito de esta revisión. En este sentido, los resultados de este análisis deben tomarse con cautela e interpretados a la luz de las fuentes de información consideradas durante este análisis. Por otro lado, en este análisis se podrían considerar más categorías de análisis para la identificación de las potencialidades de la realidad aumentada con respecto a las recomendaciones específicas del DUA. Como consecuencia de este análisis, podría haberse perdido información importante que sería útil para identificar otras potencialidades de la realidad aumentada.

Referencias

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & Macintyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47. <https://doi.org/10.1109/38.963459>.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149. Retrieved from http://www.ifets.info/journals/17_4/9.pdf.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Kinshuk. (2018). Insights into the factors influencing student motivation in augmented reality learning experiences in vocational education and training. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01486>.
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536-544. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.017>.

- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences* (vol. 2, pp. 659-669). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.1992.183317>.
- Chen, C.-M., & Tsai, Y.-N. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59(2), 638-652. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.001>.
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G.-J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365.
- Chin, K.-Y., Lee, K.-F., & Chen, Y.-L. (2015). Impact on student motivation by using a QR-based U-Learning material production system to create authentic learning experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(4), 367-382. <https://doi.org/10.1109/TLT.2015.2416717>.
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557-569. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.015>.
- Ferrer, V., Perdomo, A., Rashed-Ali, H., Fies, C., & Quarles, J. (2013). How does usability impact motivation in augmented reality serious games for education? In *2013 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)* (pp. 1-8). Poole: IEEE. <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2013.6624233>.
- Follette, M., Mueller, J., & Mace, R. (1998). *The universal design file. Designing for people of all ages and disabilities*. NC State University - The Center for Universal Design.
- Gopalan, V., Zulkifli, A. N., & Aida, J. (2016). A study of students' motivation based on ease of use, engaging, enjoyment and fun using the augmented reality science textbook. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 31(5), 27-35. <https://doi.org/10.21311/002.31.5.04>.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>.

- Liu, T.-Y., & Chu, Y.-L. (2010). Using ubiquitous games in an english listening and speaking course: Impact on learning outcomes and motivation. *Computers & Education*, 55(2), 630-643. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.023>.
- Meyer, A., Rose, D., & Gordon, D. (2014). *Universal design for learning, theory and practice*. Wakefield, MA: CAST Professional Publishing.
- Rao, K., Ok, M. W., & Bryant, B. R. (2014). A Review of research on universal design educational models. *Remedial and Special Education*, 35(3), 153-166. <https://doi.org/10.1177/0741932513518980>.
- Shepard, L. A. (2005). Linking formative assessment to scaffolding. *Educational Leadership*, 63(3), 66-70.
- Wei, X., Weng, D., Liu, Y., & Wang, Y. (2015). Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers & Education*, 81, 221-234. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.017>.

Capítulo 6

La percepción de
calidad de servicio
como determinante
de la recomendación:
una predicción
mediante inteligencia
artificial para los
hoteles en Cartagena

Capítulo 6

La percepción de calidad de servicio como determinante de la recomendación: una predicción mediante inteligencia artificial para los hoteles en Cartagena

{ María Andreína Moros Ochoa, Jenny-Paola Lis-Gutiérrez, Gilmer Yovanni Castro Nieto, César Augusto Vargas y Juan Carlos Rincón

Resumen

Este capítulo identifica las variables que permiten explicar la recomendación o no de los hoteles, de usuarios en la ciudad de Cartagena, a partir de algoritmos de inteligencia artificial. Se identificaron los algoritmos que mejor desempeño tenían: Random Forest (100%), SVM (100%), KNN (98%), AdaBoost (94%), árbol de decisión (92%), redes neuronales (86%) y CN2 (82%). Para las alternativas de tal vez recomendaría y no recomendaría, no hubo algoritmos con capacidad de predicción superior al 75%.

Palabras clave: calidad de servicio, Caltur, inteligencia artificial, algoritmos de predicción, turismo, hotelería, Cartagena.

Introducción

El turismo ha cobrado importancia en la economía de los países. En el 2017 representó el 10% del PIB mundial y uno de cada 10 puestos de trabajo (UNWTO, 2018). Situación avalada por el Consejo Mundial de Viajes y Turismo, que afirma que su contribución total al PIB mundial fue de USD 8.272 billones (10,4%) y generó empleo a 313.221.000 personas (9,9%) en el 2017. Además, las llegadas internacionales a América aumentaron en 7 millones en el 2016, hasta alcanzar casi los 200 millones y la demanda de viajes permaneció fuerte en la región. Por subregiones, América del Sur lideró con 7% más, aportando Colombia 11% (Consejo Mundial de Viajes y Turismo - WTTC, 2018).

Por otro lado, es importante mencionar algunas características del turismo en Colombia y específicamente de la ciudad de Cartagena como atractivo turístico mundial, que la han hecho merecedora de reconocimientos como un excelente destino turístico; entre los más destacados están: Forbes, New York Times Travels, Huffington Post, BBC Travel y Trip Advisor. Colombia hoy cuenta con más de 14.000 establecimientos de alojamiento y hospedaje activos y en el departamento de Bolívar cerca de 700. Cartagena tiene en el momento 331 establecimientos que equivalen a 11.434 habitaciones y el 54% de estos son hoteles clasificados en cuatro y cinco estrellas (Bello, 2015).



En la ciudad de Cartagena el turismo es el principal generador de empleo con 14.574 empleados y 2.836 empresas constituidas formalmente; además, su ocupación hotelera es una de las más altas en Colombia con 66,20% en el 2017.

Según la Cámara de Comercio de Cartagena (2017), en la ciudad el turismo es el principal generador de empleo con 14.574 empleados y 2.836 empresas constituidas formalmente; además, su ocupación hotelera es una de las más altas en Colombia con 66,20% en el 2017. En este contexto, la pregunta orientadora corresponde a ¿cómo se puede predecir la recomendación o no de un hotel en Cartagena? Para ello se emplean diferentes algoritmos de inteligencia artificial.

1. Contexto

Los 24 hospedajes registrados en el 2015 con más de 100 habitaciones corresponden a casi el 50% de la oferta de habitaciones en Cartagena. Se espera que este sector siga

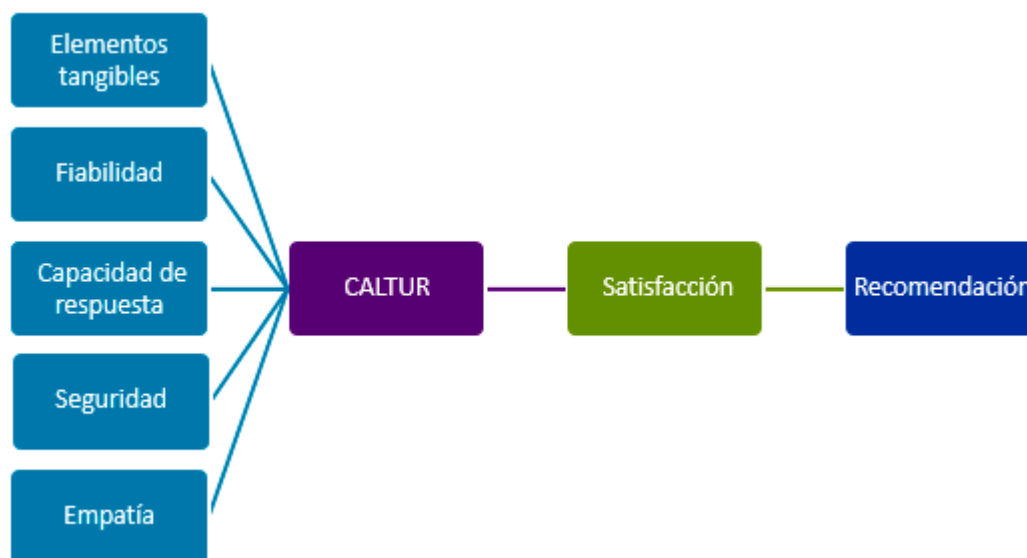
creciendo con los 18 proyectos que se tienen previstos para el 2018 en Cartagena; esto significaría 1.764 habitaciones adicionales. El gran potencial de Cartagena como destino turístico se puede ratificar con la tasa del 13 % de crecimiento promedio de turismo extranjero (González, 2017).

Estos datos resaltan la importancia de continuar desarrollando investigación en turismo. Así, en el 2017 se realizó una medición de calidad de servicio utilizando el modelo Caltur, el cual se aplicó a una muestra en la ciudad de Cartagena (Colombia). El modelo Caltur tiene base en el conocido modelo Servqual que se refiere a una escala de múltiples elementos para medir las prestaciones al cliente sobre la calidad del servicio. Parasuraman, Berry y Zeithaml (1988) plantearon la medición de la calidad de servicio percibido como el grado de discrepancia entre las percepciones y las expectativas de los consumidores. Ellos comenzaron sus estudios en 1983, apoyándose en estudios previos como el de Sasser, Olsen y Wyckoff (1978). Después, Parasuraman, Berry y Zeithaml (1994) finalmente definieron el modelo en cinco dimensiones y 22 variables.

Después de analizar los resultados obtenidos de la aplicación del Servqual como base en el sector turístico entre los que destacan: Vergara, Quesada y Blanco (2011), Berné, García, García y Mugica (2013), Vega, Casielles y Martín (2015), Monsalve y Hernández (2015), Moreno y Moreno (2016), Moros, Rincón, Castro, Vilorio y Ariza (2016) realizaron una adaptación del Servqual (tomando en cuenta variables tecnológicas), el cual mantuvo 22 variables distribuidas en las cinco dimensiones originales: i) elementos tangibles; ii) fiabilidad; iii) capacidad de respuesta; iv) seguridad; v) empatía. Posteriormente, se realizó un nuevo ajuste y una validación adicional al modelo, esta nueva versión se denominó Caltur. Este modelo se aplicó en seis ciudades iberoamericanas (Lis-Gutiérrez et al., 2019), una de ellas fue Cartagena. Es importante destacar que el Caltur mantiene las cinco dimensiones originales: elementos tangibles, fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad, empatía, tal y como se muestra en la Figura 1.

Así, estas cinco dimensiones comprenden 16 ítems a los que quedó definitivamente reducido el modelo (como ya se mencionó), los cuales miden, por una parte, los niveles esperados del servicio en general (la expectativa que tenía creada) y, por otra, los mismos ítems pero referidos al nivel percibido del servicio entregado por una empresa de servicio en particular (la percepción real del cliente sobre la característica enunciada). Estos ítems se evalúan mediante una escala de Likert de siete puntos que van desde el 1 (totalmente en desacuerdo) hasta el 7 (totalmente de acuerdo).

Figura 1. Dimensiones del modelo Caltur



Fuente: elaboración propia.

Se reitera que las dimensiones del Caltur son las originales del Servqual, las cuales son utilizadas en recientes mediciones de percepción de calidad de servicio en el sector hotelero. Por ejemplo, Ahmad, Ahmad y Papastathopoulos (2018) aplicaron las cinco dimensiones para medir la percepción de calidad y su impacto en la satisfacción de los clientes. Lee y Cheng (2018) utilizaron cuatro y agregaron la comunicación verde y la reducción de energía en su modelo GLSERV. Lestari y Saputra (2018) y Lestari y Laode (2018) emplearon las cinco dimensiones para medir cuál era la más importante en los hoteles de 2/3 y 4/5 estrellas, respectivamente. Keshavarz y Jamshidi (2018) utilizaron la “tangibilidad”, la capacidad de respuesta, la fiabilidad, la empatía, la seguridad y agregaron la conveniencia y la sociabilidad como nuevas dimensiones, para medir la calidad en la búsqueda de satisfacción de las necesidades de los turistas internacionales, aumentando así la lealtad del turista a través del valor percibido y su satisfacción.

En el siguiente apartado se explica la metodología utilizada para el análisis que se realiza en este trabajo.

2. Metodología

En esta sección se presentan los datos, variables y método empleado para el análisis.

2.1 Datos

En el 2017, el Caltur se aplicó en seis ciudades, una de ellas Cartagena. En este caso, se aplicó en una muestra de 68 clientes hoteleros de la ciudad de Cartagena (Tabla 1). Para validar el tamaño de la muestra se utilizó el *software* G*Power versión 3.1.9.2, para lo cual se tomó una probabilidad de cometer el error tipo I (alfa) de 0,05 y una probabilidad de cometer el error tipo II (beta) de 0,2 y un tamaño del efecto alto de 0,8 según valores de referencia citados por Castro y Martini (2014). De esta forma, el cálculo dio como resultado un tamaño de 21 individuos por grupo (hombres y mujeres), lo cual justifica el tamaño de los encuestados.

Tabla 1. Composición de la muestra de Cartagena

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Masculino	42	61,8
	Femenino	26	38,2
	Total	68	100,0

Fuente: salida SPSS.

2.2 Algoritmos utilizados

En la literatura reciente hay varias aplicaciones de aprendizaje automático; entre los trabajos más recientes se encuentran los siguientes: Alic *et al.* (2019) emplean diferentes algoritmos aplicados a datos provenientes de EUBra-BIGSEA (Europe–Brazil Collaboration of Big Data Scientific Research Through Cloud-Centric Applications), para el análisis de los datos de transporte público. Los autores usaron modelos descriptivos y predictivos. Por su parte, Banik, Ekbal y Bhattacharyya (2019) aplican el aprendizaje basado en la decodificación. Kannan y Vasanthi (2019) utilizan algoritmos de aprendizaje automático con curva ROC para predecir y diagnosticar la enfermedad cardíaca en India, comparan la precisión de cuatro algoritmos de aprendizaje automático mediante los 14 atributos de los conjuntos de datos cardíacos UCI. Un trabajo similar, pero aplicado a la enfermedad del hígado graso, considerando 577 pacientes (Wu, 2019).

Para el caso específico de turismo, se identificaron las obras de Sun, Wei, Tsui y Wang (2019), la cual realiza la predicción de llegadas de turistas empleando aprendizaje automático y algunos índices de búsquedas en Internet. Giglio, Bertacchini, Bilotta y Pantano (2019) realizan algo similar para seis ciudades de Italia usando las redes sociales. Específicamente, para el caso de aplicaciones en los hoteles se

encuentran los trabajos de Ku, Chang, Wang, Chen y Hsiao (2019), Nilashi *et al.*, (2019), Shin, Du y Xiang (2019) y Hassan y Abdulwahhab (2019) que buscan predecir la recomendación de los visitantes a los diferentes hoteles.

Para el procesamiento de la información se aplicaron distintos métodos (algoritmos) de aprendizaje supervisado, los cuales se sintetizan en la Tabla 2.

Tabla 2. Algoritmos de aprendizaje supervisado

Método	Síntesis
AdaBoost	Es un algoritmo de aprendizaje adaptativo que combina clasificadores débiles y se adapta a la dureza de cada muestra de entrenamiento, logrando clasificadores robustos. Permite la clasificación binaria y multiclase.
Random Forest	Emplea un conjunto de árboles de decisión para la clasificación y proyección. Es un procedimiento no paramétrico, que puede usarse cuando: i) hay variables correlacionadas; ii) pocos datos; iii) interacciones complejas; iv) datos faltantes.
SVM (Support Vector Machines)	Permite la clasificación binaria y multiclase. Hace uso del análisis de regresión y clasificación.
Red neuronales	Hace uso del algoritmo de perceptrón multicapa (MLP) con retropropagación. La ventaja es que puede aprender modelos no lineales.
KNN	Este mecanismo de reconocimiento de patrones no paramétricos, se basa en las instancias de entrenamiento más cercanas, siendo un algoritmo de k vecinos más cercanos. También se conoce como aprendizaje perezoso.
Naive Bayes	Un clasificador probabilístico rápido y simple basado en el teorema de Bayes con la suposición de independencia de características. Se asume que la ausencia o presencia de una característica no está relacionada con la presencia o ausencia de otra característica. Su ventaja es que requiere de pocos datos para el entrenamiento.
Algoritmo de aprendizaje del árbol de decisión	Se emplea para datos discretos y continuos. Se basa en la predicción del valor de una variable de destino en función de diversas variables de entrada.

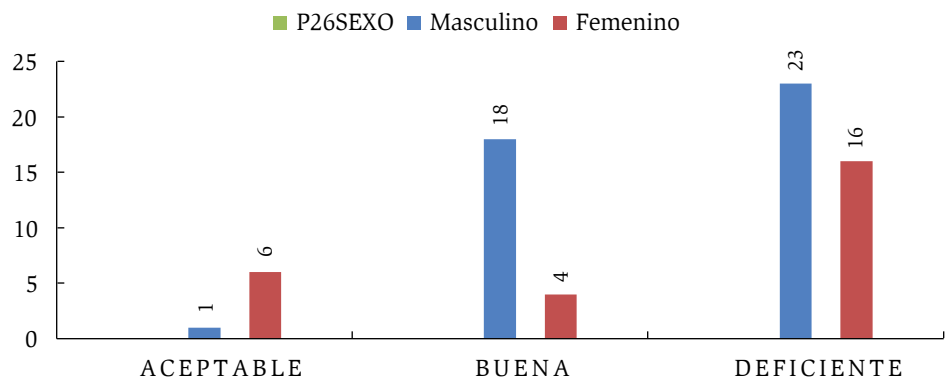
Fuente: Lis-Gutiérrez, Aguilera-Hernández y Escobedo-David (2018).

3. Resultados

Estos clientes hicieron la evaluación de cada una de las variables que componen el Caltur y según la escala utilizada, se obtuvieron los resultados que se muestran en el Gráfico 1. Al observar estos porcentajes se aplicó la prueba Chi-cuadrado entre la

variable Cultur (percepción de calidad) y sexo y se obtuvo un valor $p < ,05$, con lo cual se prueba que existen diferencias significativas entre la percepción de calidad de servicio entre hombres y mujeres entre los clientes hoteleros de Cartagena (Tabla 3). Sería interesante en futuras investigaciones indagar sobre los factores influyentes en que hombres y mujeres que componen la muestra estudiada en Cartagena tengan una diferencia significativa en la percepción de la calidad de servicio hotelero.

Gráfico 1. Percepción de calidad de servicio de los clientes hoteleros en Cartagena



Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Percepción de calidad de servicio de los clientes hoteleros en Cartagena

		P26SEXO		Total
		Masculino	Femenino	
CALTUR	Deficiente	54,8%	61,5%	57,4%
	Aceptable	2,4%	23,1%	10,3%
	Buena	42,9%	15,4%	32,4%
Total		100,0%	100,0%	100,0%

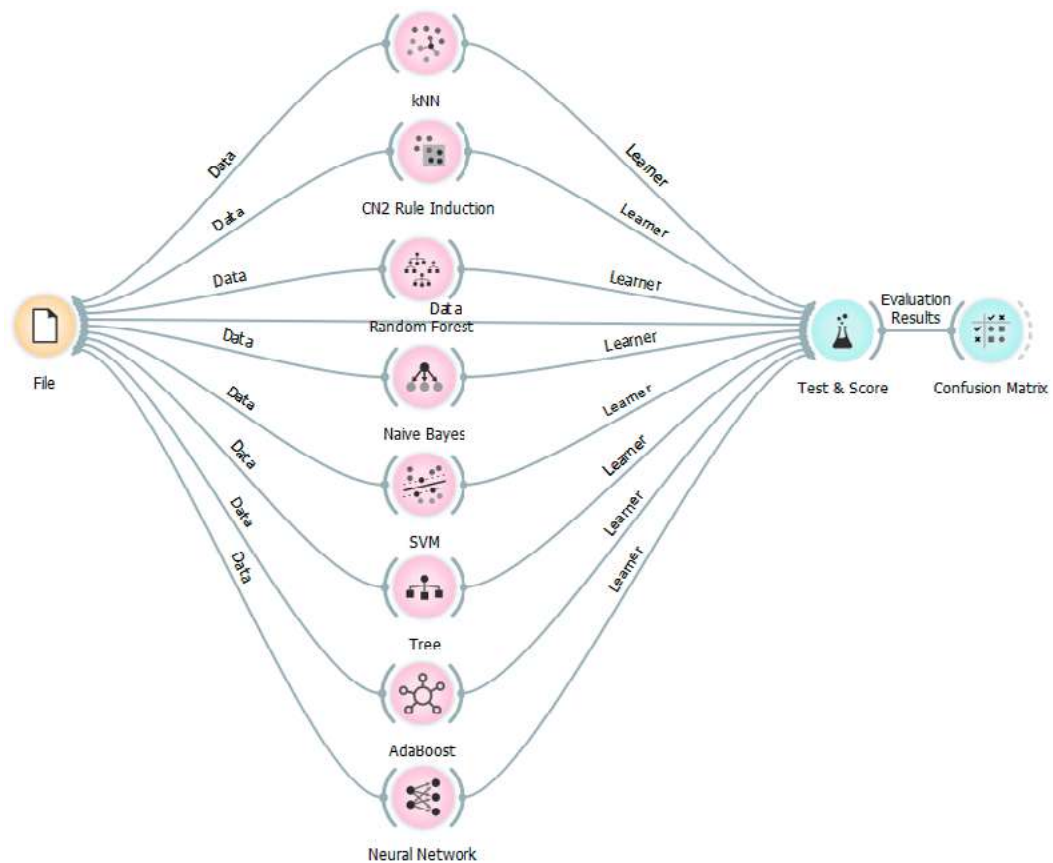
Fuente: salida SPSS.

Una vez analizados estos resultados obtenidos en el 2017, en esta investigación se propone utilizar la inteligencia artificial para predecir la recomendación que estos clientes harían del hotel.

En el Gráfico 2 se muestran los diferentes algoritmos de aprendizaje y predicción empleados y en el Gráfico 3 los cálculos de precisión de los mismos. Cabe aclarar que se usó la opción de validación cruzada aleatoria. Este método consistió en

dividir aleatoriamente el conjunto de datos de entrenamiento y prueba, mediante 10 iteraciones. El ajuste se obtiene de la media aritmética de los valores obtenidos para cada una de las iteraciones. En el Gráfico 4 se aprecia la matriz de confusión para cada algoritmo. Se empleó el *software* Orange, el cual ha sido usado en trabajos recientes como los de Kühnle *et al.* (2018), Da Silva, Elnabarawy y Wunsch (2019), Alic *et al.* (2019), Banik *et al.* (2019), Dzemyda, Kurasova, Medvedev y Dzemydaitė (2019) y Sunil y Vinay (2019).

Gráfico 2. Imagen de la representación del modelo usando Orange



Fuente: elaboración propia usando Orange (Demsar *et al.*, 2013).

Se empleó como evaluación el *Leave-one-out*, el cual se trata de una validación cruzada, dejando en cada caso uno de los sujetos por fuera; es decir, para cada iteración se tiene una sola muestra para prueba y el resto de datos son los de entrenamiento. Se consideran cinco casos, la respuesta promedio, recomienda, tal vez recomienda, no recomienda.

Gráfico 3. Cálculo de los algoritmos de aprendizaje y predicción para la muestra completa

Test & Score						Test & Score					
Settings						Settings					
Sampling type: Leave one out Target class: Average over classes						Sampling type: Leave one out Target class: 1					
Scores						Scores					
Method	AUC	CA	F1	Precision	Recall	Method	AUC	CA	F1	Precision	Recall
AdaBoost	0.705	0.779	0.768	0.760	0.779	Naive Bayes	0.662	0.723	0.909	0.600	0.600
Naive Bayes	0.744	0.544	0.606	0.740	0.544	AdaBoost	0.868	0.913	0.887	0.940	0.940
Iree	0.704	0.735	0.725	0.721	0.735	Tree	0.838	0.893	0.868	0.920	0.920
Random Forest	0.766	0.779	0.716	0.707	0.779	CN2 rule inducer	0.721	0.812	0.804	0.820	0.820
kNN	0.686	0.765	0.703	0.695	0.765	Neural Network	0.735	0.827	0.796	0.860	0.860
Neural Network	0.733	0.676	0.658	0.643	0.676	Random Forest	0.809	0.885	0.794	1.000	1.000
CN2 rule inducer	0.570	0.632	0.626	0.620	0.632	kNN	0.779	0.867	0.778	0.980	0.980
SVM	0.727	0.735	0.623	0.541	0.735	SVM	0.735	0.847	0.735	1.000	1.000

Sí recomienda

Test & Score						Test & Score					
Settings						Settings					
Sampling type: Leave one out Target class: 2						Sampling type: Leave one out Target class: 3					
Scores						Scores					
Method	AUC	CA	F1	Precision	Recall	Method	AUC	CA	F1	Precision	Recall
kNN	0.809	0.316	0.600	0.214	0.214	Neural Network	0.926	0.286	0.333	0.250	0.250
Random Forest	0.809	0.316	0.600	0.214	0.214	AdaBoost	0.912	0.250	0.250	0.250	0.250
AdaBoost	0.779	0.400	0.455	0.357	0.357	CN2 rule inducer	0.897	0.222	0.200	0.250	0.250
Tree	0.765	0.333	0.400	0.286	0.286	Naive Bayes	0.706	0.231	0.136	0.750	0.750
Naive Bayes	0.721	0.296	0.308	0.286	0.286	kNN	0.941	0.000	0.000	0.000	0.000
Neural Network	0.691	0.160	0.182	0.143	0.143	Random Forest	0.941	0.000	0.000	0.000	0.000
CN2 rule inducer	0.647	0.077	0.083	0.071	0.071	SVM	0.941	0.000	0.000	0.000	0.000
SVM	0.794	0.000	0.000	0.000	0.000	Tree	0.868	0.000	0.000	0.000	0.000

No recomienda

Fuente: elaboración propia usando Orange (Demsar *et al.*, 2013).

Después de aplicar ocho algoritmos de aprendizaje supervisado a la información de las encuestas, fue posible identificar que:

- Al considerar los resultados promedio, los siguientes algoritmos tienen una capacidad predictiva entre 70% y 76%: AdaBoost, Naive Bayes, árbol de decisión y Random Forest (Gráfico 3). El algoritmo con menor capacidad de predicción fue el SVM.
- Al considerar la predicción de si recomienda el hotel, los siguientes algoritmos tienen una capacidad predictiva entre 80% y 90,9%: Naive Bayes, AdaBoost, árbol de decisión y CN2. Entre 73% y 79% se ubican las redes neuronales, Random Forest, KNN y SVM (Gráfico 3). En este caso

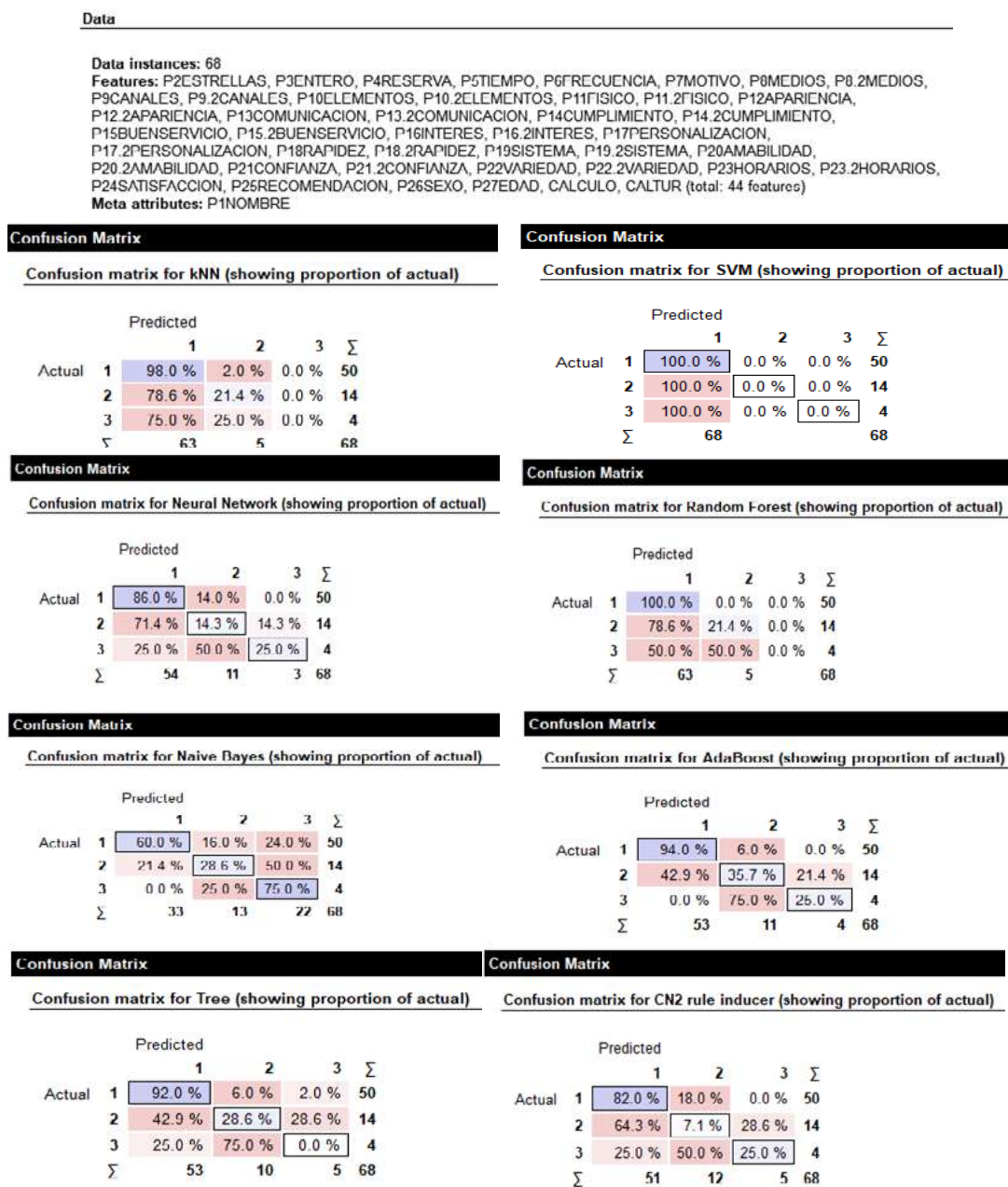
todos los algoritmos tienen una capacidad de predicción alta y muy alta.

- Para el caso de *tal vez recomendaría*, solo dos algoritmos superaron el 60 %, KNN y Random Forest, lo que implica que el modelo no es adecuado para este tipo de predicción.
- Para el caso de *no recomendaría*, ningún algoritmo fue superior al 50 %, lo que implica que el modelo no es adecuado para este tipo de predicción.
- Considerando el Gráfico 4, es decir, la matriz de confusión, es posible indicar que:
 - Los mejores algoritmos para la predicción correcta de la *recomendación* serían:
 - Random Forest: 100 %
 - SVM: 100 %
 - KNN: 98 %
 - AdaBoost: 94 %
 - El árbol de decisión: 92 %
 - Redes neuronales: 86 %
 - CN2: 82 %
 - Ningún algoritmo clasifica correctamente en más del 30 % a quienes *tal vez recomendarían*.
 - El mejor algoritmo para la predicción correcta de la *no recomendación* sería el Naive Bayes con 75 % de clasificaciones correctas.
 - A pesar de que el SVM predice el 100 % de las recomendaciones, el problema radica en que no hace la distinción para el resto de alternativas, es decir, que no importa los datos, siempre clasificará en la categoría de recomendación.

Ahora bien, con respecto al Gráfico 5, se encuentra el árbol de decisión para la recomendación, se halla que las variables más relevantes para la recomendación de un hotel corresponden a:

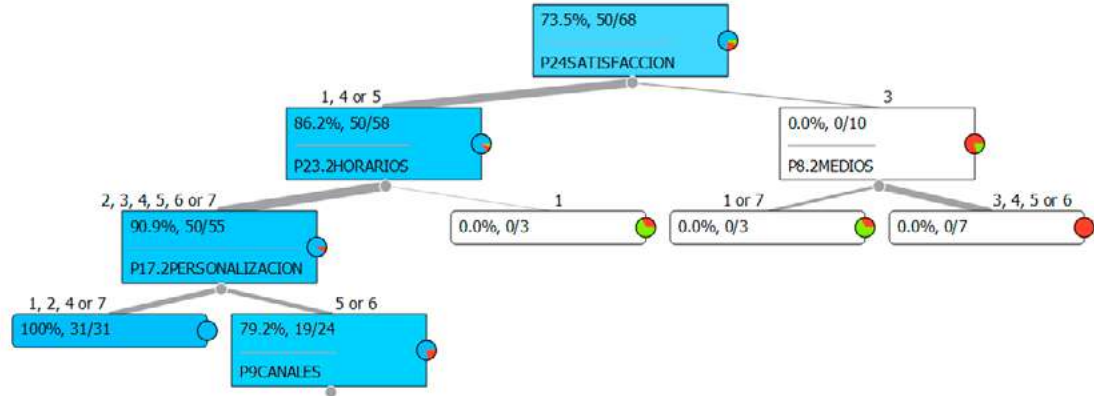
- Grado de satisfacción antes que tener medios tecnológicos actualizados.
- La satisfacción real por los empleados que atiendan sus necesidades de forma personalizada y horarios convenientes para todos, después de haber sido usado el servicio, antes que los canales de distribución tecnológicos.

Gráfico 4. Matriz de confusión para cada algoritmo (muestra completa)



Fuente: elaboración propia usando Orange (Demsar *et al.*, 2013).

Gráfico 5. Árbol de decisión para personas que sí recomendarían el hotel



Fuente: elaboración propia usando Orange (Demsar *et al.*, 2013).

Conclusiones

En este capítulo se buscó identificar las variables que permitían explicar la recomendación o no de los hoteles, por parte de usuarios en la ciudad de Cartagena, a partir de algoritmos de inteligencia artificial. Se logró identificar que los algoritmos que mejor desempeño tenían fueron: Random Forest (100 %), SVM (100 %), KNN (98 %), AdaBoost (94 %), árbol de decisión (92 %), redes neuronales (86 %) y CN2 (82 %). Para las alternativas de *tal vez recomendaría* y *no recomendaría*, no hubo algoritmos con capacidad de predicción superior al 75 %. Comprobando que el *machine learning* es una valiosa oportunidad para medir la satisfacción y la probabilidad de recomendación de un cliente.

La originalidad de este trabajo se encuentra enmarcada en dos elementos: i) trabajo directo con una parte de los usuarios de servicios hoteleros; ii) el uso de una técnica de análisis no empleada hasta ahora para comprender la relación entre percepción de calidad de servicio, la satisfacción y la recomendación. Este método permitió determinar que las variables más relevantes para la posibilidad de recomendación de un cliente hotelero en Cartagena son: la satisfacción real después de haber usado el servicio por los empleados que atiendan sus necesidades de forma personalizada y los horarios convenientes para todos, antes que por los canales de distribución tecnológicos. Es decir, para ellos son más importantes las variables que se encuentran en las dimensiones de capacidad de respuesta y empatía, que aquellas que se enmarcan en los elementos tangibles, por lo que las estrategias de calidad de servicio deben enfocarse en aquellas variables que reflejen atención individualizada para el cliente.

En las recomendaciones para futuros estudios se encuentran: i) ampliar la muestra, para tener más potencia predictiva; ii) replicar este estudio en otras ciudades y verificar si los algoritmos identificados predicen de manera eficiente los niveles de ingreso de la población que retornó.

Dentro de las sugerencias derivadas para futuros trabajos se encuentra un ajuste al modelo utilizado, ya que la medición de la percepción de la calidad del servicio debe revisarse y adaptarse teniendo en cuenta otras variables de innovación. Igualmente, dentro de las posibles aplicaciones se encuentra la posibilidad de repetición de un cliente al tomar el servicio del hotel y al análisis de sentimientos a partir de la información disponible en redes sociales o páginas de recomendación de libre acceso.

Referencias

- Ahmad, S. Z., Ahmad, N., & Papastathopoulos, A. (2018). Measuring service quality and customer satisfaction of the small-and medium-sized hotels (SMSHs) industry: Lessons from United Arab Emirates (UAE). *Tourism Review*. <https://doi.org/10.1108/TR-10-2017-0160>.
- Alic, A. S., Almeida, J., Aloisio, G., Andrade, N., Antunes, N., Ardagna, D., ..., & Brito, A. (2019). BIGSEA: A Big Data analytics platform for public transportation information. *Future Generation Computer Systems*. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X18304448>.
- Banik, D., Ekbal, A., & Bhattacharyya, P. (2019). Machine learning based optimized pruning approach for decoding in statistical machine translation. *IEEE Access*, 7, 1736-1751. Disponible en <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8588318>.
- Bello, C. A. (2 de septiembre de 2015). *Indicadores turísticos Cartagena de Indias 2014-2015*. Obtenido de www.colombiatrade.com.co.
- Berné, C., García, M., García, E., & Mugica, J. (2013). Identificación y análisis de los criterios de cambios del sistema de distribución turístico asociados al uso intensivo de las tecnologías de la información y de la comunicación. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 19, Issue 2, May-August, 90-101.

- Cámara de Comercio de Cartagena. (2017). *Cartagena en cifras*. Disponible en https://www.cccartagena.org.co/sites/default/files/publicaciones/cartagena_en_cifras-abril_2017_0.pdf
- Castro, J. M. C., & Martini, H. A. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G* Power: complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *Salud & sociedad*, 5(2), 210-244.
- Consejo Mundial de Viajes y Turismo - WTTC. (2018). Disponible en <https://sp.wttc.org/> (consulta 18/10/2018).
- Cotelco. (2018). *Cartagena de Indias*. Obtenido de Cotelco Cartagena. Disponible en <http://www.hotelesencartagena.travel/cartagena-de-indias>.
- Da Silva, L. E. B., Elnabarawy, I., & Wunsch II, D. C. (2019). Dual vigilance fuzzy adaptive resonance theory. *Neural Networks*, 109, 1-5.
- Decreto 463 de 2016 (2016). Obtenido del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio: http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=-verPdf&id=79513&name=DECRETO_463_DE_2016.pdf&prefijo=file.
- Demsar, J., Curk, T., Erjavec, A., Gorup, C., Hocevar, T., Milutinovic, M., Mozina, M., Polajnar, M., Toplak, M., Staric, A., Stajdohar, M., Umek, L., Zagar, L., Zbon-tar, J., Zitnik, M., & Zupan, B. (2013). Orange: Data mining toolbox in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 14(Aug), 2349-2353.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2017). Muestra Mensual de Hoteles, Boletín Técnico, Septiembre. Disponible en http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/mmh/cp_mmh_sep17.pdf.
- Dzemyda, G., Kurasova, O., Medvedev, V., & Dzemydaitė, G. (2019). Visualization of data: Methods, software, and applications. In *Advances in mathematical methods and high performance computing* (pp. 295-307). Cham: Springer.
- Giglio, S., Bertacchini, F., Bilotta, E., & Pantano, P. (2019). Using social media to identify tourism attractiveness in six Italian cities. *Tourism Management*, 72, 306-312.
- González, M. C. (2017). *Auge hotelero seguirá en 2018: están en fila*. Obtenido de Portafolio: <http://www.portafolio.co/economia/los-proyectos-hoteleros-que-llegaran-a-colombia-en-2018-504715>.

- Hassan, A. K. A., & Abdulwahhab, A. B. A. (2019). Location aspect based sentiment analyzer for hotel recommender system. *Iraqi Journal of Science*, 60(1), 143-156.
- Kannan, R., & Vasanthi, V. (2019). Machine learning algorithms with ROC curve for predicting and diagnosing the heart disease. In *Soft Computing and Medical Bioinformatics* (pp. 63-72). Singapore: Springer.
- Keshavarz, Y., & Jamshidi, D. (2018). Service quality evaluation and the mediating role of perceived value and customer satisfaction in customer loyalty. *International Journal of Tourism Cities*, 4(2), 220-244.
- Ku, C. H., Chang, Y. C., Wang, Y., Chen, C. H., & Hsiao, S. H. (2019, January). Artificial intelligence and visual analytics: A deep-learning approach to analyze hotel reviews & responses. In *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 5268-5277). Disponible en <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/59963/0523.pdf>.
- Kühnle, S., Martínez-Noël, G., Leclerc, F., Hayes, S. D., Harper, J. W., & Howley, P. M. (2018). Angelman syndrome-associated point mutations in the Zn²⁺-binding N-terminal (AZUL) domain of UBE3A ubiquitin ligase inhibit binding to the proteasome. *Journal of Biological Chemistry*, 293(47), 18387-18399.
- Lee, W. H., & Cheng, C. C. (2018). Less is more: A new insight for measuring service quality of green hotels. *International Journal of Hospitality Management*, 68, 32-40.
- Lestari, Y. D., & Laode, M. I. (2018). Service innovation of 3/2 star hotel in Bandung. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business (JAFEB)*, 5(3), 73-80.
- Lestari, Y. D., & Saputra, D. (2018). Market study on hospitality sector: Evidence from 4/5 star hotel in Bandung city Indonesia. *International Journal of Business & Society*, 19(1), 1-14.
- Lis-Gutiérrez, J.-P., Aguilera-Hernández, D., Escobedo-David, R. (2018). Demandas de los integrantes del ejército en calidad de víctimas (1997-2017): una aplicación de *machine learning* [mimeo].
- Lis-Gutiérrez, J.P., Moros Ochoa, A., Russi, M.T., Vargas-García, C.A., Lis-Gutiérrez, M. y Castro, Y. (2019). Recomendación de hoteles en Montevideo: una predicción mediante inteligencia artificial (168-190). En C. Henao, J.P. Lis-Gutiérrez y M. Gaitán. *Técnicas de análisis cuantitativo aplicado*. Bogotá: Uniminuto.

- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2017). *12 corredores turísticos serán el motor de las regiones*. Disponible en http://www.mincit.gov.co/publicaciones/37730/12_corredores_turisticos_seran_el_motor_de_las_regiones.
- Monsalve-Castro, C., & Hernández-Rueda, S. I. (2015). Gestión de la calidad del servicio en la hotelería como elemento clave en el desarrollo de destinos turísticos sostenibles: caso Bucaramanga. *Revista EAN*, (78), 160-173.
- Moreno, M. C. M., & Moreno, M. D. C. M. (2016). Satisfacción del usuario y calidad del servicio en alojamientos turísticos del estado Mérida, Venezuela. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 22(2), 111-131.
- Moros O, Maria A, Castro N, Gilmer Y, Viloría, Amelec, & Rincon V, Juan C. (2016b). Caltic to measure quality of service in Bogotá Hotels. *International Journal of Control Theory and Applications (IJCTA)*, 9(44),183-188.
- Moros O, Maria A; Rincón V, Juan C; Castro N Gilmer Y; Viloría, Amelec & Ariza S, Janitza. (2016a). Adaptation of the “CALTIC” Service Quality Model in the Tourism Sector. *International Journal of Control Theory and Applications (IJCTA)*, 9(44), 161-165.
- Nilashi, M., Ahani, A., Esfahani, M. D., Yadegaridehkordi, E., Samad, S., Ibrahim, O., ..., & Akbari, E. (2019). Preference learning for eco-friendly hotels recommendation: A multi-criteria collaborative filtering approach. *Journal of Cleaner Production*, 215, 767-783.
- Parasuraman, A., Berry, L., & Zeithaml, V. (1988). Servqual: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64, 2-40. And reassessment of the Servqual scale. *Journal of Retailing*, 67 (winter), 420-450.
- Parasuraman, A., Berry, L., & Zeithaml, V. (1994). Reassessment o expectations as a comparison standar in measuring service quality: Implications for futher research. *Journal of Marketing*, 58 (January).
- Sasser, W., Olsen, R., & Wyckoff, D. (1978). *Management of service operations: Text and cases*. Boston, Mass: Allyn and Bacon.

- Shin, S., Du, Q., & Xiang, Z. (2019). What's vs. how's in online hotel reviews: Comparing information value of content and writing style with machine learning. In *Information and communication technologies in tourism 2019* (pp. 321-332). Cham: Springer.
- Sun, S., Wei, Y., Tsui, K. L., & Wang, S. (2019). Forecasting tourist arrivals with machine learning and internet search index. *Tourism Management*, 70, 1-10.
- Sunil, M. E., & Vinay, S. (2019). Sentimental analysis tools. In *Extracting knowledge from opinion mining* (pp. 204-231). IGI Global.
- UNWTO (2018). Panorama OMT del turismo internacional. Edición 2018. Madrid: UNWTO. Disponible en <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284419890>
- Vega, A. V. R., Casielles, R. V., & Martín, A. M. D. (2015). La calidad percibida del servicio en establecimientos hoteleros de turismo rural. *Papers de Turisme*, (19), 17-33.
- Vergara, J. C., Quesada, V. M., & Blanco, I. (2011). Análisis de la calidad en el servicio y satisfacción de los usuarios en dos hoteles cinco estrellas de la ciudad de Cartagena (Colombia) mediante un modelo de ecuaciones estructurales. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 19(3), 420-428.
- Wu, C. C., Yeh, W. C., Hsu, W. D., Islam, M. M., Nguyen, P. A. A., Poly, T. N., ..., & Li, Y. C. J. (2019). Prediction of fatty liver disease using machine learning algorithms. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 170, 23-29.



Capítulo 7

Determinantes
de la gestión de
la innovación en los
servicios de turismo

Capítulo 7

Determinantes de la gestión de la innovación en los servicios de turismo

{ Paula Viviana Robayo Acuña y Andreína Moros Ochoa

Abstract

This study presents the results of the initial phase of a larger project, which aims to identify the determinants of tourism innovation from theory, in order to contrast them later against a contextual application in tourism corporations, hotels and clients. The methodology used was of a deductive nature of a qualitative and descriptive nature, in which bibliometric review was carried out in subscription databases (Scopus, Science direct and Ebsco) and free (Dialnet, Scielo, Redalyc) in the period 2013-2018. The above, allowed obtaining as a result, five determinants of innovation in tourism according to theory, these are: Market orientation, entrepreneurial orientation, ICT, cooperation or collaboration and social capital.

Palabras clave: Innovation, innovation management, services sector, tourism.

Introducción

El concepto de innovación en las organizaciones ha tenido muchas connotaciones desde sus orígenes, pero siempre con el objetivo de mejorar el rendimiento y permitir un mayor crecimiento en las organizaciones. Edgeman y Eskildsen (2014) consideraron la innovación como una responsabilidad conjunta de la dirección y el capital humano a través de actividades co-creativas con sus clientes y la sociedad.

Dada la importancia de la innovación en las organizaciones, se convierte en un tema de interés investigativo analizar los procesos de gestión de la misma en los diferentes sectores económicos. Uno de los sectores que ha demostrado un desarrollo creciente en las últimas décadas ha sido el sector turístico, el cual se encuentra enmarcado dentro de los servicios, los cuales se consideran una importante fuente de ingresos en las economías, gracias a la creación de empleo que genera.

Al respecto, el Foro Económico Mundial indica que esta industria para el 2016, contribuyó con US\$ 7,6 billones a la economía global, lo que representa el 10,2 % del PIB mundial generando de esta manera 292 millones de empleos (World Economic

Forum, 2017). Por su parte, la Organización Mundial de Turismo (OMT) (2017) expresa que este sector representa el 10 % del PIB mundial.

Uno de los sectores que ha demostrado un desarrollo creciente en las últimas décadas ha sido el sector turístico, el cual se encuentra enmarcado dentro de los servicios, los cuales se consideran una importante fuente de ingresos en las economías, gracias a la creación de empleo que genera.

En el caso de Colombia, los ingresos generados por el turismo ascienden alrededor de los US\$ 5.698 millones, lo que se traduce en un incremento de 7,4 % respecto al 2016 (Banco de la República, 2018) . El sector es igualmente productivo para el 2017, las cifras fueron muy positivas convirtiéndose en el segundo generador de divisas por encima de productos tradicionales como el café, el banano y las flores. Asimismo, de acuerdo con el estudio de competitividad del sector turístico, se ha podido establecer que el turismo en Colombia, dadas sus potencialidades y ventajas comparativas, se ha convertido en una fuente de negocios e inversión tan buena como el petróleo y sus derivados, pero ampliamente mejor en cuanto al reparto de sus beneficios y a su efecto dinamizador sobre el resto de la economía.

Sus múltiples atractivos permiten a Colombia la posibilidad de diseñar y competir con diversos productos turísticos para diferentes mercados (MinCit, 2017).

Este crecimiento del turismo en Colombia en los últimos años, hace necesario generar mayores esfuerzos en materia de fortalecimiento de la oferta turística tanto en los destinos como en los bienes y servicios, razón por la cual para el cumplimiento del objetivo general del Plan Sectorial de Turismo 2014-2018, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo planteó dentro del pilar de competitividad para el desarrollo turístico regional y territorial, lo siguiente:

Se requieren criterios de planificación y gestión de los destinos turísticos, que sean acordes con las tendencias globales, los avances en innovación, la sostenibilidad y la responsabilidad social; asimismo se considera como eje de articulación, la cooperación público-privada, en la que participen todos los agentes que forman parte, directa e indirectamente del sector. Estos factores de articulación deberán redundar en el refuerzo de la capacidad innovadora y creativa, no solo en nuevos productos y destinos turísticos consolidados, generadores de experiencias valiosas basadas en la alta calidad de la oferta de servicios, sino también en la puesta en valor y uso sostenible de la riqueza natural y cultural, única y diferenciada, el respeto por los valores y por lo auténtico (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2016, p. 37).

Al tener en cuenta los datos económicos señalados, se puede identificar la relevancia del turismo a nivel mundial y en Colombia, por lo cual se plantea como objetivo en esta investigación identificar los factores determinantes de la gestión de la innovación en el sector turístico, con el fin de generar un aporte a la comunidad científica, al sector turístico y a la sociedad en general que se beneficia del sector. La opinión de varios autores coincide en que la innovación es fundamental en los procesos organizacionales al traducirse en una ventaja competitiva.

Sin embargo, es importante destacar la diferencia que existe en la gestión de la innovación en productos y en los servicios. Hasta hace muy poco tiempo, la innovación se relacionaba mayoritariamente con el sector industrial, por lo cual existe un vacío en la literatura sobre cómo funciona la gestión de la innovación en organizaciones del sector servicios y, en particular, en turismo (De Jong, Bruins, Dolfma y Meijaard, 2003; Keller, 2006; Martínez-Ros y Orfila-Sintes, 2009; OCDE, 2005, 2010).

Autores como Hogan, Soutar, Mccolll-Kennedy y Sweeney (2011), Hogan y Coote (2014), Kohler, Feldmann, Kimbrough y Fromm (2014) afirman que la innovación en servicios presenta características particulares que han conllevado que la gestión de la innovación en este tipo de organizaciones presenta retos únicos y requiera de capacidades distintivas.

En el caso del sector turístico, el objetivo de este trabajo es hacer un estudio exploratorio sobre los determinantes de innovación; es decir, identificar aquellos factores que han sido y aquellos que podrían ser considerados innovadores, con el fin de generar una clasificación de los mismos. Se tienen como antecedentes de este estudio dos investigaciones tituladas: “Construcción de capacidades de innovación en iniciativas asociativas de empresas rurales del sector turístico: Provincia de Rionegro (Cundinamarca)” y el “Impacto de la innovación en la percepción de calidad de servicio de los clientes en el sector turístico en cuatro ciudades iberoamericanas: Cartagena, Temuco, San Sebastián y Bilbao”.

Así, este trabajo se encuentra dividido en las siguientes secciones: marco teórico que comprende los conceptos básicos de servicio, la innovación en el sector servicios y la innovación en el sector turístico; metodología que hace referencia a las fases metodológicas propuestas; resultados y, finalmente, las conclusiones.

Marco teórico

En esta sección se analizan los principales conceptos que componen el tema de investigación.

El servicio

Al iniciar con este referente teórico, es necesario definir las características de un servicio, teniendo en cuenta que de esto dependen muchas de las características del sector (servicios) que van mostrando la complejidad y diferenciación frente a los productos y específicamente a la industria manufacturera.

Así, Cook, Goh y Chung (1999) indican que ninguna definición única de servicio es capaz de abarcar toda la diversidad de servicios y atributos complejos que los acompañan. Sin embargo, a pesar de ser un concepto tan heterogéneo y diverso, muchos autores resaltan algunos aspectos comunes (Arzola y Mejías, 2007; Tacsir, 2011), entre ellos:

- “Su naturaleza intangible
- La intervención directa del cliente en el proceso de producción
- La calidad se expresa en términos de la percepción del cliente
- Que no existen inventarios luego de ejecutado el servicio
- El tiempo de prestación del servicio es una variable clave, al igual que la estrecha interacción entre la producción y el espacio
- Los bajos niveles de capital
- La naturaleza discontinua de sus procesos de producción
- El papel limitado de las economías de escala
- El uso intensivo de la información del producto que dificultan el almacenamiento y el transporte”.

Por otra parte, el sector de servicios se ha dado en función de la evolución de las necesidades de la sociedad moderna en la que han aparecido nuevas tecnologías y han surgido nuevas actividades económicas que antes no existían, como el comercio global, las telecomunicaciones, el turismo, servicio aéreo, los servicios bancarios, etc. Lo que ha conllevado que a nivel mundial se evidencie un crecimiento sostenido del sector de servicios en las últimas tres décadas, al igual que en los beneficios y empleos generados, a diferencia del sector de manufactura. Es entonces cuando se comienza a diferenciar el sector servicios de la manufactura, dadas sus particulares características.

La innovación en el sector de servicios

Frente a la innovación en los servicios, la OCDE (2010) sugiere que las empresas del sector de servicios innovan por los mismos motivos que lo hacen las empresas manufactureras, como aumentar su participación en el mercado, disminuir los costos, mejorar la calidad, entre otros. Sin embargo, los factores determinantes de la innovación en los servicios difieren de los del sector manufacturero, y por tanto, las empresas de servicios innovan de manera diferente a las manufactureras.

Algunos de estos factores son descritos en un trabajo de Fernández-Serrano y Martínez-Román (2016, p. 4), entre ellos:

- “Muchos aspectos de la innovación en los servicios no están directamente relacionados con la I + D, debido a que gran parte de estas innovaciones están relacionadas con cambios de procesos organizativos y de *marketing*, ya que la I + D refleja solo una pequeña parte de todo el esfuerzo innovador.

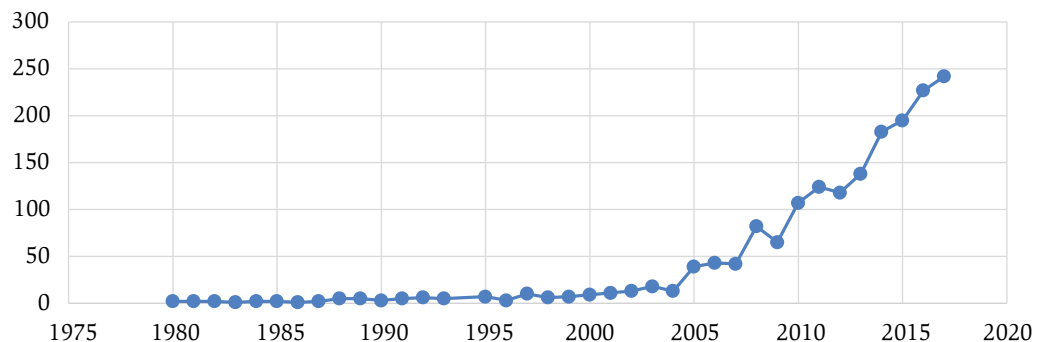
- La mayoría de las veces los servicios suelen depender de formas no tecnológicas de innovación como potenciadores de la productividad. Por consiguiente, parecería que, por ejemplo, la cooperación informal resulta más importante junto con otros factores, para la innovación en el sector de servicios que en el manufacturero.
- La actividad innovadora en los servicios suele ser un proceso continuo, lo que dificulta la identificación de las innovaciones como eventos individuales.
- Asociado con el factor anterior, la innovación en servicios en ocasiones consiste en implementar una serie de cambios graduales a menor escala que no siempre se traducen en la presentación de una novedad radical al mercado (más innovación incremental y menos radical)”.

Es decir, que la innovación en el sector de servicios es una actividad continua, generalizada y de colaboración, en la que las empresas desarrollan nuevas formas, productos y servicios que no necesariamente se basan en actividades formales de I + D (Fernández-Serrano y Martínez-Román, 2016; OCDE, 2010; Tacsir, 2011).

La innovación en el turismo

Para iniciar este apartado, es relevante indicar que la temática abordada ha tenido un importante crecimiento de interés en la literatura académica a partir del 2005, tal como se puede visualizar en el Gráfico 1, pasando de 2 artículos en 1980 a 39 en el 2005, año de gran incremento con una tendencia exponencial en los siguientes años, hasta un total de 242 documentos publicados en el 2017.

Gráfico 1. Documentos publicados por año sobre innovación en turismo

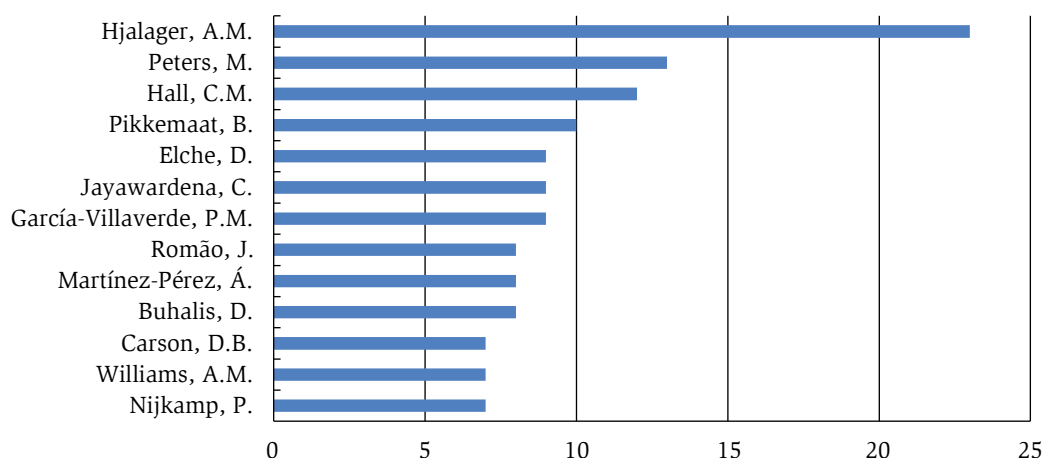


Fuente: elaboración propia, a partir de datos obtenidos en Scopus®.

En el Gráfico 2 se pueden visualizar los autores con más documentos escritos sobre innovación en turismo, entre ellos: Anne Mette Hjalager profesor Department of

Entrepreneurship and Relationship Management Centre for Tourism, Innovation & Culture en la University of Southern Denmark - SDU, quien desde 1990 ha venido realizando diversos estudios sobre la innovación específicamente en turismo, con un gran impacto para el sector. Sin embargo, frente a los países con mayor número de artículos sobre el tema, se encuentran China con 183 documentos, Reino Unido con 162, España con 155 y Estados Unidos con 152.

Gráfico 2. Número de documentos por autor sobre innovación en turismo



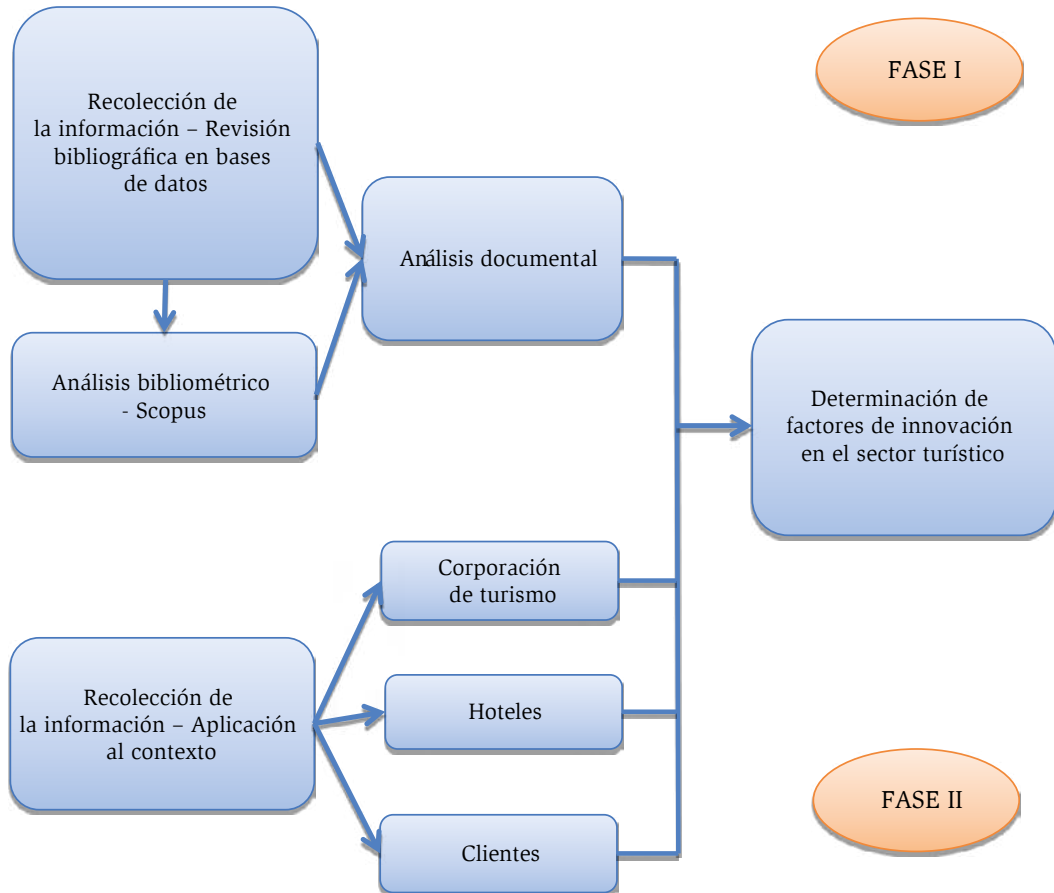
Fuente: elaboración propia, a partir de datos obtenidos en Scopus®.

Estos resultados evidencian el crecimiento de la investigación en esta temática. Algunos análisis relevantes permiten concluir que el turismo depende de formas no tecnológicas de innovación, siendo las innovaciones en proceso y en *marketing* las más influyentes sobre el desempeño del sector (Mattsson y Orfila-Sintes, 2014; Nicolau y Santa-María, 2013). Es una línea de estudio que está aún en crecimiento, despertando un gran interés en diferentes investigadores.

Metodología

El presente estudio forma parte de una investigación deductiva de carácter cualitativo y descriptivo, y es la fase inicial de un proyecto más amplio, que tiene por objetivo contrastar los determinantes de la innovación en turismo desde la teoría frente a una aplicación contextual en corporaciones de turismo, hoteles y clientes, tal como se observa en el Gráfico 3.

Gráfico 3. Fases metodológicas

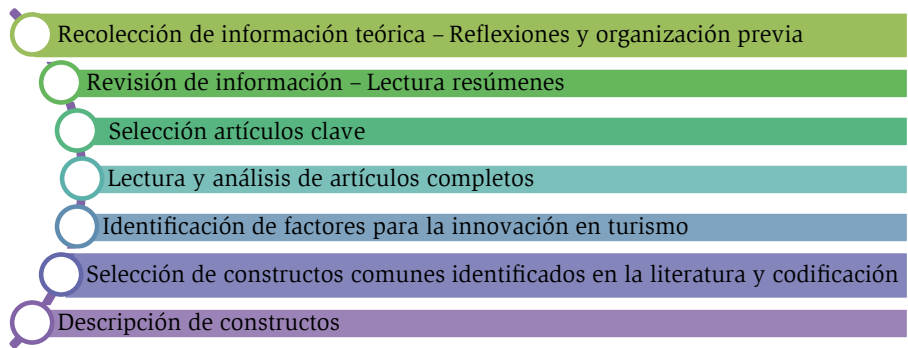


Fuente: elaboración propia (2018).

Los resultados de la fase inicial, presentados en este documento, se obtuvieron después de una revisión bibliométrica que permitió delimitar los estudios, alcances e investigaciones que han tenido mayor relevancia en los últimos años en el área de innovación en el sector de turismo. Esta bibliometría se llevó a cabo en las bases de datos por suscripción (Scopus, Science direct y Ebsco) y libres (Dialnet, Scielo, Redalyc), por intermedio de la ecuación de búsqueda: (tourism AND innovation). Se analizó el período 2013-2018, ya que permite conocer los estudios más recientes.

A continuación, en la Ilustración 1 se presenta el proceso llevado a cabo para la obtención de los resultados.

Ilustración 1. Pasos de la investigación



Fuente: elaboración propia (2018).

Una vez aplicados los pasos señalados en la Ilustración 1, se obtuvieron los resultados que se describen en el siguiente apartado.

Resultados

Basados en una revisión de la literatura existente, se resumen los trabajos que se consideraron destacados (de los últimos cinco años), que han hecho un aporte acerca de los aspectos de innovación en el sector turístico (véase Tabla 1).

Tabla 1. Estudios relevantes relacionados con la innovación en el sector turístico en los últimos cinco años

Investigadores	Propósitos / Resultados del estudio
Rodríguez, I., Williams, A. M., & Hall, C. M. (2014).	Los autores realizan un análisis sobre políticas de innovación turística y llegan a la conclusión que se centra más en la proximidad espacial y la cooperación que en el funcionamiento y los resultados de los sistemas de innovación territorial. Además, las revisiones existentes de las políticas de innovación turística resaltan su desempeño altamente desigual, subrayando la necesidad de investigación en este ámbito que proporciona una evaluación más crítica del potencial.
Hjalager, A. M. (2015)	Realizó un listado sobre las 100 innovaciones que transformaron el turismo.
Martínez-Román, J. A., Tamayo, J. A., Gamero, J., & Romero, J. E. (2015)	Proponen un modelo interactivo de dos etapas basado en la capacidad innovadora, el medioambiente y otros factores contextuales de las empresas, para explicar primero los resultados innovadores en productos y procesos y, posteriormente, la influencia de estos resultados en la rentabilidad de las pyme.
Sandoval, E., Zárraga Cano, L., & Ruiz Andrade, J. G. (2015)	Confirmaron con evidencias empíricas que la innovación en el sector turismo se genera en procesos, capacidades organizacionales y la tecnología.

(Continúa)

Tabla 1. Estudios relevantes relacionados con la innovación en el sector turístico en los últimos cinco años (*continuación*)

Investigadores	Propósitos / Resultados del estudio
Cruz, A., Martínez, E., Hincapié, J., & Torres, F. (2016)	Representa una contribución innovadora al brindar información sobre cómo se ha abordado el tema de la innovación en el contexto de empresas turísticas –restaurantes y hoteles–, además de brindar una visión general de la investigación realizada en México sobre el tema, siendo de interés a las empresas y la comunidad académica.
Gomezelj, D. O. (2016)	Los autores presentan una revisión sistemática de la literatura, diferentes enfoques de investigación y perspectivas sobre innovación turística; ofrecen una síntesis de los hallazgos y proporcionan una discusión y propuestas para futuras investigaciones.
Chen, J. S., Kerr, D., Chou, C. Y., & Ang, C. (2017)	Los autores exploran la dinámica de la colaboración entre las agencias de viajes y sus proveedores para co-crear valor para sus clientes. Se propone un modelo de investigación para examinar la relación entre seis elementos de co-creación (dinámica de co-creación), innovación de servicio, ventaja competitiva y dos antecedentes: adopción de tecnología y cambio ambiental y los efectos moderadores de la confianza.
Zach, F. J., & Hill, T. L. (2017)	Combinaron la estructura de la red y las medidas de relaciones a nivel de empresa para explorar la asociación entre el comportamiento innovador, la posición de la firma dentro de la red de un destino y las características de confianza relacional y de conocimiento de las relaciones orientadas a la innovación de una empresa. Encontraron que la colaboración actual, el conocimiento compartido y la confianza están asociados con el comportamiento innovador con las empresas asociadas, pero que la centralidad de la intermediación indica qué socios son los innovadores más prominentes en una población. Es decir, las características del nivel de relación facilitan las asociaciones de innovación, pero las características de la estructura de red identifican a los socios innovadores más exitosos.
Eide, D., Fuglsang, L., & Sundbo, J. (2017)	Definen la innovación en turismo como un concepto de experiencia, compromiso interno y compromiso externo.
Divisekera, S., & Nguyen, V. K. (2018)	En su estudio identificaron los siguientes insumos de innovación: la colaboración, el capital humano, la tecnología de la información y la financiación y factores institucionales como la propiedad extranjera (clave), la competencia del mercado, el tamaño de la empresa y el medioambiente, los cuales impulsan la innovación en las organizaciones turísticas.
Marasco, A., De Martino, M., Magnotti, F., & Morvillo, A. (2018)	Este estudio proporciona una síntesis del estado de la investigación sobre innovación colaborativa en turismo y hotelería. Presenta una revisión sistemática de la literatura académica y proporciona información sobre los problemas específicos abordados por los estudios en esta área.

Fuente: elaboración propia (2018), a partir de los diferentes autores descritos en la tabla.

Asimismo, indagando específicamente sobre los determinantes de la innovación en el sector de turismo, en la literatura se han destacado cuatro aspectos importantes

que de alguna manera difieren a lo que se ha planteado y analizado en empresas de industria manufacturera o de tecnología, los cuales son: primero, la orientación al cliente; segundo, la orientación al mercadeo; tercero, la orientación a la tecnología, y por último, la colaboración (García, Quintero y Arias-Pérez, 2014; Gussoni, 2009). Por la coincidencia entre los trabajos analizados, estos determinantes se tomaron como base en este estudio, lo que permitió realizar una propuesta de clasificación de constructos determinantes de innovación en el sector turístico y se identifica uno más que es el “capital social” (véase Ilustración 2).

Ilustración 2. Pasos de la investigación



Fuente: elaboración propia (2018).

A continuación, se analizan los aspectos más importantes de cada uno de ellos:

1. Orientación emprendedora

Este determinante es muy particular del sector de turismo, ya que en él se ve mejor representado el impacto económico que genera a una comunidad o territorio, a partir de la necesidad de superar las dificultades económicas que sufre la mayoría de los países en el mundo, impulsando actividades emprendedoras tendientes a contribuir al desarrollo sustentable y sostenible (Oyarvide-Ramírez, Nazareno-Véliz, Roldán-Ruanes y Ferrales-Arias, 2016), como lo ha sido el turismo en diferentes territorios, puesto que se ha convertido en un motor fundamental para el crecimiento económico, ya que ha superado la tasa de crecimiento de muchas otras industrias, incluso en entornos sujetos a turbulencias económicas (Fu, Okumus, Wu y Köseoglu, 2019; Tang y Tan, 2013; Webster y Ivanov, 2014).

Además y según la literatura, los hoteles pequeños y medianos son una extensión de las características empresariales de los propietarios/administradores de los hoteles (Jaafar, Abdul-Aziz, Maideen y Mohd, 2011), desempeñando un papel cada vez más destacado en relación con la oferta de servicios de turismo, la creación de empleo, el estímulo económico y la creación de imagen y el desarrollo equilibrado de los destinos (Carlisle, Kunc, Jones y Tiffin, 2013; Gurel, Altinay y Daniele, 2010; Hallak, Assaker y Lee, 2015).

Por otra parte, el emprendimiento también ha sido un elemento a resaltar como determinante de la innovación social, tal cual como lo mencionan Peeters y Ateljevic (2017) en cuanto a su investigación sobre los procesos de empoderamiento de mujeres, quienes han desarrollado emprendimientos asociados al turismo.

2. *Orientación al mercado (OM)*

Es importante destacar la definición que realizan algunos autores como indican Cauzo Bottala y Cossío Silva (2012), que para lograr una exitosa OM, es necesario llevar a cabo una profunda transformación cultural, desarrollando valores y normas de comportamiento afines al enfoque de la gestión organizacional.

Álvarez (2014) considera que la OM se refiere al desarrollo de un conjunto de actuaciones o comportamientos específicos y desde la perspectiva cultural este factor se orienta con normas y valores de la organización. Por su parte, Fernández-Serrano y Martínez-Román (2016) consideran que la orientación al mercado implica una potenciación del *marketing* en la empresa más allá del ámbito funcional de sus departamentos comerciales.

Como lo comentan Guadarrama, Rosales, De la Paz y Ortigosa (2015): en la práctica, para la organización materializar estudios de mercado que aporten a sus procesos de innovación, requieren segmentar a sus clientes para garantizar que se les brinde prioridad a los criterios emitidos por aquellos clientes que aportan mayor valor.

En resumen, la OM implica que para innovar es necesario conocer el mercado al que se dirige la propuesta, con el fin de generar valor para los clientes en la

medida que se compensan sus preferencias y las necesidades, posibilitando el desarrollo de las ventajas competitivas sostenibles y perdurables en el tiempo (López, Blanco y Guerra, 2009; Ospina y Riveros, 2015). Así, Díaz, Guerrero y Peña (2015) opinan que las empresas dotadas del apoyo de una matriz, lo cual denominan “emprendimiento corporativo”, disponen de una mayor capacidad de absorción de conocimiento y una definida orientación emprendedora hacia el mercado, lo que les permite rentabilizar mejor el esfuerzo realizado en innovación a través del lanzamiento de productos y servicios novedosos. Es decir, que la orientación al mercado no se puede desligar de la orientación emprendedora explicada anteriormente.

3. *Orientación a las TIC*

Este factor es indiscutible como determinante de la innovación. No es posible concebir el turismo sin tener en cuenta las TIC, tanto en la relación directa con el cliente como en el proceso de intermediación. Es importante que todas las pequeñas, medianas y grandes empresas del sector tengan incluidas en sus ofertas la tecnología, no solo para ser competitivos, sino también para no quedarse fuera del mercado.

Al respecto, Cerezo Medina y Guevara Plaza (2015) resaltan la importancia del nexo entre TIC y turismo, que se puede percibir mediante indicadores como el volumen de comercio electrónico en turismo, el uso de las tecnologías móviles por los viajeros durante todas las fases del proceso de compra y consumo y el grado de implantación de las TIC en las empresas turísticas (tecnologías móviles, ciudades y destinos inteligentes, medios sociales, etc.).

El año pasado, Rahmani, Gnoth y Mather (2017) realizaron una investigación en Nueva Zelanda para demostrar el comportamiento de los clientes, quienes documentan cada vez más sus historias, lo que les ayuda a mejorar sus experiencias. Así, el sector turístico debe tener en cuenta la importancia de la información compartida de sus servicios en las redes sociales de sus clientes, ya que Internet se ha convertido en un medio de promoción muy importante. Por ejemplo, Yen y Tang (2019) analizan los efectos del rendimiento de los atributos de los hoteles a través del “eWOM” (Word of Mouth), es decir, “el boca a boca” electrónico, que influye en las actitudes de los consumidores, percepciones, intenciones y la elección de productos en el contexto de planificación turística.

Es un hecho que la tecnología avanza a pasos agigantados, en muy poco tiempo la oferta de servicios turísticos ha cambiado, desarrollando gran cantidad de servicios (App, Internet de las cosas, realidad virtual, páginas web interactivas, entre otros), que se convierten en generadores de grandes cantidades de información. Li, Xu, Tang, Wang y Li (2018) comentan que los grandes datos relacionados con el turismo se dividen en tres categorías principales: datos UGC (generados por los usuarios) que incluyen datos textuales en línea y datos fotográficos en línea; datos del dispositivo (generado a través del uso de dispositivos) que incluyen datos de GPS, datos de itinerancia móvil, datos de Bluetooth, etc., y, finalmente, los datos de transacciones (por operaciones) que incluyen datos de búsqueda en la web, datos de visitas a la página web, datos de reservas en línea, etc. Para cada tipo de información, se hace un análisis sistemático desde las perspectivas de los enfoques de investigación, las características de los datos, las técnicas analíticas, los principales desafíos y otras direcciones, lo cual permite obtener conclusiones importantes para la toma de decisiones y diseño de estrategias.

Se puede evidenciar de esta forma, la importancia del uso de las TIC en el sector turístico en la oferta, los intermediarios y la información que se genera, por el gran dinamismo en el que se ve inmerso en los últimos años.

4. *Cooperación o colaboración*

Este factor ha venido trabajándose por diferentes autores de manera independiente y asociado, en principio, a la industria manufacturera dejando de lado al sector servicios. De hecho, los primeros indicios se dan con la innovación abierta, la cual es un campo de estudio relativamente nuevo, teniendo en cuenta que este término fue acuñado por Chesbrough (2003), quien destacó varios factores que erosionaron los límites dentro de los cuales se produce la innovación y catalizaron un movimiento hacia modelos más abiertos de innovación. Así, la innovación abierta ha experimentado un fuerte aumento en la atención académica –por ejemplo, Chesbrough y Bogers (2014); Dahlander y Gann (2010); Randhawa, Wilden y Hohberger (2016); West y Bogers (2014)–, lo que ha permitido obtener información importante sobre el uso de las empresas flujos de conocimiento para acelerar la innovación interna y las salidas de conocimiento para expandir los mercados para el uso externo de la innovación (Chesbrough, 2006, citado en Bogers *et al.*, 2017).

Sin embargo, ha habido relativamente poca investigación centrada en el trabajo colaborativo, pero es un tema que se viene desarrollando desde hace varios años. Hu, Horng y Sun (2009) apoyan el rol de la cultura del equipo en mantener y moderar la relación entre el intercambio de conocimientos y el desempeño de la innovación de servicio y sus resultados indicaron que las relaciones entre el intercambio de conocimientos, la cultura del equipo y el desempeño de la innovación de servicio son significativas y sólidas. La principal implicación práctica general que se puede extraer de estos hallazgos, es que para lograr un alto rendimiento de innovación deservicio, las organizaciones primero necesitan desarrollar comportamientos de intercambio de conocimientos y una mejor cultura de equipo.

Por eso, reconocer que la empresa no siempre es el agente central en el proceso de innovación, también está impulsando una agenda de investigación que se centra en esfuerzos de colaboración más amplios con “otros” externos, incluidos usuarios, universidades, empresas y gobiernos. Por tanto, la innovación exitosa se entiende cada vez más como el resultado de tales relaciones y la gestión de los conocimientos y recursos externos, lo que significa que la empresa no siempre puede controlar su desarrollo. Innovación y colaboración no son excluyentes entre sí, sino que, al contrario, se alimentan mutuamente. La innovación se logra gracias a la colaboración, y la colaboración se ve fortalecida cuando los objetivos de innovación permean en toda la organización (Vitasek, 2015).

Por su parte, Cummings (2013) define que:

Las capacidades integran el conjunto de saberes que poseen los actores: saber-conocimiento, saber hacer y saber estar (relacionarse-posicionarse). La construcción o el fortalecimiento de las capacidades implica la formación y la investigación formal, también resultados del “aprender haciendo”, reflexionando sobre sus propias experiencias, y del intercambio con otros actores. Además, las capacidades integran también el “poder hacer” con recursos propios y la movilización de otros recursos a través de las relaciones con otros actores clave, para poder aplicar en la práctica sus saberes acumulados (p. 302).

..... 

La relación entre el intercambio de conocimientos y el desempeño de la innovación de servicio y sus resultados indicaron que las relaciones entre el intercambio de conocimientos, la cultura del equipo y el desempeño de la innovación de servicio son significativas y sólidas.

Desde el turismo concretamente, se resalta la cooperación y colaboración como un factor de innovación determinante, puesto que la competitividad de los destinos turísticos depende, en gran medida, de la novedad de una oferta conjunta de empresas complementarias del sector ubicada en el mismo territorio (Fernández-Serrano y Martínez-Román, 2016).

Sin embargo, hay una escasa inclinación hacia la cooperación de las empresas turísticas de acuerdo con Erkus-Öztürk (2010) y Martínez-Román, Tamayo, Gamero y Romero (2015). Es así que la colaboración toma fuerza como uno de los determinantes de la innovación en turismo, “para formular nuevos sistemas y procedimientos de cooperación entre las universidades, centros tecnológicos y otros agentes del conocimiento y las empresas turísticas para aumentar el nivel de innovación en este sector (Hjalager, 2010)”, citado en Fernández-Serrano y Martínez-Román (2016). Por otro lado, los resultados de las innovaciones en turismo han sido, primero, un cambio en las interacciones y prácticas sociales, y segundo, la contribución al desarrollo social de las comunidades (Mosedale y Voll, 2017).

Otro concepto desarrollado en el sector que se refiere a la colaboración y cooperación es el de co-creación: Rihova, Buhalis, Moital y Gouthro (2014) hicieron un estudio en Australia en el que se analizan los valores y preferencias del paisaje para el desarrollo del turismo y así determinar la fuerza relativa de los valores del paisaje como predictores de las preferencias de desarrollo específicas del lugar. Los resultados arrojaron que las preferencias de desarrollo turístico están más asociadas con los valores de recreación, paisaje económico y paisajístico, mientras que las preferencias de desarrollo residencial están más asociadas con los valores recreativos, económicos y de aprendizaje. En conjunto, se discuten los beneficios potenciales del método para los procesos de planificación del uso de la tierra. Tres años más tarde, Chen *et al.* (2017) analizan el valor del cliente al cliente mediante un modelo teórico de dinámicas de co-creación, innovación de servicio y ventaja competitiva. El estudio sugiere que los gerentes deben incluir enfoques de creación conjunta con socios y clientes mientras desarrollan nuevos servicios. Además, deben desarrollar capacidades para mejorar la competencia de creación conjunta de negocios e innovación de servicios como recursos operativos y una fuente fundamental para obtener una ventaja competitiva.

5. *Capital social*

Para Bourdieu (1980), el capital social es un “conjunto de los recursos reales o potenciales que se vinculan con la posesión de una red duradera de relaciones más o menos institucionalizadas de interconocimiento y de interreconocimiento” (citado

en Figueroa, 2007). Arapa, Junco, Arotoma y Gálvez (2016) afirman que el capital social se convierte en un elemento de competitividad en un contexto de globalización. Por esta razón, se ha convertido en un tema importante para ser investigado. A continuación, se menciona la opinión de algunos autores que han trabajado el tema en los últimos años:

- Kim, Lee y Bonn (2016) realizaron un estudio para medir las relaciones entre el capital intelectual, el capital social y el rendimiento y los resultados muestran que el capital social tiene efectos significativos en el vínculo común y la identidad, siendo ligeramente mayor en la identidad común.
- García-Villaverde, Elche, Martínez-Pérez y Ruiz-Ortega (2017) analizaron el papel de la percepción del dinamismo del mercado entre las tres dimensiones del capital social (estructural, relacional y cognitiva) y la innovación radical en el contexto de los grupos de turismo cultural. Dicho estudio muestra efectos directos y moderados para las dimensiones del capital social, se resalta el efecto negativo del capital social estructural sobre la innovación radical que empeora cuando la percepción del dinamismo del mercado es mayor.
- Otro reciente estudio de Leonardi y Casal (2018), hace énfasis en la importancia del rol de las políticas en la formación o ampliación del capital social como uno de los factores que define el desarrollo del turismo rural, lo que definen como una experiencia asociativa que permitió dinamizar algunas actividades productivas, crear nuevos emprendimientos vinculados al turismo y nuevas modalidades de turismo rural.

Se evidencia de esta forma la importancia de las personas que intervienen mediante procesos participativos y colaborativos en la generación de innovación, lo que permite crear redes para permear estas innovaciones en el mercado objetivo al que se quiere llegar.

Conclusiones

El objetivo de esta primera fase investigativa fue identificar aquellos factores que podrían ser considerados determinantes de la innovación en el turismo, con el fin de generar una clasificación de los mismos. A partir de ello, se presentaron cinco determinantes de la innovación en el sector de turismo, basados en un análisis de tipo documental (artículos académicos).

Lo anterior teniendo en cuenta la importancia de la innovación en las organizaciones, y para este caso, en particular, como una forma de conocer más sobre el proceso de innovación de uno de los sectores que ha demostrado un desarrollo creciente en las últimas décadas: el turismo (el cual se considera de gran importancia como generador de ingresos y creador de empleos en diferentes países), sin perder de vista en el análisis las características propias y particulares de esta actividad, por formar parte del sector servicios y que crean una brecha frente a los procesos y los factores del desarrollo de la innovación frente a la industria manufacturera.

Así se concluye, que desde la metodología usada, se pueden identificar y categorizar cinco factores determinantes de la innovación en turismo: la orientación al cliente o al mercado; la orientación emprendedora; la orientación a la tecnología; la cooperación o colaboración, y el capital social.

A partir de lo anterior se identificaron algunas características específicas de cada uno de estos elementos para el desarrollo de la innovación, concluyéndose lo siguiente:

- La orientación al mercado y la orientación emprendedora, tienen un papel determinante en la innovación, puesto que para innovar es necesario conocer el mercado al que se dirige la propuesta, con el fin de generar valor para los clientes en la medida que se compensan sus preferencias y las necesidades, posibilitando el desarrollo de las ventajas competitivas sostenibles y perdurables en el tiempo, función específica de la orientación al mercado. La cual, a su vez, se ve complementada por la orientación emprendedora, impulsando actividades tendientes a contribuir al desarrollo sustentable y sostenible, y la formalización de las nuevas oportunidades brindadas por el mercado. La articulación de las dos orientaciones es vital, ya que desempeñan un papel cada vez más destacado en relación con la oferta de servicios de turismo, la creación de empleo, el estímulo económico, la creación de imagen y el desarrollo equilibrado de los destinos.
- Sin embargo, es importante resaltar que la orientación emprendedora ha sido poco abordada en los estudios académicos, haciendo que el espíritu empresarial en turismo sea actualmente rico en la práctica, pero pobre en el desarrollo teórico brindando así una oportunidad para ahondar mucho más en el emprendimiento y el espíritu empresarial como un determinante de la innovación en turismo.

- No es posible concebir el turismo sin tener en cuenta las TIC, tanto en la relación directa con el cliente como en el proceso de intermediación. Por ello, en el sector servicios debe tenerse una rápida habilidad para la adaptación y adopción de las innovaciones tecnológicas, con el fin de aumentar la calidad de servicio que se ofrece, en especial el sector turístico en el que se involucran diferentes actores: prestador del servicio, intermediarios y clientes. Además, de la importancia que representa la información que se genera para el sector, para el Estado y para la sociedad en general.
- Frente a la cooperación y colaboración, este se resalta como un factor de innovación determinante, puesto que la competitividad de los destinos turísticos depende, en gran medida, de la novedad de una oferta conjunta de empresas complementarias del sector ubicada en el mismo territorio; sin embargo, hay una escasa inclinación hacia la cooperación de las empresas turísticas. Y esta necesidad permite el desarrollo de líneas futuras de investigación y aplicación de procesos de co-creación con los diferentes agentes que forman parte del sistema de innovación y del turismo.
- El capital social relacional contribuye a la capacidad de emprender. Sin embargo, la aplicación del concepto de capital social en la investigación turística es relativamente escasa y se ha prestado poca atención a su papel en el desarrollo del turismo regional y comunitario.

A su vez, cabe destacar que estos factores no son islas apartadas, sino que, al contrario, cada uno de ellos se encuentra totalmente integrado y articulado a los demás. Lo que conlleva que la innovación a nivel general (y de carácter social, como una aplicación amplia de la innovación en turismo) se pueda ver como un proceso de innovación colaborativa, donde este último se beneficia de las redes, la cooperación y la co-producción (Sørensen, 2007) facilitada por los nuevos desarrollos en TI o como un resultado social, que cambia las interacciones y prácticas sociales en las comunidades y territorios que eligen al turismo como una nueva oportunidad de desarrollo.

Queda aún mucho por investigar al respecto. Por tanto, se sugiere como tema futuro a tratar, el detallar más a cada uno de los procesos y aportes que genera cada uno de estos determinantes de la innovación al turismo, con sus procesos e implementación específica.

Referencias

- Álvarez, Y. (2014). *La orientación al mercado en el sector turístico con el uso de las herramientas de la web social, efectos en los resultados empresariales (Doctoral dissertation, Universidad de Cantabria)*. Santander.
- Arapa, E., Junco, R., Arotoma, S., & Gálvez, J. (2016). Capital social y competitividad del turismo en un contexto de globalización: Huamanga. *REDIELUZ*, 4(2).
- Arzola, M., & Mejías, A. (2007). Modelo conceptual para gestionar la innovación en las empresas del sector servicios. *Revista Venezolana de Gerencia*, 12(37), 66 - 79.
- Banco de la República. (Marzo de 2018). *Informes y Reportes*. Obtenido de Obtenido de Boletín Económico: www.banrep.gov.co/es/taxonomy/term/4306
- Bogers, M., Zobel, A.-K., Afuah, A., Almirall, E., Brunswicker, S., Dahlander, L., . . . others, a. (2017). The open innovation research landscape: established perspectives and emerging themes across different levels of analysis, Industry and Innovation. *Industry and Innovation*, 24(1), 8 - 40. doi:<https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1240068>
- Carlisle, S., Kunc, M., Jones, E., & Tiffin, S. (2013). Supporting innovation for tourism development through multi-stakeholder approaches: experiences from Africa. *Tourism Management*, 35, 59 - 69. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.05.010>
- Cauzo Bottala, L., & Cossío Silva, F. (2012). Análisis del efecto inmediato y diferido de la orientación al mercado sobre los resultados organizacionales. Un estudio longitudinal. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa (IEDEE)*, 18(3), 228 - 236.
- Cerezo Medina, A., & Guevara Plaza, A. (2015). El papel estratégico de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el turismo. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, 2(2), 52 - 69.
- Chen, J., Kerr, D., Chou, C., & Ang, C. (2017). Business co-creation for service innovation in the hospitality and tourism industry. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 29(6), 1522 - 1540. doi:<https://doi.org/10.1108/IJCHM-06-2015-0308>

- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Chesbrough, H., & Bogers, M. (2014). Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation. En h. Chesbrough, W. Vanhaverbeke, & J. .. West, *New Frontiers in Open Innovation* (págs. 3–28). Oxford: Oxford University Press.
- Cook, D., Goh, C., & Chung, C. (1999). Service typologies: a state of the art survey. *Production and Operations Management*, 8(3), 318 - 338.
- Cruz, A., Martinez, E., Hincapié, J., & Torres, F. (2016). Innovation in tourism companies, where are they and where are they going? An approach to the state of knowledge. *Intangible Capital*, 12(4), 1088 - 1155.
- Cummings, A. (2013). Construyendo capacidades de innovación en iniciativas asociativas de pequeñas agroindustrias rurales en El Salvador. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 8(24), 295 - 319.
- Dahlander, L., & Gann, D. M. (2010). How Open is Innovation? *Research Policy*, 39(6), 699–709. doi:10.1016/j.respol.2010.01.013
- De Jong, J., Bruins, A., Dolfsma, W., & Meijaard, J. (2003). *Innovation in service firms explored: what, how and why?* Zoetermeer: EIM Business & Policy Research.
- Díaz, Y., Guerrero, M., & Peña, I. (2015). Productividad de la innovación a través del Emprendimiento Corporativo. *Universia Business Review*, 32 - 47.
- Divisekera, S., & Nguyen, V. (2018). Determinants of innovation in tourism evidence from Australia. *Tourism Management*(67), 157 - 167. doi:https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.01.010
- Edgeman, R., & Eskildsen, J. (2014). Modeling and assessing sustainable enterprise excellence. *Business Strategy and the Environment*, 23(3), 173-187.
- Eide, D., Fuglsang, L., & Sundbo, J. (2017). Management challenges with the maintenance of tourism experience concept innovations: Toward a new research agenda. *Tourism Management*, 63, 452 - 463.
- Erkus-Öztürk, H. (2010). The significance of networking and company size in the level of creativeness of Tourism Companies: Antalya Case. *European Planning Studies*, 18(8), 1247 - 1266.

- Fernández-Serrano, J., & Martínez-Román, J. (2016). Factores impulsores de la innovación en el sector servicios y turismo. *Working Paper*, 8., 1 - 34.
- Figueroa, V. (2007). *Capital social y desarrollo indígena urbano: una propuesta para una convivencia multicultural. Los mapuches de Santiago de Chile.* . Chile: Tesis inédita de Doctorado. Universitat Ramon Llull.
- Fu, H., Okumus, F., Wu, K., & Köseoglu, M. (2019). The entrepreneurship research in hospitality and tourism. *International Journal of Hospitality Management*, 78, 1 - 12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.10.005>
- García, O., Quintero, J., & Arias-Pérez, J. (2014). Capacidades de Innovación, desempeño innovador y desempeño organizacional en empresas del Sector Servicios. *Cuadernos de Administración*, 27(49), 87 - 108.
- García-Villaverde, P., Elche, D., Martínez-Pérez, Á., & Ruiz-Ortega, M. (2017). Determinants of radical innovation in clustered firms of the hospitality and tourism industry. *International Journal of Hospitality Management*, 61, 45 - 58.
- Gomezelj, D. (2016). A systematic review of research on innovation in hospitality and tourism. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 28(3), 516 - 558. doi:<https://doi.org/10.1108/IJCHM-10-2014-0510>
- Guadarrama, E., Rosales, E., De la Paz, L., & Ortigosa, M. (2015). Medición del valor del cliente, una contribución al marketing y la innovación en hoteles. *Revista avanzada científica*, 18(1).
- Gurel, E., Altinay, L., & Daniele, R. (2010). Tourism Students' Entrepreneurial Intentions. *Annals of Tourism Research*, 37(3), 646 - 669. doi:10.1016/j.annals.2009.12.003
- Gussoni, M. (2009). *Università Di Pisa. Department of Economics and Management.* Recuperado el Julio de 2018, de The determinants of inter-firms R&D: <https://www.ec.unipi.it/documents/Ricerca/papers/2009-86.pdf>
- Hallak, R., Assaker, G., & Lee, C. (2015). Tourism Entrepreneurship Performance. The Effects of Place Identity, Self-Efficacy, and Gender. *Journal of Travel Research*, 54(1), 36 - 51. doi:10.1177/0047287513513170
- Hjalager, A. (2010). A review of innovation research in tourism. *Tourism Management*(31), 1 - 12.

- Hjalager, A. (2015). 100 Innovations That Transformed Tourism. *Journal of Travel Research*, 54(1), 3 - 21. doi:<https://doi.org/10.1177/0047287513516390>
- Hogan, S., & Coote, L. (2014). Organizational culture, innovation, and performance: A test of Schein's model. *Journal of Business Research*, 67(8), 1609 - 1621. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.09.007>
- Hogan, S., Soutar, G., Mccoll-Kennedy, J., & Sweeney, J. (2011). Reconceptualizing professional service firm innovation capability: Scale development. *Industrial Marketing Management*, 40(8), 1264 - 1273. doi:<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2011.10.002>
- Hu, M., Horng, J., & Sun, Y. (2009). Hospitality teams: Knowledge sharing and service innovation performance. *Tourism Management*, 30(1), 41 - 50.
- Jaafar, M., Abdul-Aziz, A., Maideen, S., & Mohd, S. (2011). Entrepreneurship in the tourism industry: Issues in developing countries. *International Journal of Hospitality Management*, 30(4), 827 - 835. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2011.01.003>
- Keller, P. (2006). Chapter 2. Innovation and Tourism Policy. En O. -O.-O. DEVELOPMENT, *Innovation and growth in Tourism* (págs. 17 - 40). París: OCDE.
- Kim, M., Leea, C., & Bonn, M. (2016). The effect of social capital and altruism on seniors' revisit intention to social network sites for tourism-related purposes. *Tourism Management*, 53, 96 - 107.
- Kohler, M., Feldmann, N., Kimbrough, S., & Fromm, H. (2014). Service Innovation Analytics: Leveraging Existing Unstructured Data to Assess Service Innovation Capability. *International Journal of Information System Modeling and Design*, 5(2), 1 - 21. doi: 10.4018/ijismd.2014040101
- Leonardi, V., & Casal, I. (2018). Capital social y políticas públicas para la promoción del turismo rural: el análisis de una experiencia asociativa (Argentina). *Gran Tour. Revista de investigaciones Turísticas*(17), 35 - 54.
- Li, J., Xu, L., Tang, L., Wang, S., & Li, L. (2018). Big data in tourism research: A literature review. *Tourism Management*, 68, 301 - 323. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.03.009>

- López, O., Blanco, M., & Guerra, S. (2009). Evolución de los modelos de la gestión de innovación. (Evolution of innovation administration models). *InnOvaciOnes de NegOciOs*, 5(2), 251 - 264.
- Marasco, A., De Martino, M., Magnotti, F., & Morvillo, A. (2018). Collaborative innovation in tourism and hospitality: a systematic review of the literature. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 30(6), 2364 - 2395. doi:<https://doi.org/10.1108/IJCHM-01-2018-0043>
- Martínez-Román, J., Tamayo, J., Gamero, J., & Romero, J. (2015). Innovativeness and business performances in tourism SMEs. *Annals of Tourism Research*(54), 118 - 135.
- Martínez-Ros, E., & Orfila-Sintes, F. (2009). Innovation activity in the hotel industry. *Technovation*, 29(9), 632 - 641. doi:<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.02.004>
- Mattsson, J., & Orfila-Sintes, F. (2014). Hotel innovation and its effect on business performance. *International Journal of Tourism Research*, 16(4), 338 - 398.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2016). *Plan Sectorial de Turismo “ Turismo para la construcción de la Paz” 2014-2018*. Bogotá, D.C.: MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. Obtenido de https://fontur.com.co/aym_document/aym_estudios_fontur/POLITICAS_PUBLICAS_3.PDF
- Mosedale, J., & Voll, F. (2017). Social Innovations in Tourism: Social practices contributing to social development. En P. Sheldon, & R. Daniele, *Social Entrepreneurship and Tourism. Philosophy and Practice*. (pág. 332). Springer International Publishing.
- Nicolau, J., & Santa-María, M. (2013). The effect of innovation on hotel market value. *International Journal of Hospitality Management*(32), 71 - 79.
- OCDE. (2005). *Working party on Innovation and Technology Policy: Promoting Innovation in Services*. París: OCDE.
- OCDE. (2010). *The OCDE Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow*. París: OCDE.
- Organización Mundial de Turismo (OMT). (2017). *Panorama OMT del turismo internacional. Edición 2017*. . España: UNTWO.

- Ospina, R., & Riveros, J. (2015). Orientación al mercado e innovación en las empresas del Sector Servicios de la ciudad de Villavicencio. *Sotavento MBA*(25), 34 - 46.
- Oyarvide-Ramírez, H., Nazareno-Véliz, I., Roldán-Ruanes, A., & Ferrales-Arias, Y. (2016). Emprendimiento como factor del desarrollo turístico rural sostenible. *Retos de la Dirección*, 10(1), 71 - 93.
- Peeters, L., & Ateljevic, I. (2017). Women Empowerment - Entrepreneurship Nexus in Tourism: Processes of Social Innovation. *Tourism and Entrepreneurship; International Perspectives*, 75 - 89.
- Rahmani, K., Gnoth, J., & Mather, R. (2017). Tourists' Participation on Web 2.0: A Corpus Linguistic Analysis of Experiences. *Journal of Travel Research*, 57(8), 1108 - 1120.
- Randhawa, K., Wilden, R., & Hohberger, J. (2016). A Bibliometric Review of Open Innovation: Setting a Research Agenda. *Journal of Product Innovation Management*, 36(6), 750 - 772.
- Rihova, I., Buhalis, D., Moital, M., & Gouthro, M. (2014). Conceptualising Customer-to-customer Value Co-creation in Tourism. *International Journal of Tourism Research*, 17(4), 356 - 363. doi: <https://doi.org/10.1002/jtr.1993>
- Rodríguez, I., Williams, A., & Hall, C. (2014). Tourism innovation policy: Implementation and outcomes. *Annals of Tourism Research*, 49, 76 - 93.
- Sandoval, E., Zárraga-Cano, L., & Ruíz-Andrade, J. (2015). Innovación en el Sector Turismo de Cancún: Evidencias Empíricas (Innovation in the Tourism Sector in Cancun: Empirical Evidence). *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 8(4), 93 - 105.
- Sørensen, F. (2007). The geographies of social networks and innovation in tourism. *Tourism Geographies*, 9(1), 22 - 48.
- Tacsir, E. (2011). *Innovation in Services: The hard case for Latin America and Caribbean*, Inter-American Development Bank Discussion Paper IDB-DP-203. Obtenido de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36589216>
- Tang, C., & Tan, E. (2013). How stable is the tourism-led growth hypothesis in Malaysia? Evidence from disaggregated tourism markets. *Tourism Management*, 37, 52 - 57. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.12.014>

- Vitasek, K. (13 de Enero de 2015). *Forbes*. Recuperado el 08 de Agosto de 2018, de Innovation and Collaboration: It's Not An Either-Or Proposition: <https://www.forbes.com/sites/katevitasek/2015/01/13/innovation-and-collaboration-its-not-an-either-or-proposition/#2f7e60179bef>
- Webster, C., & Ivanov, S. (2014). Transforming competitiveness into economic benefits: does tourism stimulate economic growth in more competitive destinations? *Tourism Management*, 40, 137 - 140. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.06.003>
- West, J., & Bogers, M. (2014). Leveraging External Sources of Innovation: A Review of Research on Open Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(4), 814 - 831. doi:10.1111/jpim.2014.31.issue-4
- World Economic Forum. (2017). *The Travel & Tourism Competitiveness Report 2017*. Geneva: World Economic Forum. Obtenido de http://www3.weforum.org/docs/WEF_TTCR_2017_web_0401.pdf
- Yen, C., & Tang, C. (2019). The effects of hotel attribute performance on electronic word-of-mouth (eWOM) behaviors. *International Journal of Hospitality Management*, 76, Part A., 9 - 18.
- Zach, F., & Hill, T. (2017). Network, knowledge and relationship impacts on innovation in tourism destinations. *Tourism Management*, 62, 196 - 207. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.04.001>

Capítulo 8

Uso del sistema de
propiedad industrial
para signos distintivos
en Colombia: un
análisis departamental
(2000-2016)

Capítulo 8

Uso del sistema de propiedad industrial para signos distintivos en Colombia: un análisis departamental (2000-2016)

{ Jenny-Paola Lis-Gutiérrez, Álvaro Zerda-Sarmiento, Manuel Ignacio Balaguera, Mercedes Gaitán-Angulo y Melissa Lis-Gutiérrez

Resumen

Este capítulo tiene como propósito establecer la distribución espacial en Colombia de la solicitud y concesión de signos distintivos entre 2000 y 2016. Para ello, se calculó la autocorrelación espacial hasta el orden 7 para el acumulado de cada uno de los tipos de signos distintivos solicitados y concedidos, y un modelo de conglomerados espacial con el fin de identificar grupos de departamentos con respecto a su comportamiento en la innovación, considerando como *proxy* los registros y concesiones de signos distintivos de residentes en Colombia entre 2000 y 2016. Dentro de los hallazgos se identificó que i) en Colombia no se cuenta con la cultura del registro en forma oportuna y adecuada de las signos distintivos; ii) no hay evidencia de autocorrelación espacial; iii) en los departamentos de Amazonas, Vaupés, Guaviare, Guainía, Vichada, las antiguas intendencias, no se llevó a cabo ningún tipo de registro entre 2000 y 2016; iv) se requiere promover las campañas de registro, educación sobre el sistema de propiedad industrial y un incremento en los puntos de atención de la Superintendencia de Industria y Comercio, en los

departamentos de Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, Atlántico y Cundinamarca, ya que demostraron un potencial para los registros de signos distintivos.

Palabras clave: índice de Moran, autocorrelación espacial, análisis de conglomerados, distribución espacial, signos distintivos.

Introducción

De acuerdo con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (2010), la propiedad intelectual (PI) se refiere a “las creaciones de la mente: invenciones, obras literarias y artísticas, así como símbolos, nombres e imágenes utilizadas en el comercio” (p. 2). Bajo el esquema de protección tradicional, la PI se divide en tres ramas: propiedad industrial, derechos de autor y derechos conexos, y variedades vegetales (Lis-Gutiérrez *et al.*, 2018).

Los países ricos y los países pequeños o pobres aplican los derechos de propiedad intelectual, los primeros para proteger sus innovaciones, los segundos para acceder a los mercados extranjeros, mientras que los países emergentes son más flexibles en la aplicación de los sistemas de PI.

De los estudios más recientes sobre propiedad intelectual se pueden destacar los de Alimov (2019), en el cual se identificó como uno de los beneficios de la reforma en los sistemas de PI en algunos países, estuvieron relacionados con reducciones significativas en el costo de la deuda, específicamente en las tasas de los préstamos en las industrias que son más intensivas en propiedad intelectual. Igualmente, se encuentra el de Auriol, Biancini y Paillacar (2019), quienes identificaron que la aplicación de los derechos de propiedad intelectual aumenta las oportunidades de exportación a las economías avanzadas (Campi y Dueñas, 2019), pero tiene efectos negativos en países en desarrollo como ralentizar las transferencias tecnológicas y reducir los incentivos para invertir en I + D. Por ello, establecen que la aplicación de los derechos de propiedad intelectual tiene forma de U; los países ricos y los países pequeños o pobres aplican los derechos de propiedad intelectual, los primeros para proteger sus innovaciones, los segundos para acceder a los mercados extranjeros, mientras que los países emergentes son más flexibles en la aplicación de los sistemas de PI (Papageorgiadis y McDonald, 2019). Igualmente, Sweet y Eterovic (2019) identificaron mediante un panel

dinámico de 70 países entre 1965 y 2009 que los derechos de patente no tienen efecto en el crecimiento de la productividad.

Desde otra perspectiva, autores como Borissova (2018), reconocen la importancia del papel del patrimonio cultural para definir la identidad nacional, el desarrollo sostenible y la compatibilidad de las industrias creativas, y específicamente en los museos (Magnani, Guttorm y Magnani, 2018).

Ahora bien, de los estudios más recientes de marcas se pueden destacar el de Barroso, Giarratana y Pasquini (2019), en el cual se identificó que las marcas registradas permiten medir el grado de innovación y la capacidad de respuesta en mercados externos. Igualmente, se encuentra el estudio de Miric, Boudreau y Jeppesen (2019), quienes indican que la gran mayoría de los desarrolladores de gran tamaño explotan una combinación de mecanismos informales y derechos formales de propiedad intelectual, usando derechos de autor, patentes y marcas.

Por su parte, Denicolai, Hagen, Zucchella y Dudinskaya (2018) analizaron los datos de panel durante cuatro años, y en una muestra intersectorial de empresas cotizadas europeas que constaba de 712 observaciones. Los resultados revelan que la actitud de la empresa para enriquecer el portafolio con marcas comerciales desarrolladas externamente, se asocia positivamente con el desempeño internacional de las empresas. También se resalta que esta relación es moderada en las empresas de familia. Teixeira y Ferreira (2018), mediante una encuesta directa dirigida a 48 empresas portuguesas ubicadas en los parques e incubadoras de C&T, evaluaron el impacto directo e indirecto de los mecanismos de protección de los derechos de propiedad intelectual. Identificaron que a escala mundial, la protección formal de los derechos de propiedad intelectual es perjudicial para la competitividad de las empresas, pero los mecanismos informales como los secretos comerciales fomentan la competitividad de las empresas.

Finalmente, el trabajo de Zhang, Zheng y Ning (2018), utiliza datos de 14.065 empresa chinas entre 2007 y 2013, y aplica un modelo de riesgo de tiempo discreto y se estudió el impacto de las diferencias en los mecanismos de innovación internos y externos, específicamente la eficiencia de la innovación y el efecto de desbordamiento derivado del comercio, en la probabilidad de supervivencia de las empresas.

Ahora bien, específicamente en Colombia, en 2017 se presentaron 2.372 solicitudes de registro de patentes de invención, 216 de modelo de utilidad, 41.076 de marcas, y 556 de diseños industriales. De las patentes, solo 143 hicieron el trámite mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT, por sus siglas en inglés) y en marcas solo 32 emplearon el protocolo de Madrid (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2019). El crecimiento en patentes de invención correspondió al 7,7% con respecto al 2016, el cual se explica en 2,3% por las solicitudes de residentes y 5,4% por no residentes, siendo las solicitudes respectivamente 1.777 (es decir, 74,91% de las solicitudes en 2017) y 595 (es decir, 25,09% de las solicitudes en 2017) (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2019). En el caso de las marcas, el número de aplicaciones fue de 41.076, distribuidas entre residentes (23.762, es decir, 57,85%) y no residentes (17.314, es decir, 42,15%). Esto ubica a Colombia en el puesto 48, entre 129, en cuanto a la solicitud de registros de patentes, 36 en solicitudes de marcas y 69 en registros industriales (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2019).

Como se evidenció, el uso del sistema de propiedad industrial por los residentes en Colombia, es significativamente inferior que el uso dado por extranjeros. Por lo anterior, el propósito de este trabajo es establecer ¿cuál fue la distribución espacial en Colombia de la solicitud y concesión de signos distintivos entre 2000 y 2016? Para ello, se calculó la autocorrelación espacial para el acumulado de cada uno de los tipos de signos distintivos solicitados y concedidos, y un modelo de conglomerado espacial, con el fin de identificar grupos de departamentos con respecto a su comportamiento en el uso del sistema de propiedad industrial en Colombia, considerando como proxy los registros y concesiones de signos distintivos de residentes en Colombia entre 2000 y 2016 (Zhang et al., 2018).

1. Método

En este apartado se describen los datos empleados, el diseño del estudio, el procedimiento y los indicadores y modelos empleados para el análisis.

1.1. Los datos

En este trabajo se emplea como fuente primaria los registros de la Superintendencia de Industria y Comercio (2018), sobre signos distintivos solicitados y concedidos a nivel departamental entre 2000 y 2016. En la Tabla 1 se presentan los datos, las fuentes y las unidades empleados para las secciones siguientes. El *software* utilizado para calcular los modelos corresponde a Philcarto (Waniez, 2019).

Tabla 1. Fuentes y unidades de datos empleados

Variable	Unidades
Marcas ¹ y lemas comerciales ² presentados	Número
Concesión de marcas y lemas comerciales	Número
Nombres ³ y enseñas comerciales ⁴ presentados	Número
Concesión de nombres y enseñas comerciales	Número
Marcas colectivas ⁵ presentadas	Número
Marcas colectivas concedidas	Número
Marcas de certificación ⁶ presentadas	Número
Marcas de certificación concedidas	Número

Nota: “presentado” hace referencia a la solicitud y concesión a los signos distintivos que efectivamente obtuvieron el registro ante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).

¹ “Signo o medio material, cualquiera que sea su clase o forma que sirva para señalar los productos de la industria y del trabajo, con objeto de que el público lo conozca y los distinga, sin que puedan confundirlos con otros de la misma especie” (SIC, 2019).

² “Palabra, frase o leyenda utilizada como complemento de una marca solicitada o registrada con la cual se usará para una misma clase de servicios/productos concedidos en la marca” (SIC, 2019).

³ “Es cualquier signo que identifique a una actividad económica, a una empresa o a un establecimiento mercantil” (SIC, 2019).

⁴ “Es el signo distintivo que adopta un comerciante para identificar su establecimiento de comercio” (SIC, 2019).

⁵ “Todo signo que sirva para distinguir el origen o cualquier otra característica común de productos o servicios pertenecientes a empresas diferentes y que lo utilicen bajo el control de un titular (SIC, 2019)”.

⁶ “Signo destinado a ser aplicado a productos o servicios cuya calidad u otras características han sido certificadas por el titular de la marca” (SIC, 2019).

Fuente: elaboración propia a partir de SIC (2018).

1.2. Diseño del estudio

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo, correlacional y explicativo. El diseño es no experimental de corte longitudinal de panel, siendo los agentes los departamentos de Colombia.

1.3 Procedimiento

Se realizó la búsqueda de información en la página de la Superintendencia de Industria y Comercio asociada a las estadísticas de marcas y otros signos radicados. Al momento de la consulta solo se encontraba información entre 2000 y 2016. Los datos se organizaron considerando como unidades de análisis los departamentos. Luego, se analizó para cada una de las variables la autocorrelación espacial y se calcularon las aglomeraciones espaciales, como se describe a continuación.

1.4. Análisis de resultados

Para hacer el análisis se emplean dos indicadores de autocorrelación espacial: índice de Moran Global Univariado y el índice C de Geary. Igualmente, para el análisis multivariado se emplea la técnica de aglomeración espacial. Los elementos se describen a continuación.

1.4.1. Autocorrelación espacial

Para el cálculo de la autocorrelación espacial⁷ se usó el índice de Moran Global Univariado (Moran, 1948) y el índice C de Geary (Geary, 1954; Unwin, 1996)⁸ para cada una de las variables de la Tabla 1. Dado el conjunto de entidades espaciales y un atributo asociado (variable), este índice evalúa si el patrón expresado está agrupado, disperso o es aleatorio. El índice oscila entre -1 (autocorrelación espacial negativa fuerte) y 1 (autocorrelación espacial positiva fuerte), si es cercano a 0 indica la no presencia de autocorrelación espacial. Se interpreta como autocorrelación espacial moderada a partir de 0,3, hasta 0,6 y de allí en adelante una alta autocorrelación espacial. La fórmula se encuentra en la ecuación (1).

$$I = \frac{N \sum (2) W_y (Y_{j-\bar{y}})(Y_{j-\bar{y}})}{S_0 \sum_{i=1}^N ((Y_{j-\bar{y}})^2)} \quad (1)$$

W_y : es el elemento de la matriz de pesos especiales, correspondiente al par (i,j) .

$\bar{y}$: valor medio esperado de la variable y .

N : número de observaciones o tamaño muestral.

Y S_0 corresponde a: $S_0 = \sum_i \sum_j W_{ij} = \sum_j 2W_j$.

1.4.2. Aglomeración espacial

Además, para el análisis de los datos se utiliza un modelo de conglomerado espacial empleando las variables de la Tabla 1. Esto con el fin de identificar grupos de

7 La autocorrelación espacial implica que el valor de una variable se encuentra condicionado por el valor que asume esa misma variable en una región vecina (Anselin, 1988).

8 Para ampliar el uso de los índices, se recomienda revisar los trabajos de Lis-Gutiérrez et al. (2018) y Prada González, Lis-Gutiérrez, y Aponte López (2018). En ellos se utilizan los índices de Moran y Geary, para identificar la distribución espacial de las cuentas de ahorro electrónicas y tradicionales, y del uso del sistema de propiedad intelectual para las nuevas creaciones en Colombia.

departamentos con respecto a su comportamiento en el uso del sistema de propiedad intelectual en Colombia, considerando como *proxy* los registros y concesiones de signos distintivos de residentes en Colombia entre 2000 y 2016.

Para ello, se emplea la estrategia de la distancia mínima (Gallardo, 2015; Langrand y Pinzón, 2009) y el algoritmo de Jenks (Jenks, 1963; Khan, 2012; North, 2009).

De esta manera, al efectuar la etapa k -ésima, se obtienen $n - K$ clústeres, y la distancia entre los clústeres C_i (con n_i elementos) y C_j (con n_j elementos) sería:

$$d(C_i, C_j) = \underset{\substack{x_l \in C_i \\ x_m \in C_j}}{\text{Min}} \{d(x_l, x_m)\} \quad l = 1, \dots, n_i; \quad m = 1, \dots, n_j \quad (2)$$

En este caso se unirán los clústeres C_i y C_j si:

$$\begin{aligned} d(C_i, C_j) &= \underset{\substack{i_1, j_1 = 1, \dots, n-K \\ i_1 \neq i_1}}{\text{Min}} \{d(C_i, C_j)\} = \\ &= \underset{\substack{i_1, j_1 = 1, \dots, n-K \\ i_1 \neq i_1}}{\text{Min}} \left\{ \underset{\substack{x_l \in C_i \\ x_m \in C_j}}{\text{Min}} \{d(x_l, x_m)\} \right\} \quad l = 1, \dots, n_i; \quad m = 1, \dots, n_j \end{aligned} \quad (3)$$

Para el algoritmo de Jenks (Khan, 2012), la fórmula corresponde a la siguiente:

$$J = C - \sum_{1 \leq j \leq (k-1)} \text{dist}(c_{j+1}, c_j) \quad (4)$$

Como muestra la ecuación, el algoritmo de Jenks además de buscar la distancia mínima entre los puntos de datos y los centros de clústeres a los que pertenecen, también busca la diferencia máxima entre los grupos.

2. Resultados

Si bien el número de solicitudes de marcas y lemas comerciales entre 2000 y 2016 se incrementó, pasando de 15.903 a 42.295 (Gráfico 1), esta cifra continúa siendo muy baja, si se considera que para 2016 el número total de solicitudes de registro de marcas fue de 9.771.400. En otras palabras, el acumulado entre 2000 y 2016 en Colombia, solo representa el 0,4% de lo solicitado solo en un año.

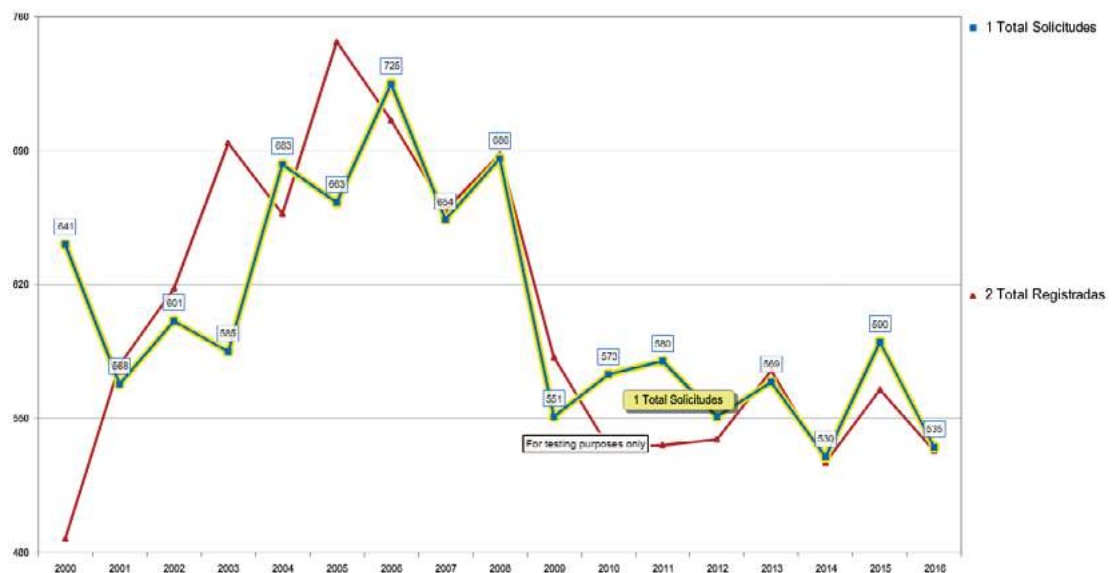
Lo mismo sucede con las solicitudes de nombres y enseñas comerciales, las cuales fueron solo de 535 en 2016 y las registradas de 533 (Gráfico 2). En lo referente a marcas colectivas, las solicitudes en ningún año entre 2000 y 2016 fueron superiores a 40 y las concesiones a 30 (Gráfico 3). La máxima solicitud de marcas de certificación fue de 85 en 2011 y 48 en 2016 (Gráfico 4).

Gráfico 1. Solicitudes y concesión de marcas y lemas comerciales (2000-2016)



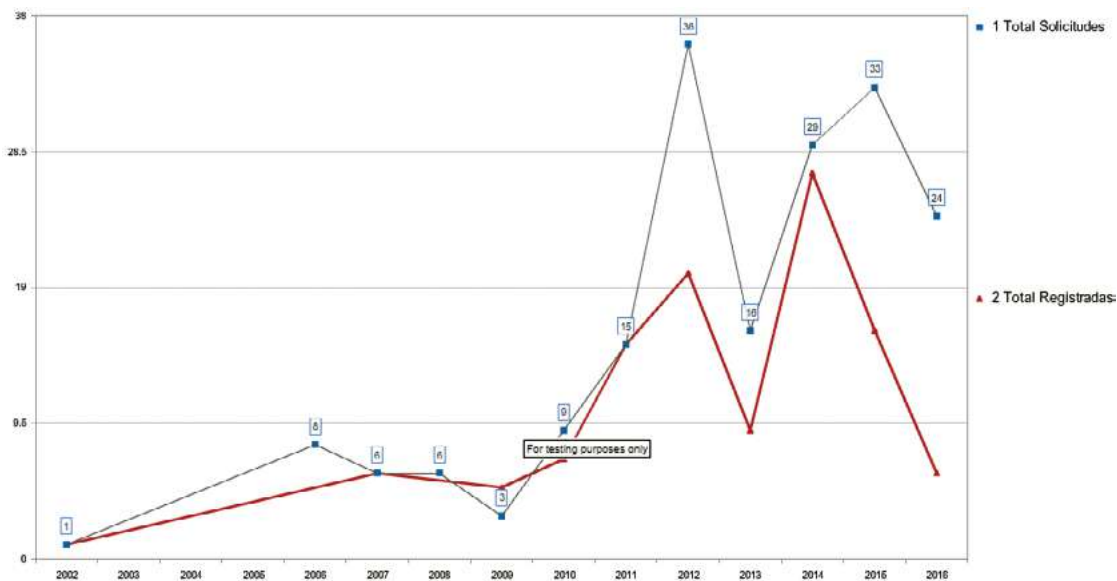
Nota: solicitudes (línea amarilla), concesión (línea roja).
Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio (2018).

Gráfico 2. Solicitudes y concesión de nombres y enseñas comerciales (2000-2016)



Nota: solicitudes (línea amarilla), concesión (línea roja).
Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio (2018).

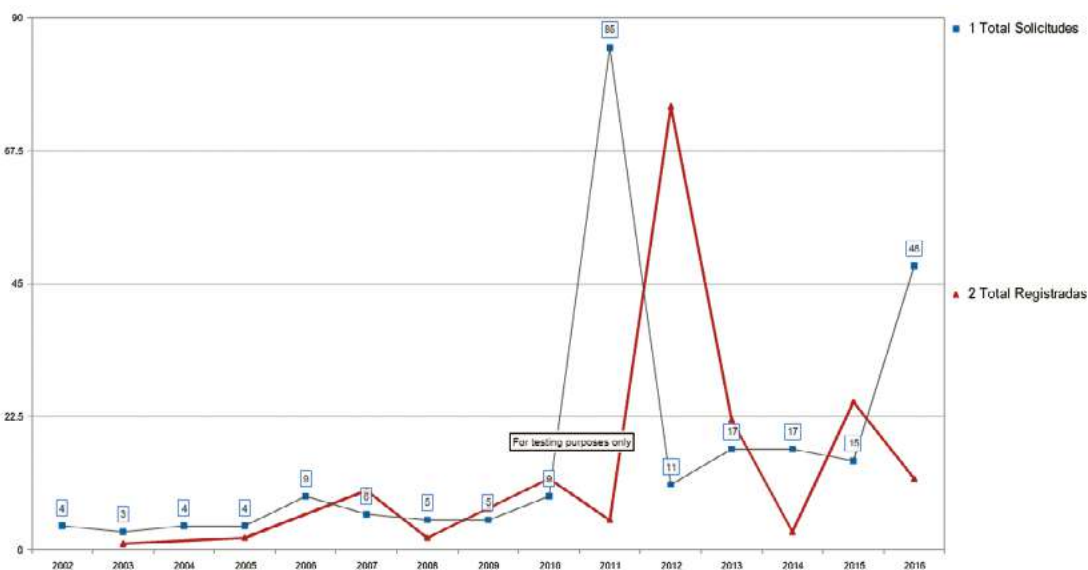
Gráfico 3. Solicitudes y concesión de marcas colectivas (2000-2016)



Nota: solicitudes (línea gris), concesión (línea roja).

Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio (2018).

Gráfico 4. Solicitudes y concesión de marcas de certificación (2000-2016)



Nota: solicitudes (línea gris), concesión (línea roja).

Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio (2018).

2.1. *Análisis de autocorrelación espacial*

Para el análisis de la autocorrelación espacial, se usa el algoritmo de Jenks (Khan, 2012) para el cálculo de clases, el cual se caracteriza por maximizar la diferencia entre las clases y hacer grupos más homogéneos (Smith, Goodchild y Longley, 2015). Con respecto a las marcas y lemas comerciales presentados y registrados en el Gráfico 5, se aprecia que en Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, Atlántico y Cundinamarca se concentra la mayor parte de las solicitudes (87,31 %). Mientras que en Guainía y Vichada, no se presentó ninguna solicitud durante el período. Asimismo, el 221,8% de las marcas y lemas comerciales están registrados en el período (197.701), lo que se explica por solicitudes de vigencias anteriores. Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca y Atlántico concentraron el 89,61 % de las marcas y lemas comerciales registrados.

Con relación a las marcas colectivas (Gráfico 6), se aprecia que son seis departamentos los que llevan el liderazgo. Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca, Tolima y Sucre, concentraron 119 solicitudes de las 177 presentadas, es decir, el 67,23% de las solicitudes; mientras que en Córdoba, Magdalena, Casanare, Arauca, Guaviare y Vichada, no se presentó ninguna solicitud durante el período. Cabe mencionar que en Bogotá, Antioquia, Sucre y Valle del Cauca, se obtuvieron los mayores registros de marcas colectivas.

Con respecto a las marcas de certificación, durante el período solo se presentaron 95, teniendo el liderazgo Bogotá (con 65) y Antioquia (con 19). En cuanto a las marcas colectivas registradas en Bogotá, la cifra ascendió a 44 y en Antioquia a 10 (Gráfico 7). Frente a los nombres y enseñas comerciales (Gráfico 8), solo ocho departamentos contaban con más de 100 solicitudes. Nuevamente se aprecia el liderazgo de tres entes territoriales, Bogotá, Valle del Cauca y Antioquia, los cuales concentraron el 82,76% de las solicitudes (8.143). Por su parte, Amazonas, Putumayo, Guainía, Vaupés y Vichada, no presentaron ninguna solicitud durante el período. Asimismo, solo el 99,36% de los nombres y enseñas comerciales se registraron en el período, es decir, que 0,64% de las solicitudes no cumplieron con el proceso de registro. Específicamente, Bogotá, Valle del Cauca y Antioquia concentraron el 82,70% de las marcas colectivas registradas, entre 2000 y 2016.

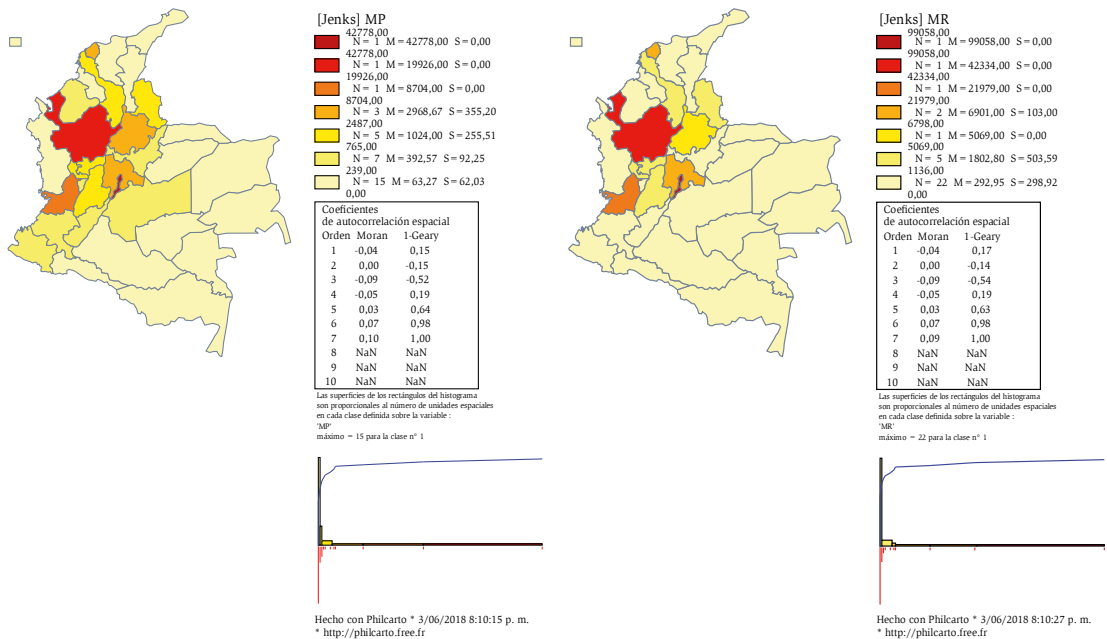
De acuerdo con los Gráficos 5, 6, 7 y 8, no existe autocorrelación espacial en ningún nivel entre 1 y 7 asociado a las variables analizadas⁹. Para todos los casos, se

9 La autocorrelación espacial significativa de grado 1, implica que el comportamiento de los vecinos de un territorio afecta el valor del atributo estudiado, si se trata de autocorrelación espacial significativa de grado 2, quiere decir que el comportamiento de los vecinos de un territorio, afecta el valor del atributo estudiado, y así sucesivamente.

trata de una distribución espacial aleatoria y las variables se distribuyen de manera independiente.

Se empleó el estadístico de 1-Geary (1-c), que es un indicador de autocorrelación local al ser más sensible a las diferencias entre zonas adyacentes, y se identificó que no hay evidencia de autocorrelación espacial de primer o segundo grado, pero sí autocorrelación espacial negativa de tercer grado. Lo anterior quiere decir que se trata de un comportamiento disperso a partir del grado tres. Se coteja que no hay evidencia estadística para indicar que las solicitudes de signos distintivos siguen un patrón espacial agrupado.

Gráfico 5. Total marcas y lemas comerciales solicitados y registrados (2000-2016)

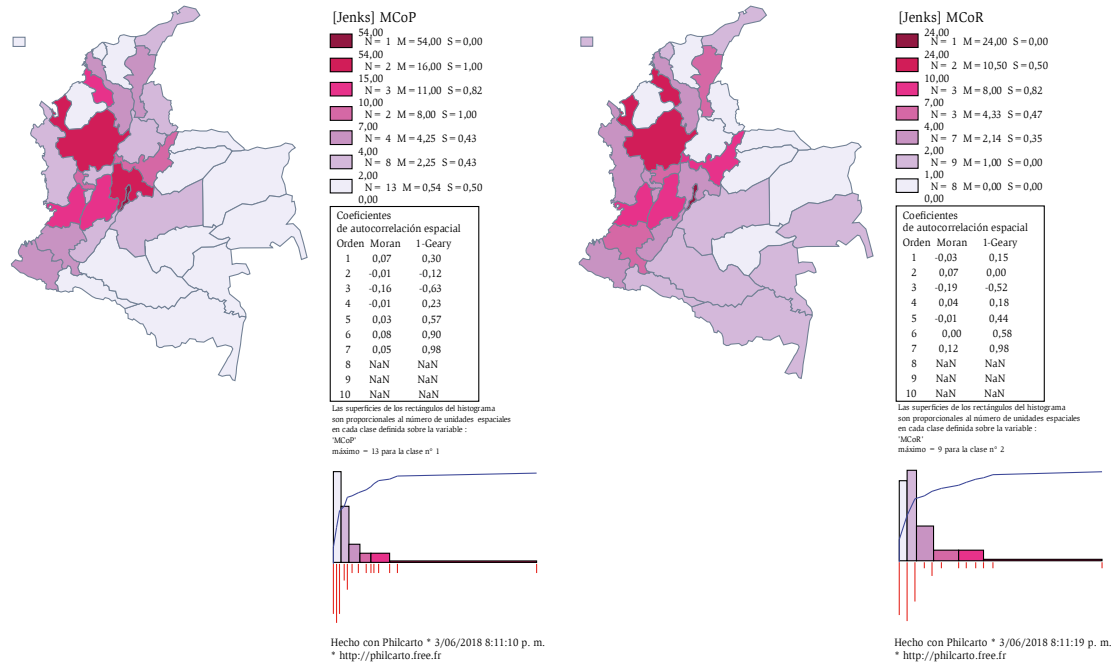


Fuente: elaboración propia usando Philcarto (Waniez, 2019).

2.2. Aglomeración espacial

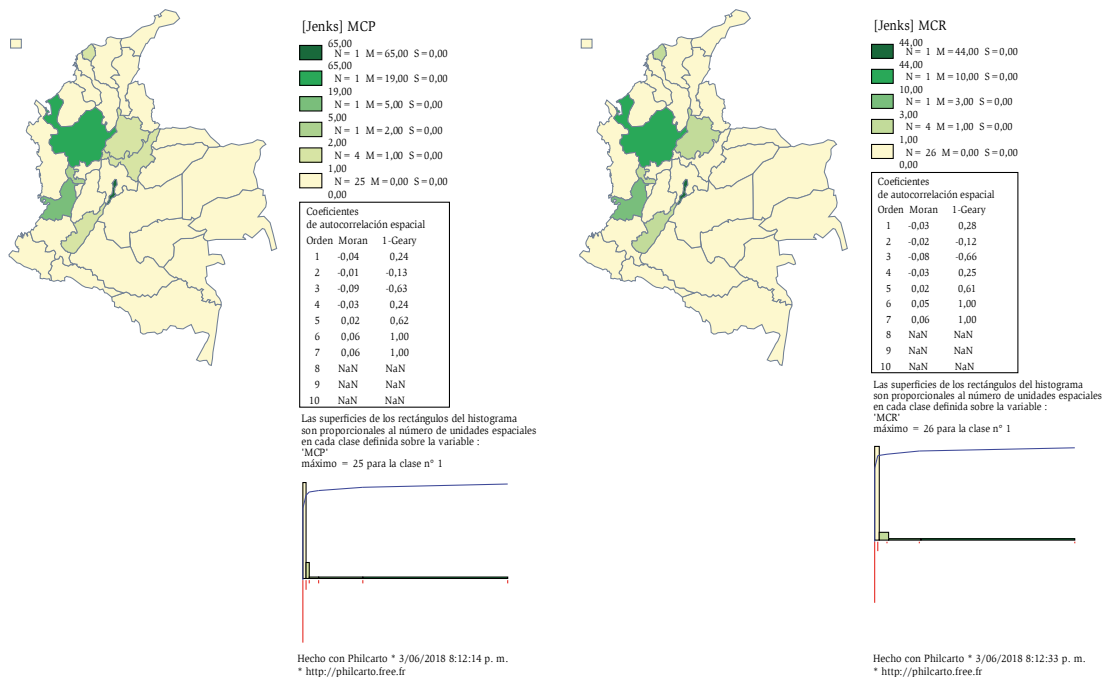
Al aplicar el análisis de conglomerados, se obtuvieron los siguientes resultados. El histograma evidencia que el número de clases significativo es de 4 para 33 unidades espaciales analizadas (departamentos), que explica el 96,78% de la inercia. En los Gráficos 9 y 10, se muestran los resultados de la agrupación de los departamentos, en seis clases diferentes significativas. Esta agrupación explica el 98,48% de la variabilidad de los datos, lo que implica un excelente nivel explicativo. El Gráfico 11 contiene la representación espacial de los departamentos y se detalla en la Tabla 2.

Gráfico 6. Total marcas colectivas solicitadas y registradas (2000-2016)



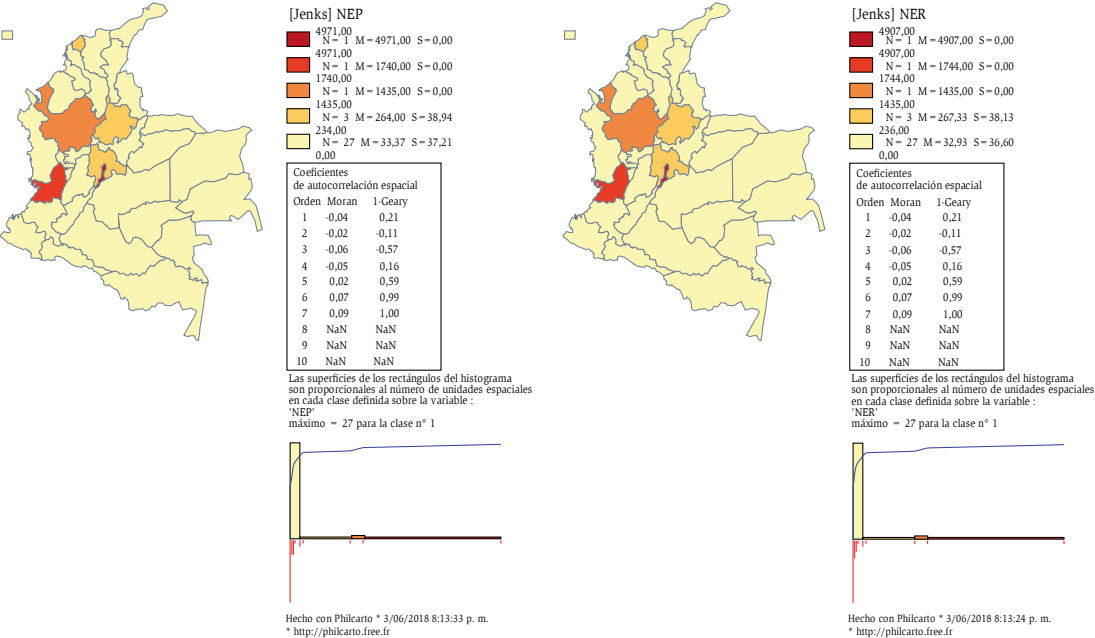
Fuente: elaboración propia usando Philcarto (Waniez, 2019).

Gráfico 7. Total marcas solicitadas y registradas (2000-2016)



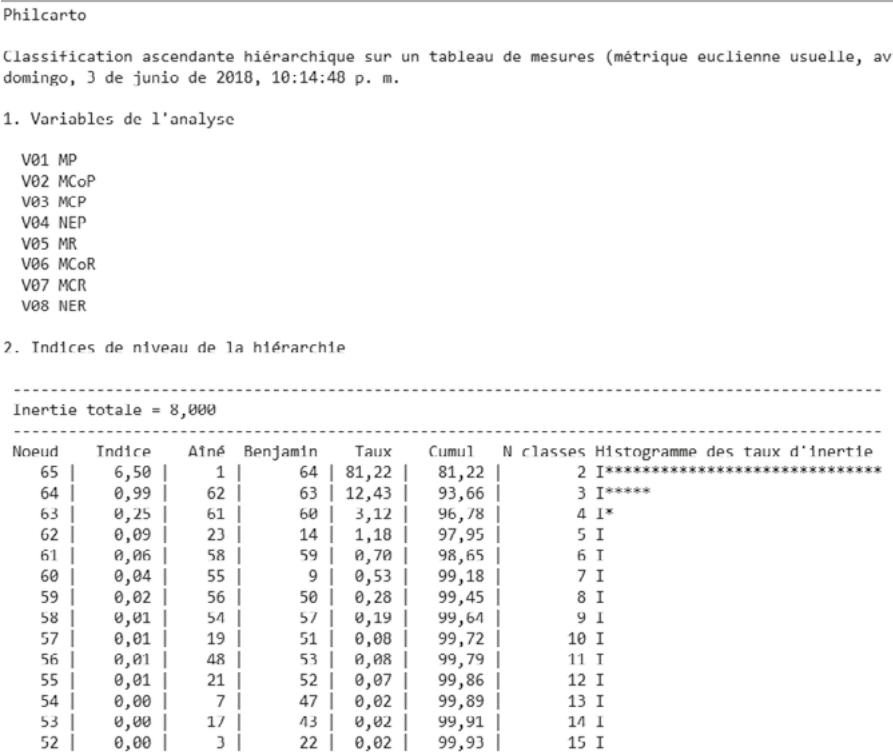
Fuente: elaboración propia usando Philcarto (Waniez, 2019).

Gráfico 8. Total nombres y enseñas comerciales presentados y registrados (2000-2016)



Fuente: elaboración propia usando Philcarto (Waniez, 2019).

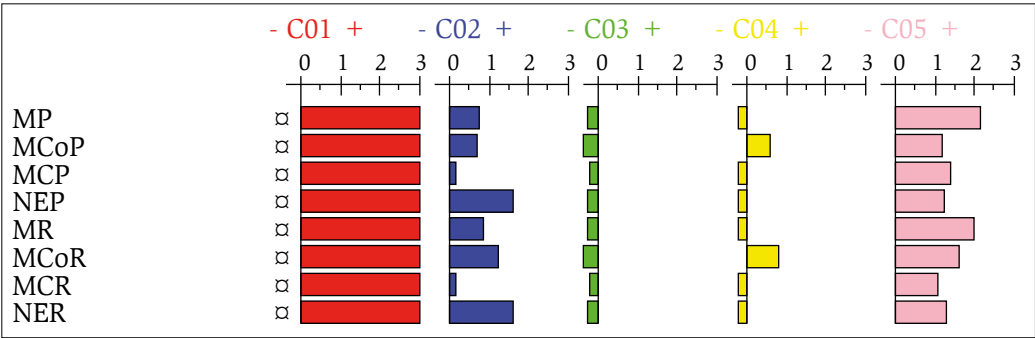
Gráfico 9. Salida de Philcarto



Paramètres des 5 classes de la partition n°4						
3.1. Nombre d'unités spatiales						
	Toutes	C01	C02	C03	C04	C05
V01 MP	33,00	1,00	1,00	26,00	4,00	1,00
V02 MCoP	33,00	1,00	1,00	26,00	4,00	1,00
V03 MCP	33,00	1,00	1,00	26,00	4,00	1,00
V04 NEP	33,00	1,00	1,00	26,00	4,00	1,00
V05 MR	33,00	1,00	1,00	26,00	4,00	1,00
V06 MCoR	33,00	1,00	1,00	26,00	4,00	1,00
V07 MCR	33,00	1,00	1,00	26,00	4,00	1,00
V08 NER	33,00	1,00	1,00	26,00	4,00	1,00
3.2. Minimums						
	Toutes	C01	C02	C03	C04	C05
V01 MP	0,00	42778,00	8704,00	0,00	108,00	19926,00
V02 MCoP	0,00	54,00	12,00	0,00	9,00	17,00
V03 MCP	0,00	65,00	5,00	0,00	0,00	19,00
V04 NEP	0,00	4971,00	1740,00	0,00	8,00	1435,00
V05 MR	0,00	99058,00	21979,00	0,00	223,00	42334,00
V06 MCoR	0,00	24,00	9,00	0,00	3,00	11,00
V07 MCR	0,00	44,00	3,00	0,00	0,00	10,00
V08 NER	0,00	4907,00	1744,00	0,00	8,00	1435,00
3.3. Maximums						
	Toutes	C01	C02	C03	C04	C05
V01 MP	42778,00	42778,00	8704,00	3333,00	3086,00	19926,00
V02 MCoP	54,00	54,00	12,00	7,00	15,00	17,00
V03 MCP	65,00	65,00	5,00	2,00	1,00	19,00
V04 NEP	4971,00	4971,00	1740,00	319,00	239,00	1435,00
V05 MR	99058,00	99058,00	21979,00	6798,00	7004,00	42334,00
V06 MCoR	24,00	24,00	9,00	5,00	10,00	11,00
V07 MCR	44,00	44,00	3,00	1,00	0,00	10,00
V08 NER	4907,00	4907,00	1744,00	321,00	245,00	1435,00
3.7. Distances aux moyennes (dans l'unité de chaque variable)						
	Toutes	C01	C02	C03	C04	C05
V01 MP	0,00	40077,06	6003,06	-2190,32	-1589,19	17225,06
V02 MCoP	0,00	48,64	6,64	-3,48	5,89	11,64
V03 MCP	0,00	62,12	2,12	-2,69	-2,63	16,12
V04 NEP	0,00	4672,85	1441,85	-246,34	-211,65	1136,85
V05 MR	0,00	93067,06	15988,06	-5020,94	-3713,44	36343,06
V06 MCoR	0,00	20,79	5,79	-1,90	3,79	7,79
V07 MCR	0,00	42,15	1,15	-1,69	-1,85	8,15
V08 NER	0,00	4610,73	1447,73	-244,54	-209,77	1138,73
3.8. Distances aux moyennes (en écart-type de chaque variable)						
	Toutes	C01	C02	C03	C04	C05
V01 MP	0,00	5,03	0,75	-0,27	-0,20	2,16
V02 MCoP	0,00	5,02	0,68	-0,36	0,61	1,20
V03 MCP	0,00	5,41	0,18	-0,23	-0,23	1,40
V04 NEP	0,00	5,15	1,59	-0,27	-0,23	1,25
V05 MR	0,00	5,09	0,87	-0,27	-0,20	1,99
V06 MCoR	0,00	4,36	1,21	-0,40	0,79	1,63
V07 MCR	0,00	5,50	0,15	-0,22	-0,24	1,06
V08 NER	0,00	5,14	1,61	-0,27	-0,23	1,27
3.9. Interprétation des distances aux moyennes						
Distances positives : '+' faible (0.5), '++' sensible (0.5 -> 1.0), '+++ nette (1.0 -> 1.5), '++++ forte (>1.5)						
Distances négatives : '-' faible (0.5), '--' sensible (0.5 -> 1.0), '--- nette (1.0 -> 1.5), '---- forte (< 1.5)						
	Toutes	C01	C02	C03	C04	C05
V01 MP		++++	++	-	-	++++
V02 MCoP		+++	++	-	++	+++
V03 MCP		++++	+	-	-	+++
V04 NEP		++++	++++	-	-	+++
V05 MR		++++	++	-	-	++++
V06 MCoR		++++	+++	-	++	++++
V07 MCR		++++	+	-	-	+++
V08 NER		++++	++++	-	-	+++

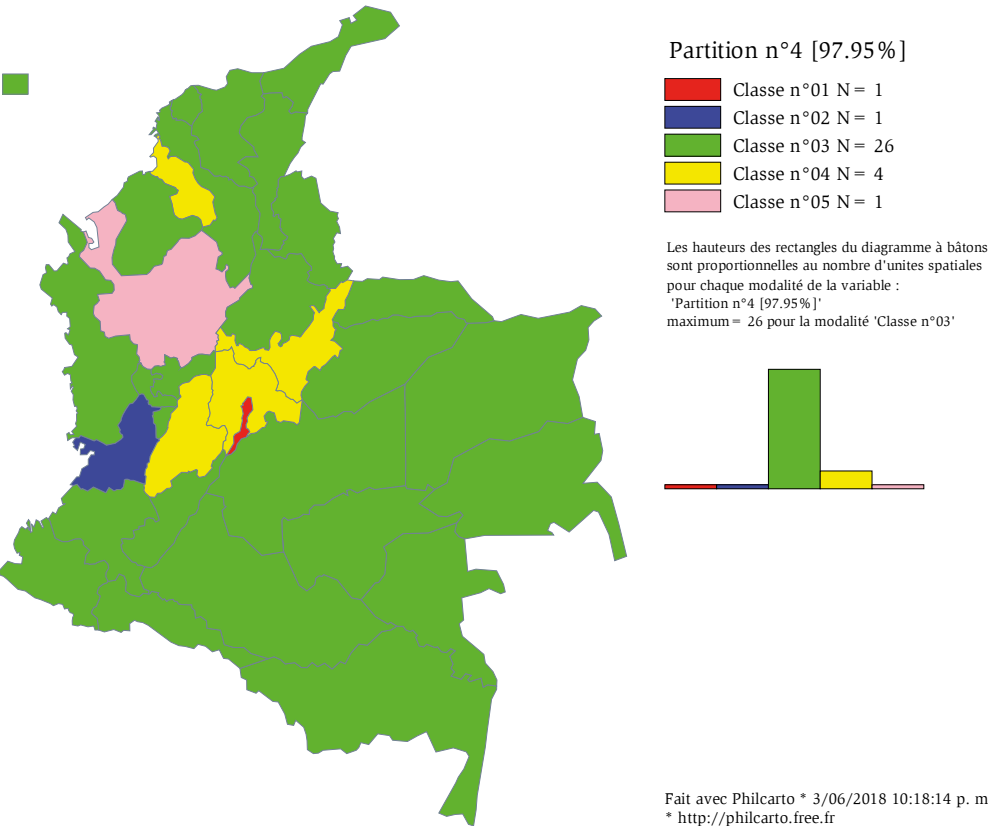
Fuente: elaboración propia usando Philcarto (Waniez, 2019).

Gráfico 10. Diagrama de distancia de la media de cada clase con respecto a la media general



Nota. Cada barra representa la distancia de la media de cada clase con respecto a la media general, es decir, al promedio nacional. Esta distancia se expresa en el número de desviaciones estándar de cada variable.
Fuente: elaboración propia usando Philcarto (Waniez, 2019).

Gráfico 11. Representación espacial de la aplicación de la clasificación ascendente jerárquica a la presentación y concesión de nuevas creaciones (2000-2016)



Fuente: elaboración propia usando Philcarto (Waniez, 2019).

Tabla 2. Comportamiento departamental a partir de la clasificación ascendente jerárquica

Clase	Color	Unidades espaciales	Característica
1	Rojo	Bogotá	En todos los casos, Bogotá presenta las cifras más elevadas en cuanto a sometimiento y registros de los diferentes tipos de marcas.
2	Azul oscuro	Valle del Cauca	Este departamento presenta sometimiento y registros de los diferentes tipos de marcas, superiores al promedio nacional, especialmente en cuanto a nombres y enseñas comerciales.
3	Verde claro	Risaralda, Caldas, Atlántico, Caquetá, Meta, Arauca, Córdoba, Chocó, Nariño, Putumayo, Cauca, Huila, Bolívar, Cesar, Magdalena, Norte de Santander, La Guajira, Casanare, Bolívar, San Andrés y Providencia, Quindío, Santander, Amazonas, Vaupés, Guaviare, Guainía, Vichada	Estos departamentos presentan un comportamiento por debajo del promedio en todos los casos de registro y presentación de marcas.
4	Amarillo	Tolima, Cundinamarca Boyacá, Sucre	Estos departamentos se encuentran por debajo del promedio, salvo en los casos de presentación de marcas colectivas, con respecto al promedio nacional.
5	Rosado	Antioquia	Tiene un comportamiento muy próximo al grupo 1 (rojo), ya que las presentaciones y registros se encuentran por encima del promedio nacional.

Fuente: elaboración propia.

3. Discusión y conclusiones

En este trabajo se estableció la distribución espacial en Colombia de la solicitud y concesión de signos distintivos entre 2000 y 2016. Para ello, se calculó la autocorrelación espacial para el acumulado de cada uno de los tipos de signos distintivos solicitados y concedidos, y un modelo de conglomerado espacial con el fin de identificar grupos de departamentos con respecto a su comportamiento en el uso del sistema de propiedad industrial en Colombia, considerando como *proxy* los registros y concesiones de signos distintivos de residentes en Colombia entre 2000 y 2016 (Zhang *et al.*, 2018).

Este capítulo ha mostrado que en Colombia no se cuenta con la cultura del registro en forma oportuna y adecuada de los signos distintivos. Asimismo, se evidenció que no hay presencia de autocorrelación espacial positiva para las ocho variables analizadas; es decir, que la distribución del uso del sistema de propiedad industrial para signos distintivos no es agrupada. A pesar de ello, sí hay evidencia de una concentración del número de registros en algunas unidades espaciales como Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca.

En los departamentos de Amazonas, Vaupés, Guaviare, Guainía, Vichada, las antiguas intendencias, no se llevó a cabo ningún tipo de registro de nuevas creaciones entre 2000 y 2016 (Lis-Gutiérrez *et al.*, 2018), ni de signos distintivos. Este resultado podría contrastarse con los registros para el reconocimiento de derechos de autor, con el fin de establecer si ninguno de los mecanismos dispuestos por el Estado es usado por la población de dichas unidades espaciales.

Se sugiere que para futuros trabajos se realice un análisis espacial multivariado, por ejemplo, empleando una regresión ponderada geográficamente o un análisis de datos panel, para determinar el comportamiento de la innovación del registro y concesión de signos distintivos a la luz de otras variables. Igualmente, sería adecuado verificar si a nivel departamental también se presenta la dinámica internacional de que la aplicación de los derechos de propiedad intelectual aumenta las oportunidades de exportación a las economías avanzadas (Auriol *et al.*, 2019; Campi y Dueñas, 2019), pero sin efecto en el crecimiento de la productividad (Sweet y Eterovic, 2019).

Referencias

- Alimov, A. (2019). Intellectual property rights reform and the cost of corporate debt. *Journal of International Money and Finance*, 91, 195-211.
- Anderson, N., Potocnik, K., & Zhou, J. (July de 2014). Innovation and creativity in organizations: A state-of-the-science review, prospective commentary, and guiding framework. *Journal of Management*, 40(5), 1297-1333.
- Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: Methods and models*. Dordrecht: Kluwer Academic.

- Auriol, E., Biancini, S., & Paillacar, R. (2019). Universal intellectual property rights: Too much of a good thing? *International Journal of Industrial Organization*. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2019.01.003>.
- Barroso, A., Giarratana, M. S., & Pasquini, M. (2019). Product portfolio performance in new foreign markets: The EU trademark dual system. *Research Policy*, 48(1), 11-21.
- Borissova, V. (2018). Cultural heritage digitization and related intellectual property issues. *Journal of Cultural Heritage*, 34, 145-150.
- Campi, M., & Dueñas, M. (2019). Intellectual property rights, trade agreements, and international trade. *Research Policy*, 48(3), 531-545.
- Denicolai, S., Hagen, B., Zucchella, A., & Dudinskaya, E. C. (2018). When less family is more: Trademark acquisition, family ownership, and internationalization. *International Business Review*.
- Gallardo, J. (2015). *Métodos jerárquicos de análisis cluster*. Available at <http://www.ugr.es/~gallardo/pdf/cluster-3.pdf>.
- Geary, R. C. (1954). The contiguity ratio and statistical mapping. *The Incorporated Statistician*, 5(3), 115-145. DOI: 10.2307/2986645, JSTOR 2986645.
- Jenks, G. F. (1963). Generalization in statistical mapping. *Annals of the Association of American Geographers*, 53(1), 15-26.
- Khan, F. (2012). An initial seed selection algorithm for k-means clustering of georeferenced data to improve replicability of cluster assignments for mapping application. *Applied Soft Computing*, 12(11), 3698-3700. Disponible en <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1604/1604.04893.pdf>.
- Langrand, C., & Pinzón, L. M. (2009). *Análisis de datos*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Lis-Gutiérrez, J. P., Lis-Gutiérrez, M., Gaitán-Angulo, M., Balaguera, M. I., Vilorio, A., Santander-Abril, J. E. (2018). Use of the industrial property system for new creations in Colombia: A departmental analysis (2000-2016). In Tan, Y., Shi, Y., & Tang, Q. (Eds.). *Data mining and big data. DMBD 2018. Lecture notes in computer science*, vol. 10943. Cham: Springer.

- Magnani, M., Guttorm, A., & Magnani, N. (2018). Three-dimensional, community-based heritage management of indigenous museum collections: Archaeological ethnography, revitalization and repatriation at the Sámi Museum Siida. *Journal of Cultural Heritage*, 31, 162-169.
- Miric, M., Boudreau, K. J., & Jeppesen, L. B. (2019). Protecting their digital assets: The use of formal & informal appropriability strategies by App developers. *Research Policy*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733319300204>.
- Moran, P. A. P. (1948). The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society B*, 10, 243-251.
- North, M. A. (2009). A method for implementing a statistically significant number of data classes in the Jenks algorithm. In *Sixth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery* (pp. 35-38). IEEE. Disponible en <https://ieeexplore.ieee.org/document/5358673/>.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2010). *¿Qué es la propiedad Intelectual?* Ginebra: OMPI. Available at http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/intproperty/450/wipo_pub_450.pdf.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual y Superintendencia de Industria y Comercio. (2017). *Reporte sobre la información en materia de propiedad intelectual en Colombia*. Bogotá: SIC. Available at http://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Proteccion_Competencia/Estudios_Economicos/Documentos_elaborados_Grupo_Estudios_Economicos/Reporte-informacion-en-materia-de-Propiedad-Intelectual-en-Colombia.pdf.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2018). *World intellectual property indicators*. Ginebra: OMPI. Disponible en https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/wipo_pub_943_2018.pdf.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2019). *Datos y cifras de la OMPI sobre PI*, edición de 2018. Ginebra: OMPI. Disponible en https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/wipo_pub_943_2018.pdf.
- Papageorgiadis, N., & McDonald, F. (2019). Defining and measuring the institutional context of national intellectual property systems in a post-trips world. *Journal of International Management*, 25(1), 3-18.

- Prada González, E., Lis-Gutiérrez, J.P., & Aponte López, A.C. (2018). Mínimos cuadrados ordinarios geográficos aplicados a los registros de marcas en Colombia (2017). En JP Lis-Gutiérrez, C. Henao & L.E. Malagón. *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las ciencias contables y económicas* (pp. 102-128). Villavicencio: Unimeta.
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2017). *Estadísticas* [base de datos]. Bogotá: SIC. Available at <http://www.sic.gov.co/estadisticas-propiedad-industrial>.
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2018). *Estadísticas PI* [base de datos]. Disponible en <http://www.sic.gov.co/estadisticas-propiedad-industrial>.
- Superintendencia de Industria y Comercio (2019). *Glosario Institucional*. Bogotá: SIC. Disponible en <http://www.sic.gov.co/glosario-institucional>
- Smith, M., Goodchild, M., & Longley, P. (2015). *Univariate classification schemes in geospatial analysis*. Available at http://www.spatialanalysisonline.com/HTML/index.html?classification_and_clustering.htm.
- Sweet, C., & Eterovic, D. (2019). Do patent rights matter? 40 years of innovation, complexity and productivity. *World Development*, 115, 78-93.
- Teixeira, A. A., & Ferreira, C. (2018). Intellectual property rights and the competitiveness of academic spin-offs. *Journal of Innovation & Knowledge*. DOI: 10.1016/j.jik.2018.12.002.
- Unwin, D. J. (1996). GIS, spatial analysis and spatial statistics. *Progress in Human Geography*, 20(4), 540-551. Disponible en <http://www.tara.tcd.ie/bitstream/handle/2262/64723/27%20jan%20198%20unwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Waniez, P. (2019). *Philcarto* [software]. Available at <http://philcarto.free.fr>.
- Zhang, D., Zheng, W., & Ning, L. (2018). Does innovation facilitate firm survival? Evidence from Chinese high-tech firms. *Economic Modelling*, 75, 458-468.

Capítulo 9

Simulación de
comportamientos de
sistemas distribuidos
para obtener robustez
y auto-recuperación
de fallas

Capítulo 9

Simulación de comportamientos de sistemas distribuidos para obtener robustez y auto-recuperación de fallas

{ Arles Rodríguez Portela y Jonatan Gómez

Resumen

Este capítulo muestra algunos aspectos fundamentales para definir una simulación de comportamientos de sistemas distribuidos para lograr que un sistema sea robusto y se recupere a sí mismo de fallas. Se determina como tarea de interés la colección y la sincronización de datos en nodos conectados en una red y se mencionan algunos subproblemas de interés relacionados con la definición de las fallas y la obtención de las propiedades de robustez y recuperación de fallas. Se utilizaron sistemas multi-agente para diseñar la simulación porque permiten modelar componentes autónomos mediante el uso de un programa de agente. Se definieron dos funciones principales: agentes móviles que realizan tareas de sincronización de datos y nodos que constituyen agentes estáticos donde se almacena o se replica la información. Partiendo de dicha definición, se muestran diferentes problemas abordados y sus soluciones utilizando la simulación propuesta. Algunos resultados publicados en la literatura se presentan con su respectiva referencia y enlaces a su código fuente. Los resultados permiten determinar aspectos clave en la determinación de un sistema más robusto y permiten recuperar partes clave del sistema para completar una tarea distribuida de colección y sincronización de datos.

Palabras clave: sistemas distribuidos, sistemas multi-agente, modelo, fallas, robustez, auto-recuperación, control descentralizado.

Introducción

La simulación de comportamientos de sistemas distribuidos es una forma de probar y validar diferentes algoritmos distribuidos, aplicaciones o configuraciones independientemente de los recursos computacionales o de red disponibles. En algunos casos, los sistemas reales no están disponibles para realizar experimentación y los experimentos pueden no ser reproducibles debido a la gran variedad de implementaciones de *software* y *hardware* disponibles (Velho y Legrand, 2009). Mediante la realización de simulaciones se espera ofrecer un balance entre modelos teóricos complejos que pueden ser irrealistas o difíciles de implementar y el tiempo y recursos empleados para configurar una plataforma real (Casanova, Giersch, Legrand, Quinson y Suter, 2014).

Los principales desafíos al simular un sistema distribuido son lograr escalabilidad y precisión (Casanova, Legrand y Quinson, 2008). Una simulación es escalable si permite realizar modelos de simulación validados previamente y si permite modelar diferentes topologías de red. Además, es escalable si permite la adición y eliminación de elementos del sistema distribuido con precisión y de una forma rápida. La precisión hace referencia a la obtención de resultados reales y puede medirse dependiendo del propósito de la simulación; por ejemplo, tratando de predecir el tiempo para completar las comunicaciones entre los enlaces o estimar el ancho de banda de muchos flujos que compiten en una topología de red aleatoria (Fujiwara y Casanova, 2007). Se requiere un balance entre la rapidez de la simulación y la precisión para tener una simulación de calidad (Casanova *et al.*, 2008).

Existen diferentes modelos de simulación que se enfocan en estudiar distintos aspectos de un sistema distribuido: procesador, red y almacenamiento. En el procesador se tiene la simulación de tiempos en la unidad de procesamiento central (CPU), donde se determina el costo computacional de una forma analítica (Simgrid, 2012). En la red se estima la latencia en segundos para enviar datos y el ancho de banda en bytes. Se tienen simuladores de los protocolos de red que simulan todas las capas de red y son muy precisos, pero que pueden ser lentos al simular sistemas a gran escala, pues se utilizan simulaciones en tiempo discreto (Bhardwaj y Dixit, 2010; Rana, Sardar, Mandal y Saha, 2017). También se tienen simuladores que estiman de una forma matemática el flujo de datos en una red siendo más rápidos que aquellos basados en simulación de eventos discretos (Velho y Legrand, 2009). En modelos de almacenamiento se tiene la simulación de

dispositivos utilizando diferentes configuraciones de sistemas de archivos y componentes de *hardware* como buses, tipos de partición o almacenamiento (por ej., RAID, SSD, etc.) (Agrawal *et al.*, 2008).

En este capítulo se mostrará una simulación de un sistema distribuido diferente a los anteriores utilizando una aproximación basada en del sistemas multi-agente. Los simuladores anteriormente descritos no modelan comportamientos de autoorganización. El concepto de autoorganización toma inspiración de la naturaleza (por ej., los insectos sociales: hormigas, abejas o termitas). A partir de la definición de ciertas reglas se puede reproducir, por ejemplo, el comportamiento de las termitas y obtener un algoritmo que explore un espacio de forma eficiente. Mediante la autoorganización se espera generar sistemas que logren ciertas metas globales a partir de interacciones locales (Bicocchi y Zambonelli, 2007). El principal desafío para obtener autoorganización consiste en identificar las reglas o procesos que producen el comportamiento global deseado (Lalanda, McCann y Diaconescu, 2013).

En ese sentido, los sistemas multi-agente definen componentes con la capacidad de realizar acciones independientes para producir un comportamiento global deseado y con la habilidad de interactuar con otros agentes. Un sistema multi-agente es en sí un sistema distribuido, porque para realizar su tarea, los agentes deben cooperar, coordinar y negociar con otros para cumplir un propósito y cada agente hace su tarea de forma autónoma basado en una especificación dada. Los sistemas multi-agente son una base para modelar tareas distribuidas y acciones que permitan obtener un comportamiento autoorganizado (Balaji y Srinivasan, 2010).

Además, los sistemas multi-agente se utilizan para modelar sistemas complejos porque están basados en una descripción algorítmica de los individuos que simulan un determinado comportamiento esperado (Rousset, Herrmann, Lang y Philippe, 2016). Los sistemas multi-agente permiten, asimismo, emplear una aproximación

.....
Un sistema multi-agente es en sí un sistema distribuido, porque para realizar su tarea, los agentes deben cooperar, coordinar y negociar con otros para cumplir un propósito y cada agente hace su tarea de forma autónoma basado en una especificación dada. Los sistemas multi-agente son una base para modelar tareas distribuidas y acciones que permitan obtener un comportamiento autoorganizado (Balaji y Srinivasan, 2010).

bottom-up opuesta a la aproximación *top-down* de los modelos tradicionales. Con sistemas multi-agente es posible modelar comportamientos locales utilizando simulación de tiempo discreto mediante una computación en rondas (Raynal, 2013).

En este capítulo, a partir del modelo de agentes se modelan los comportamientos de un sistema distribuido. Dichos comportamientos permiten a cada componente comunicarse y coordinar sus tareas con otros componentes, desarrollando una tarea de interés bajo la definición de que cada componente es autónomo (Van Steen y Tanenbaum, 2017). Dicha autonomía determina aspectos como un tiempo discreto propio para cada componente, la capacidad de comunicarse con otros componentes así como definir modos de envío de mensajes y reglas de procesamiento de dichos mensajes que están definidas para cada componente de forma independiente. Además, se asume que cada componente desconoce el comportamiento de los demás y tiene un conocimiento limitado del sistema distribuido como un todo, por lo que se requiere la interconexión entre dichos componentes.

Cuando se tienen aplicaciones en la nube como las ofrecidas por Amazon, se tiene una gran cantidad de componentes interconectados que pueden fallar. La presencia de fallas en los componentes de un sistema distribuido puede llevar a pérdidas del orden de miles de dólares por minuto y se requiere personal experto que realice el mantenimiento de forma manual (Lalanda *et al.*, 2013). Cuando se realizan operaciones de mantenimiento pueden suceder errores humanos, incluso los administradores pueden eliminar partes vitales de un sistema por error, como sucedió con el servicio de Amazon en la zona de Virginia del Norte donde se causó la caída en una serie de servidores cruciales debido a un comando ingresado incorrectamente (“Summary of the Amazon S3 Service Disruption in the Northern Virginia [US-EAST-1] Region”, n.d.).

En este capítulo se mostrarán algunos aspectos tenidos en cuenta en la definición de una simulación basada en sistemas multi-agente que pretende resolver a la pregunta: ¿cómo obtener una simulación de comportamientos de sistemas distribuidos para la obtención de las propiedades de robustez y auto-recuperación de fallas? Para responder a esta pregunta, en la sección 1 se determinan algunos problemas de interés y los supuestos tenidos en cuenta en la simulación. Luego, en la sección 2 se explican los principios y las funciones básicas definidas para los agentes y algunos problemas tratables con el simulador con sus resultados y referencias a trabajos de investigación ya publicados con la ayuda del simulador con su respectiva contribución. Finalmente, se presentan algunas conclusiones.

1. Problemas a modelar con la simulación y supuestos

Para poder crear una simulación de comportamientos distribuidos se identificaron los siguientes subproblemas de interés: 1) determinar qué comportamientos de un sistema distribuido son interesantes para simular; 2) definir diferentes tipos de falla en un sistema distribuido y 3) desarrollar diferentes procesos que permitan ofrecer las propiedades de robustez y recuperación de las fallas definidas.

El primer subproblema que surge es cómo modelar comportamientos de un sistema distribuido usando un entorno multi-agente simulado. Se requiere una simulación que sea precisa y escalable para que modele los aspectos más relevantes del comportamiento de un sistema distribuido. En esta parte se estudiaron técnicas basadas en el movimiento animal que son la base para definir una tarea de colección y sincronización de datos en sistemas distribuidos. La selección de una tarea de colección y sincronización de datos es importante porque provee una base para mantener la información o recoger información en caso de fallas en aplicaciones distribuidas reales (Aguilera, Van Renesse y Guerraoui, 2010).

Algunos problemas conocidos relacionados con la exploración de terrenos son cubrimiento en comunicaciones con robots móviles (Beal, Correll, Urbina y Bachrach, 2009) y exploración de terrenos. Una tarea común en entornos con múltiples robots es obtener tanta información como sea posible en la menor cantidad de tiempo con el supuesto de que los agentes no tienen ningún conocimiento sobre el terreno (Perea-Ström, Bogoslavskyi y Stachniss, 2017). El cubrimiento en comunicaciones pretende formar una red sobre un espacio determinado utilizando robots con capacidades de locomoción y percepción (Winfield y Nembrini, 2012). En términos de locomoción, los algoritmos basados en movimientos aleatorios en un terreno son simulados y estudiados (Beal *et al.*, 2009).

Los principales principios en el problema de cubrimiento en comunicaciones incluyen mover agentes a áreas no exploradas y evitar otros agentes para maximizar el espacio explorado (Lopes, Frisch, Boeing, Vinsen y Bräunl, 2011). Además, como supuesto principal, los agentes únicamente tienen información local obtenida de sus sensores locales mientras exploran. El movimiento animal es estudiado como una posible forma de lograr cubrimiento en las comunicaciones. Por un lado, las moscas de fruta o los monos araña presentan ciertos patrones cuando buscan comida o exploran un ambiente determinado para cubrir un ambiente determinado. Beal (2013) muestra que estos patrones pueden ser modelados utilizando caminatas

de Lévy. Estas caminatas siguen una aproximación superdifusiva que explora y cubre un espacio determinado en una forma más rápida y efectiva comparada con las caminatas aleatorias o una aproximación de fuerzas repulsivas. En Rhee *et al.* (2011) y Saha, Misra y Pal (2015), las caminatas de Lévy son utilizadas para modelar el movimiento humano en un espacio determinado para formar redes móviles.

El segundo subproblema es definir fallas y evaluar que tan robusto puede ser un sistema distribuido. En esta simulación se consideran tres tipos de fallas. Los agentes pueden fallar mientras realizan su tarea (por ej., fallas en *software*, agentes sin batería). En un entorno de red, los agentes pueden perderse en las comunicaciones (en el caso de redes *ad hoc*) si se tiene una red no confiable. Por último, los nodos de una red pueden fallar, interrumpiendo potencialmente la comunicación entre nodos vecinos, dividiendo la red en particiones y causando que los agentes o procesos de *software* que se ejecutan en los nodos fallen o evitando que un sistema determinado ejecute la labor que se le designó.

Los sistemas distribuidos pueden fallar o ser atacados. Construir sistemas distribuidos con alta disponibilidad es un desafío, porque los nodos de los sistemas distribuidos son autónomos y, por tanto, desconocen el estado de los demás nodos de la red en un tiempo dado. En este trabajo, se presentará un sistema distribuido simulado de tipo asíncrono, porque no se tienen supuestos sobre tiempos de espera en el envío de mensajes, o tiempo tomado para ejecutar una determinada tarea. Los agentes descritos en este capítulo no tienen ni esperan acciones de otros agentes para actuar. Los modelos asíncronos son más fáciles de replicar porque no tienen supuestos de tiempo (Chandra y Toueg, 1996). Aunque no se tengan supuestos de tiempo en una simulación en tiempo discreto, cada agente puede tener un contador interno de tiempo y el tiempo se define en rondas de programa de agente.

Un tercer problema consiste en qué hacer para que el sistema repare estas fallas por sí mismo. Esta parte implica —como lo muestran algunos autores— un proceso de monitoreo, detección y recuperación de fallas (Rodosek, Geihs, Schmeck y Stiller, 2009). En esta parte se deben determinar los supuestos para que el sistema pueda recuperarse a sí mismo de fallas, el tipo de acciones que debe seleccionar el sistema para recuperarse y los eventos en el monitoreo que producen la activación de las acciones que permitan recuperar el sistema. El supuesto más importante es el tiempo entre fallas en los componentes del sistema distribuido que debe ser menor al tiempo tomado por las acciones desencadenadas para restaurar el sistema.

En este caso se puede pensar en un organismo viviente. El organismo puede recuperarse de fallas y sobrevivir siempre y cuando sus fallas no sean críticas y la velocidad en la que se recupera el organismo es superior a la que los componentes del organismo fallan.

1.1. Supuestos de la simulación

Como primer supuesto, la simulación presentada en este capítulo utiliza sistemas multi-agente. Por medio de los sistemas multi-agente se definen componentes autónomos con la capacidad de interactuar con otros (Balaji y Srinivasan, 2010). Además, los agentes utilizan un programa de agente para definir su comportamiento basado en unas percepciones obtenidas del ambiente y la producción de acciones puede tener un efecto tanto en el agente como en su entorno (Russell y Norvig, 2010).

En el desarrollo de la simulación propuesta se identificaron dos tipos de agente con su respectivo programa (Figura 1): se definieron agentes móviles identificados con un dibujo de termita, con el objetivo de explorar un ambiente dado y nodos que constituyen localizaciones en un mundo bidimensional o vértices en una red modelada como un grafo.

Los agentes móviles, como indica la Figura 1, exploran un ambiente dado (que puede ser bidimensional o que corresponde a un grafo). Además, realizan tareas de administración de datos relacionadas con la colección y replicación de datos en el ambiente seleccionado. Asimismo y para moverse incluyen diferentes implementaciones de algoritmo de movimiento que le permiten moverse entre nodos de una red dada o en un espacio definido. Los algoritmos de movimiento incluyen inicialmente: selección de una dirección al azar a un vecino de grado uno de la localización actual de un agente móvil, la definición de caminatas de Lévy y el diseño de algoritmos basados en colonias de insectos y el uso de feromonas para permitir explorar el espacio de diferentes formas, evaluando si existen diferencias cuando se aplican dichos algoritmos de movimiento para realizar una tarea de administración de datos.

..... 
Por medio de los sistemas multi-agente se definen componentes autónomos con la capacidad de interactuar con otros (Balaji y Srinivasan, 2010). Además, los agentes utilizan un programa de agente para definir su comportamiento basado en unas percepciones obtenidas del ambiente y la producción de acciones puede tener un efecto tanto en el agente como en su entorno (Russell y Norvig, 2010).

Como primitiva de comunicación, cuando dos agentes se encuentran en un mismo nodo o son vecinos en un espacio bidimensional se definieron reglas de intercambio de datos basadas en un proceso conocido como trofalaxis. El proceso de trofalaxis es importante en la comunicación de insectos sociales como termitas, abejas y hormigas, pues a través de este transfieren una porción de comida encontrada previamente y almacenada de forma intestinal a uno o varios miembros del enjambre quienes retransmiten dicha información a otros (Rodríguez y Gómez, 2011; Suárez y Thorne, 2000).a.

Como segundo supuesto, los nodos en el ambiente serán los encargados de almacenar y proporcionar la información a ser coleccionada por los agentes móviles. Tienen la capacidad de comunicarse con los agentes móviles y con sus nodos vecinos. En los escenarios de recuperación de datos, los nodos también serán los responsables de recrear agentes móviles u otros nodos con el fin de recuperar la estructura de una red dada. Los nodos también cuentan con la capacidad de conectarse con otros nodos. La conexión con otros nodos permite la definición de diferentes tipos de red presentes en la vida real como la red mundial WWW (*World Wide Web*), redes de correo electrónico o servidores virtuales configurados para realizar una tarea determinada, o granjas o configuraciones de nube.

En tercer lugar, los dos tipos de agente modelados utilizan un programa de agente. El Algoritmo 1 muestra un ejemplo de programa base de agente. En este caso se realizó una simulación en tiempo discreto a partir del concepto de rondas (en

Agentes móviles



- Tienen estados internos.
- Exploran el entorno.
- Realizan tareas de administración de datos.
- Se comunican con otros agentes (naturaleza).

Agentes estáticos



- Definen **nodos** en el ambiente.
- Almacenan información.
- Se comunican con otros agentes.
- Pueden **crear** otros agentes.

Figura 1. Tipos de agente modelados en la simulación

inglés *round*). En cada ronda, cada uno de los agentes percibe del entorno datos dependiendo de su rol (línea 10). Por ejemplo, si se trata de un agente móvil puede percibir y obtener un dato en un nodo o la cantidad de feromona que está depositada en un nodo dado para coleccionar información de dicho nodo y decidir el siguiente nodo a explorar respectivamente. Si es un nodo, puede percibir a los vecinos que tiene interconectados a él o diferentes tipos de mensaje a los que debe dar respuesta. Después de percibir la información del ambiente, el agente seleccionará una acción a partir de las percepciones dadas. En este caso, las acciones tienen efecto en el agente y también en el ambiente. En el programa de agente también incluye el concepto de falla en las líneas 5 a 7. La falla está definida en este momento como la culminación del hilo de ejecución del agente y está definida como que el componente realiza su tarea hasta que falla y no se vuelve a saber nada de este (Van Steen y Tanenbaum, 2017). Como parámetro para que el sistema falle, se define una variable fija en el intervalo $[0,1]$ llamada probabilidad de falla p_f . En cada ronda de programa de agente, se genera un número pseudoaleatorio en el mismo intervalo $[0, 1]$ —línea 5 del algoritmo 1—. Si el número generado es menor a p_f (línea 6), se considera que el agente falló cambiando el estado de agente e interrumpiendo el ciclo en el programa de agente (líneas 7-8), haciendo que se detenga el proceso creado para dicho agente.

```

1: Percept p
2: Action action
3: round  $\leftarrow$  0
4: while Agent.status  $\neq$  Fail do
5:    $\lambda \leftarrow U[0, 1]$  ▷ uniform random number
6:   if  $\lambda < p_f$  then
7:     Agent.status  $\leftarrow$  Fail
8:     break
9:   end if
10:  p  $\leftarrow$  environment.sense()
11:  Action  $\leftarrow$  computeAction(p)
12:  environment.act(Agent, Action)
13:  round  $\leftarrow$  round+1
14: end while

```

Algoritmo 1. Programa de agente

2. Tipos de problema tratables con la simulación

A continuación, se mostrará cómo la simulación propuesta en este capítulo y basada en sistemas multi-agente resuelve los subproblemas de interés planteados en

la sección 1. Durante el desarrollo de la simulación, se modelaron los siguientes problemas: el primero consistió en evaluar la robustez en sistemas distribuidos móviles utilizando inteligencia de enjambres y trofalaxis (Rodríguez, Gómez y Diaconescu, 2015a, 2015b). El segundo en estudiar la robustez y el rendimiento de diferentes algoritmos para coleccionar datos en redes complejas (Rodríguez, Gómez y Diaconescu, 2017a). En tercer lugar, aborda el problema de recuperar los agentes móviles que fallan (Rodríguez, Gómez y Diaconescu, 2017b). Finalmente, se establece el problema que se intenta resolver actualmente correspondiente a la introducción de fallas en los agentes estáticos.

El simulador permite obtener métricas para realizar análisis estadísticos que son críticos para perfilar nuevos diseños de agentes. El análisis estadístico está basado en la generación de diagramas de cajas y la obtención de datos relacionados con la cantidad de mensajes empleada, el tiempo de colección de datos por el mejor agente, generación de datos y estadísticas correspondientes a métricas de grafos y otra información adicional. A partir de *scripts* definidos, se puede repetir un experimento varias veces para determinar la validez estadística de los resultados obtenidos en la simulación. A partir de los datos obtenidos, se pueden realizar diferentes pruebas estadísticas para evaluar si existen diferencias significativas en una métrica del modelo; por ejemplo, evaluar si el tiempo de colección de los datos por un agente móvil aplicando una técnica de movimiento definida es significativamente diferente al de un agente móvil aplicando otra técnica de movimiento dado.

2.1. Robustez en exploración de sistemas distribuidos usando inteligencia de enjambres y trofalaxis

Inicialmente, en la simulación se diseñó y se implementó un ambiente de tipo bidimensional y agentes móviles que exploran una matriz de nodos generando un ambiente de tipo toroide. A cada nodo en el ambiente se le asignó un dato. Como objetivo de la simulación definida, se logró que al menos un agente obtuviese información de ambientes bidimensionales dados incrementando el número de agentes y el tamaño del espacio de manera que se mantuviera el mismo valor de densidad.

Mediante la exploración de diferentes algoritmos de movimiento, se mostró que se obtiene una mayor robustez en la tarea cuando se incrementa la probabilidad de falla P_f si se tiene un algoritmo de movimiento que hace que los agentes exploren el espacio tan rápido como sea posible.

Además, se modelaron distintos algoritmos de movimiento como las caminatas de Lévy (Beal, 2013) y se propuso un algoritmo de movimiento basado en el algoritmo de colonias de hormigas (Dorigo, Di Caro y Gambardella, 1999). En la Figura 2 se observa la simulación con diferentes algoritmos en distintos instantes de tiempo. Se observan tres algoritmos de movimiento basados en colonias de hormigas en la parte a) en la ronda 150, y en la parte b) en la ronda 1.000. Se tiene una $p_f = 0,0005$. La situación actual del ambiente se aprecia en tonos de rojo con la cantidad de feromona almacenada por los agentes móviles (un rojo más intenso significa que una mayor cantidad de agentes han pasado por un punto dado); en amarillo se aprecia que los agentes al avanzar el tiempo de forma global obtienen información de todo el terreno con excepción de algunas pequeñas partes del ambiente apreciadas como huecos en color azul claro. En la parte inferior se encuentra la cantidad de agentes que desempeñan un determinado rol *versus* el tiempo.

Como conclusión de este trabajo, se mostró que la exploración basada en colonias de hormigas es la que permite explorar el ambiente más rápido presentando una mayor robustez. En el caso de las caminatas de Lévy, se tiene una dispersión de los ambientes en el entorno que resulta más rápida que la exploración aleatoria sin dejar marcas en el ambiente. También se mostró que el mecanismo de trofalaxis implementado, permite a agentes vecinos intercambiar información para adquirir información global del ambiente mediante cooperación haciendo que la exploración sea más robusta (resista una mayor probabilidad de falla).

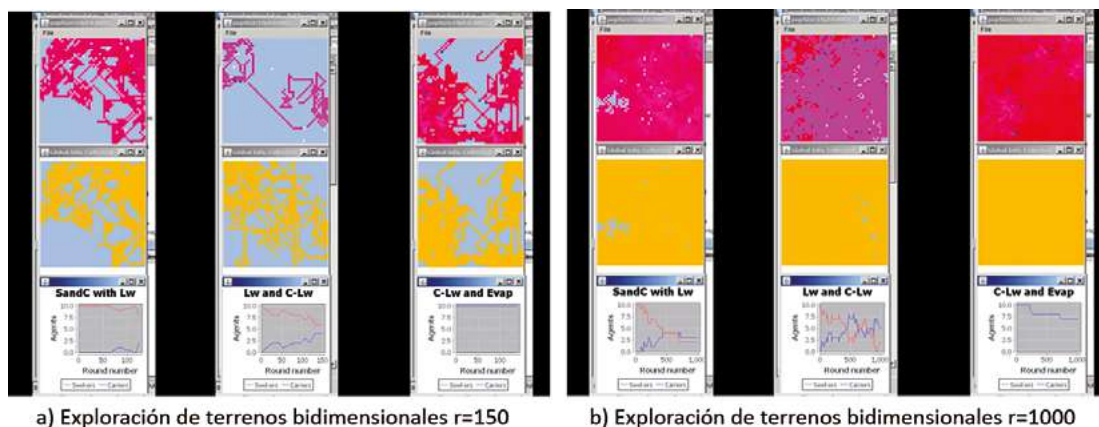


Figura 2. Exploración de ambientes bidimensionales

El desarrollo de esta simulación permitió concluir que la velocidad en la que se completa la exploración del mundo bidimensional es una característica esencial

para lograr mejores tasas de éxito. Los mecanismos que favorecen la exploración son más resistentes a fallas que aquellos que se enfocan en incrementar la comunicación entre los agentes. Esto quiere decir que entre más rápido sea el algoritmo de exploración en recolectar información de un espacio dado, va a ser más resistente a fallas. La documentación, datos y recursos sobre esta parte del simulador están disponibles para su uso en <http://www.alife.unal.edu.co/~aerodriguezp/termite/>.

2.2. Colección de datos autoorganizada en redes complejas

El segundo ambiente del simulador estudia la robustez y el rendimiento de diferentes algoritmos para colección y sincronización de datos en redes complejas (Rodríguez, Gómez y Diaconescu, 2017). En este trabajo mediante la definición de los nodos se modelan diferentes tipos de redes, tanto tradicionales (línea, círculo, retículo) como complejas (*small-world*, *community* y *scale-free*) con diferentes parámetros. Mediante esta simulación se adaptaron diferentes algoritmos de movimiento del ambiente bidimensional para hacer posible que los agentes móviles exploren y recolecten datos de una red compleja determinada. Del mismo modo, se pueden realizar experimentos con diferentes valores de P_f .

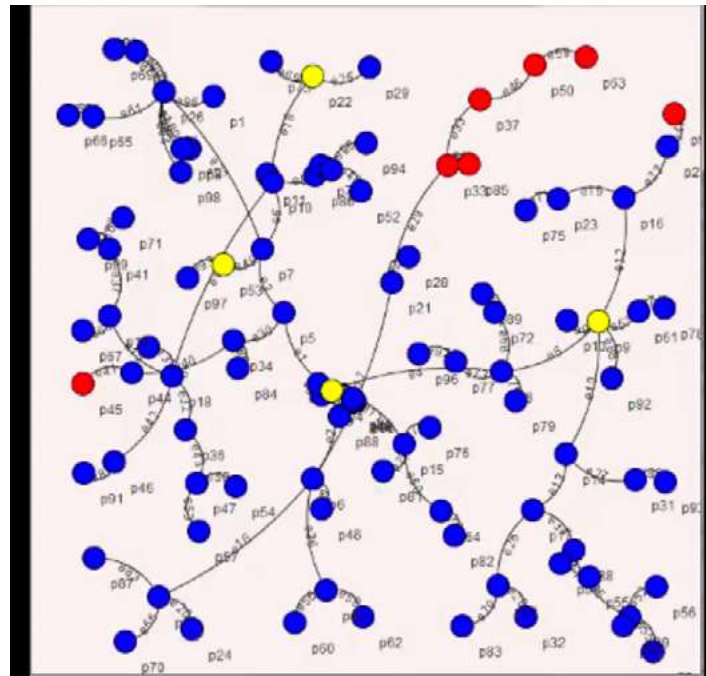


Figura 3. Cuatro agentes móviles explorando una red compleja de tipo scale-free

La Figura 3 presenta un tipo de red modelada en el simulador y agentes mostrados como puntos amarillos en el simulador. Los nodos en rojo son posiciones no exploradas. Los agentes utilizan diferentes algoritmos de movimiento para explorar la red compleja. Y se observa cómo los agentes de tipo nodo se conectan y son capaces de modelar interacciones con agentes móviles y otros nodos.

Una red compleja consiste en un alto número de componentes interconectados caracterizados por propiedades topológicas que no son triviales. Pues son redes que ni tienen una estructura totalmente regular (por ej., todos los nodos tienen el mismo grado) ni sus conexiones son generadas totalmente de forma aleatoria (Van Der Hofstad, 2017). Características típicas de una red compleja incluyen mantener distancias relativamente pequeñas entre los nodos (Mori, Uehara y Matsumoto, 2015), presentar distribuciones de potencias en el grado de los nodos (Barabási y Bonabeau, 2003) o formar comunidades o clústeres.

Las redes se definen en este simulador como un grafo $G(V, E)$, con una colección de vértices V y un conjunto de arcos E . Para generar las redes complejas se utilizaron reglas de interconexión que se encuentran en la literatura y un *framework* que permite definir y calcular métricas sobre grafos llamado JUNG (White, 2005).

Como algoritmos de movimiento, en esta parte se modelaron movimientos aleatorios y una adaptación del algoritmo basado en enjambres dada la imposibilidad de modelar caminatas de Lévy ante la incapacidad de definir un sistema de direcciones. Los resultados experimentales de esta parte de la simulación muestran que la velocidad de colección de los datos depende del tipo de red. Para la mayoría de las redes, se tiene que la exploración basada en colonias de insectos es más rápida que una exploración aleatoria. Sin embargo, observando los parámetros de las redes, se encontró una relación entre la desviación estándar de la métrica de intermediación de un grafo y la velocidad de colección de la información. A mayor desviación de esta métrica, se requiere mayor tiempo para recolectar datos de una red dada y un movimiento aleatorio puede resultar más rápido que en el modelo basado en hormigas, definido en Rodríguez *et al.* (2017a). Algunos resultados están disponibles en <http://www.alife.unal.edu.co/~aerodriguezp/datacol/>.

2.3. Replicación de agentes que exploran redes complejas

En esta simulación se planteó el problema de definir un tipo de falla que depende de las comunicaciones. Los nodos están conectados por enlaces que pueden fallar. Se asume que estos enlaces, por ejemplo, en un entorno de computación

en la nube corresponden a conexiones entre servidores que pueden ser físicos o virtuales. Cuando se envía información entre nodos se pueden perder paquetes y del mismo modo los agentes pueden fallar cuando se están moviendo de un nodo a otro (Rodríguez *et al.*, 2017b). Se diseñó un mecanismo que permite a los nodos, aunque los enlaces fallen transmitiendo la información de los agentes, crear nuevas réplicas de agente móvil, teniendo una primera aproximación basada en reglas locales que recrea agentes fallidos, logrando que los agentes móviles recolecten información de toda una red, incluso con altos valores en su probabilidad de fallar.

Para corregir estas fallas en los enlaces, se modelan tiempos de espera en los que al no recibir respuesta de un agente por un tiempo dado el nodo sea capaz de replicar dicho agente que falla. En ese sentido, se pueden presentar varios escenarios posibles. En la Figura 4 se aprecian tres posibles escenarios: el primero (llamado *No replication*) donde no hay replicación y los agentes fallan con una tasa alta de fallas $p_f = 0,5$. Una tasa de probabilidad de 0,5 es pensar en que cada vez que el agente se va a mover de un nodo a otro, se lanza una moneda y si cae cara, por ejemplo, las comunicaciones fallan haciendo que el agente detenga su ejecución. En este primer escenario, se observan muchos nodos en rojo, pues algunos de los agentes fallaron y no se logró la tarea de colección de datos en la red dada. En el segundo escenario (llamado *With replication and no delay*), se tiene que, si el tiempo de espera es adecuado, se logra generar réplicas que con el tiempo permiten que un agente al menos recolecte información de todos los nodos que conforman la red. En el tercer escenario (*With replication and delay 3s*) se aprecia que, si se tiene un retraso en las comunicaciones mayor al tiempo de espera, los nodos localmente tenderán a crear réplicas de los agentes causando sobrepoblación de estos y consumiendo una mayor cantidad de recursos que puede implicar sobreuso de los recursos de red que tiene el sistema disponible para realizar su tarea dada.

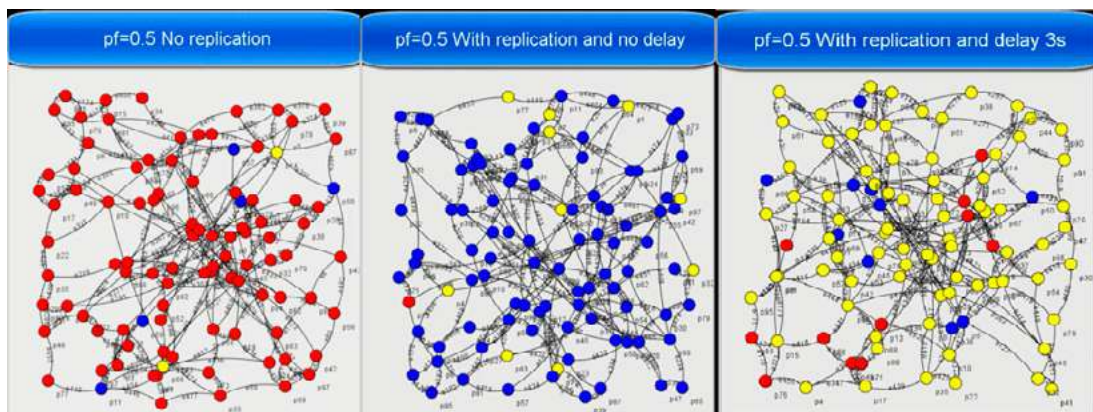


Figura 4. El problema de la replicación de nodos

Para definir un escenario realista, lo ideal fue definir diferentes retrasos en cada uno de los enlaces de la red. Para comprobar qué tan robusto es el sistema, se definieron diferentes probabilidades de fallas que se fueron incrementando conforme al diseño de experimentos. El modelamiento de diferentes retrasos para cada uno de los enlaces implicó definir reglas en los nodos que permitieran aproximar los tiempos de espera de toda la red con el tiempo, partiendo de una estimación y manejando ventanas de tiempo correspondientes a los tiempos obtenidos de los agentes que se logran mover entre cada par de nodos.

Este modelo requiere que los tiempos de espera se adapten automáticamente para evitar sobrepoblación en el número de agentes móviles. Por medio de esta simulación en Rodríguez, Gómez y Diaconescu (2017c), se propuso un modelo que asegura que una tarea se complete, incluso con valores de P_f hasta de 0,5. Si no se recibe notificación de un nodo en un tiempo esperado, se crea una réplica del agente móvil. Además, utilizando los tiempos de los agentes móviles que pasan de un determinado nodo a otro, se estiman los tiempos límite para cada uno de los enlaces.

Como resultado de este modelo, partiendo de la aproximación dada por el movimiento de los agentes y guardando un historial de los tiempos de espera, mostró en Rodríguez *et al.* (2017b) que se evita la sobrepoblación, pues el número de agentes tiende a ser la cantidad inicial de agentes definida en cada experimento y también que el número mínimo de agentes se aproxime al número inicial mediante la reducción del tiempo de espera si inicialmente es más alto que los tiempos de las comunicaciones. El análisis experimental generado por la simulación incluye tasas de éxito, consumo de memoria, rapidez en la colección de datos con y sin replicación y análisis del número de agentes. La documentación, videos y resultados adicionales están disponibles en <http://www.alife.unal.edu.co/~aerodriguezp/networksim/>.

2.4. Auto-recuperación de la estructura de una red compleja

En esta última parte del simulador se planteó el problema en el que se está trabajando en la actualidad. Inicialmente se definen fallas en los nodos de una red compleja dada y se implementa una métrica de similitud dada para comparar a una misma red en diferentes instantes de tiempo dado. Cuando se presenta una falla en un nodo específico, tanto el nodo como las conexiones que tiene ese nodo desaparecen y la estructura de la red cambia.

Se pretende, utilizando las capacidades locales que tiene cada nodo, que los nodos sean capaces de crear nuevas réplicas de otros nodos fallidos, utilizando información sobre la topología de la red y a través de la percepción de los vecinos de grado uno de cada nodo en la red. En esta parte del simulador, la exploración robusta de las redes complejas, utilizando los algoritmos de movimiento definidos en las partes anteriores de la simulación, permite diseñar un mecanismo en el que la información de la red a sincronizar sea dada por los agentes móviles quienes sincronizarán la información sobre la topología de la red.

Los agentes hasta la sección 2.3. Donde se plantea el modelo de replicación de agentes, contaban con capacidad de almacenamiento ilimitada para guardar la información que tenían almacenada los nodos en la red. En esta simulación, los agentes móviles cuentan con almacenamiento limitado. De este modo, solo podrán almacenar partes de la información sobre la topología de la red. Se espera que al distribuir dicha información se pueda permitir a un nodo saber si alguno de sus vecinos falló.

Utilizar agentes móviles para explorar una red compleja puede ser importante en casos donde la estructura de la red no se conoce, pero se desea mantener. Como las fallas en una red pueden darse en cualquier momento, es posible que en un punto del tiempo al agregar o eliminar nodos de una red llegue a desconocerse la estructura de esta. Por otro lado, si se sabe que una estructura de la red es más eficiente que otra para realizar una tarea determinada de replicación de datos, puede ser importante mantener dicha estructura.

Conclusiones

En este capítulo se presentaron diferentes problemas relacionados con: 1) la selección de una tarea distribuida para ser modelada utilizando una simulación; 2) las partes principales de un sistema distribuido que pueden ser modeladas y que corresponden a la estructura de la red y los programas de nodo como vértices de dicha red y agentes móviles que realizan una tarea de administración de datos; 3) el modelamiento y la justificación de la aplicación de un modelo basado en agentes para realizar la simulación mencionada; 4) la definición de fallas en los diferentes componentes del sistema; 5) la medición del efecto de estas fallas en el sistema y la obtención de robustez en una tarea de colección de datos; 6) el impacto de la aplicación de reglas locales en la obtención de las propiedades de robustez y recuperación de fallas.

Se definieron como base dos tipos de agente: agentes móviles y nodos. Los agentes móviles tienen estados internos, exploran un ambiente y realizan tareas de administración de datos y se comunican con otros agentes que encuentran mientras desempeñan la exploración de un ambiente dado (sea un entorno bidimensional o una red compleja). Los nodos son agentes estáticos que definen el ambiente distribuido a ser explorado. Los nodos almacenan feromonas, proveen mecanismos como evaporación pasiva y almacenan información local de interés. Además, los nodos pueden comunicarse con otros nodos o agentes móviles y crear réplicas de otros agentes.

El simulador en sus diferentes aspectos ha sido una herramienta de ayuda en la definición de reglas locales que permiten obtener comportamientos para evaluar la robustez en distintas tareas seleccionadas propias de un sistema distribuido. La metodología empleada para obtener los resultados obtenidos está basada en la definición de reglas locales y en la experimentación de distintas opciones de reglas locales que producen los comportamientos de autoorganización deseados. La parte difícil de la obtención de modelos autoorganizados corresponde al descubrimiento de las reglas locales que permiten generar el comportamiento deseado. Por medio de la simulación planteada y mediante error y ensayo con diferentes configuraciones de parámetros, se buscó en cada parte de la simulación inicialmente reglas que garantizaran un comportamiento deseado y posteriormente una mejora de estas.

En las simulaciones mostradas y citadas en este capítulo, se tiene un número de nodos fijo igual a cien, pues se pretendía realizar experimentos lo más rápido posible en un único equipo de cómputo donde los recursos de memoria y del procesador son limitados. Como trabajo futuro, se pretende extender la cantidad de nodos en las diferentes redes generadas a mil o a diez mil nodos para probar la calidad de las reglas obtenidas hasta el momento. A parte de extender la cantidad de los nodos, también se desea aproximar y modelar otro tipo de tareas distribuidas que representan aplicaciones de la industria vigentes, como son las redes de servidores virtuales y el uso de contenedores de aplicaciones. Se pretende comparar mecanismos de colección de información tradicionalmente utilizados por estos sistemas con el modelo propuesto de agentes móviles.

Otros temas de interés, cuando se tiene simulación de sistemas distribuidos corresponden a mantener coherencia en la información complementaria utilizando modelos de consenso. En este momento, el simulador trabaja con información complementaria que no es contradictoria. Como trabajo futuro, se piensa integrar

también mecanismos de elección de líder como el propuesto por Ongaro (Ongaro y Ousterhout, 2014), donde se elige un servidor para que decida qué cambios deben aplicarse en la red para mantener coherencia en la información. El tema de consenso es complementario al trabajo realizado, pues asume que los nodos fallan y son recuperados por un proceso externo. Cuando se recupera el proceso externo, es actualizado a partir de la información que posee un líder dado. Se espera también a futuro, estudiar mecanismos de consenso que provienen de la naturaleza, con el fin de ver si se pueden modelar aún comportamientos más simples que le permitan a una red recuperarse de fallas y, al mismo tiempo, mantener coherencia en la información. Otro tema complementario es la integración de mecanismos de seguridad al modelo. Este tema no es cubierto en la simulación planteada, pues está concentrada en la obtención de autopropiedades.

Agradecimientos

Se desea agradecer a la doctora Ada Diaconescu de Telecom ParisTech, quien es colaboradora en el proyecto del simulador. La doctora ha asesorado la construcción del simulador mostrado en este capítulo a partir de su experiencia en el área de computación autonómica y autoorganización. Ada Diaconescu es Ph.D en Ingeniería Electrónica y Computación de la Universidad de Dublín, en Irlanda. Actualmente se desempeña como profesora titular asistente (*Maître de conférences*, en francés) en Telecom ParisTech.

Referencias

- Agrawal, N., Prabhakaran, V., Wobber, T., Davis, J. D., Manasse, M., & Panigrahy, R. (2008). Design tradeoffs for SSD performance. In *USENIX 2008 Annual Technical Conference* (pp. 57-70). Berkeley, CA, USA: USENIX Association. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1404014.1404019>.
- Aguilera, M. K., Van Renesse, R., & Guerraoui, R. (2010). *Replication*. In B. Charron-Bost, F. Pedone & A. Schiper (Eds.), *Lecture notes in computer science* (including subseries *Lecture notes in artificial intelligence and lecture notes in bioinformatics*) (vol. 5959). Berlin, Heidelberg, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-11294-2>.
- Balaji, P. G., & Srinivasan, D. (2010). An introduction to multi-agent systems. *Studies in Computational Intelligence*, 310, 1-27. http://doi.org/10.1007/978-3-642-14435-6_1.

- Barabási, A.-L., & Bonabeau, E. (2003). Scale-free networks. *Scientific American*, 288(5), 60-69. <http://doi.org/10.1038/scientificamerican0503-60>.
- Beal, J. (2013). Superdiffusive dispersion and mixing of swarms with reactive levy walks. *International Conference on Self-Adaptive and Self-Organizing Systems, SASO*, 141-148. <http://doi.org/10.1109/SASO.2013.9>.
- Beal, J., Correll, N., Urbina, L., & Bachrach, J. (2009). Behavior modes for randomized robotic coverage. *2009 Second International Conference on Robot Communication and Coordination*. <http://doi.org/10.4108/ICST.ROBOCOMM2009.5863>.
- Bhardwaj, R., & Dixit, V. S. (2010). An overview on tools for peer to peer network simulation, *International Journal of Computer Applications*, 1(19), 70-76.
- Bicocchi, N., & Zambonelli, F. (2007). Autonomic communication learns from nature. *IEEE Potentials*, 26(6), 42-46. <http://doi.org/10.1109/MPOT.2007.906119>.
- Casanova, H., Giersch, A., Legrand, A., Quinson, M., & Suter, F. (2014). Versatile, scalable, and accurate simulation of distributed applications and platforms. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 74(10), 2899-2917. Retrieved from <http://hal.inria.fr/hal-01017319>.
- Casanova, H., Legrand, A., & Quinson, M. (2008). SimGrid: A generic framework for large-scale distributed experiments. *Tenth International Conference on Computer Modeling and Simulation (Uksim 2008)*, 126-131. <http://doi.org/10.1109/UKSIM.2008.28>.
- Chandra, T., & Toueg, S. (1996). Unreliable failure detectors for reliable distributed systems. *Journal of the ACM (JACM)*, 43(2), 225-267. <http://doi.org/10.1145/226643.226647>.
- Dorigo, M., Di Caro, G., & Gambardella, L. M. (1999). Ant algorithms for discrete optimization. *Artificial Life*, 5(2), 137-172. <http://doi.org/10.1162/106454699568728>.
- Fujiwara, K., & Casanova, H. (2007). Speed and accuracy of network simulation in the simgrid framework. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Performance Evaluation Methodologies and Tools*. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1345279>.
- Lalanda, P., McCann, J. A., & Diaconescu, A. (2013). *Autonomic computing: Principles, design and implementation*. Springer.

- Lopes, S., Frisch, B., Boeing, A., Vinsen, K., & Bräunl, T. (2011). Autonomous exploration of unknown terrain for groups of mobile robots. *IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Proceedings*, (iv), 157-162. <http://doi.org/10.1109/IVS.2011.5940455>.
- Mori, H., Uehara, M., & Matsumoto, K. (2015). Parallel architectures with small world network model. *2015 IEEE 29th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*, 467-472. <http://doi.org/10.1109/WAINA.2015.84>.
- Ongaro, D., & Ousterhout, J. (2014). In search of an understandable consensus algorithm. In *Proceedings of the 2014 USENIX Conference on USENIX Annual Technical Conference* (pp. 305-320). USENIX Association. Retrieved from <https://ramcloud.stanford.edu/wiki/download/attachments/11370504/raft.pdf>.
- Perea-Ström, D., Bogoslavskyi, I., & Stachniss, C. (2017). Robust exploration and homing for autonomous robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 90, 125-135. <http://doi.org/10.1016/j.robot.2016.08.015>.
- Rana, M. K., Sardar, B., Mandal, S., & Saha, D. (2017). Implementation and performance evaluation of a mobile IPv6 (MIPv6) simulation model for ns-3. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 72, 1-22. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.simpat.2016.12.005>.
- Raynal, M. (2013). *Distributed algorithms for message-passing systems*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-38123-2>.
- Rhee, I., Shin, M., Hong, S., Lee, K., Hong, S., Kim, S. J., & Chong, S. (2011). On the Levy-Walk nature of human mobility. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 19(3), 630-643. <http://doi.org/10.1109/TNET.2011.2120618>.
- Rodosek, G. D., Geihs, K., Schmeck, H., & Stiller, B. (2009). Self-healing systems: Foundations and challenges. In A. Andrzejak, K. Geihs, O. Shehory & J. Wilkes (Eds.), *Self-healing and self-adaptive systems* (vol. 9201, pp. 1-6). Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum fuer Informatik, Germany. Retrieved from <http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2009/2110/pdf/09201.SWM.ExtAbstract.2110.pdf>.

- Rodríguez, A., & Gómez, J. (2011). *Termites system with self-healing based on autonomic computing*. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/5414/>.
- Rodríguez, A., Gómez, J., & Diaconescu, A. (2015a). Foraging-inspired self-organisation for terrain exploration with failure-prone agents. In IEEE (Ed.), *2015 IEEE 9th International Conference on Self-Adaptive and Self-Organizing Systems* (vol. 2015-Octob, pp. 121-130). Boston MA, USA: IEEE. <http://doi.org/10.1109/SASO.2015.20>.
- Rodríguez, A., Gómez, J., & Diaconescu, A. (2015b). Towards failure-resistant mobile distributed systems inspired by swarm intelligence and trophallaxis. In *Proceedings of the European Conference on Artificial Life 2015, At The University of York UK* (vol. 2, pp. 448-455). <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.7551/978-0-262-33027-5-ch080>.
- Rodríguez, A., Gómez, J., & Diaconescu, A. (2017). Exploring complex networks with failure-prone agents. In S. Verlag (Ed.), *15th Mexican International Conference on Artificial Intelligence, MICAI 2016* (pp. 81-98). Lecture notes in computer science. <http://doi.org/0302-9743>.
- Rodríguez, A., Gómez, J., & Diaconescu, A. (2017a). Exploring complex networks with failure-prone agents. In O. Pichardo-Lagunas & S. Miranda-Jiménez (Eds.), *Advances in soft computing: 15th Mexican International Conference on Artificial Intelligence, MICAI 2016, Cancún, Mexico, October 23-28, 2016, Proceedings, Part II* (pp. 81-98). Cham: Springer International Publishing. http://doi.org/10.1007/978-3-319-62428-0_7.
- Rodríguez, A., Gómez, J., & Diaconescu, A. (2017b). Replication-based self-healing of mobile agents exploring complex networks. In Y. Demazeau, P. Davidsson, J. Bajo & Z. Vale (Eds.), *Advances in practical applications of cyber-physical multi-agent systems: The PAAMS Collection: 15th International Conference, PAAMS 2017, Porto, Portugal, June 21-23, 2017, Proceedings* (pp. 222-233). Cham: Springer International Publishing. http://doi.org/10.1007/978-3-319-59930-4_18.

- Rodríguez, A., Gómez, J., & Diaconescu, A. (2017c). Replication-based self-healing of mobile agents exploring complex networks. In Y. Demazeau, P. Davidsson, J. Bajo & Z. Vale (Eds.), *Advances in practical applications of cyber-physical multi-agent systems: The PAAMS Collection: 15th International Conference, PAAMS 2017, Porto, Portugal, June 21-23, 2017, Proceedings* (pp. 222-233). Lecture notes in computer science. http://doi.org/10.1007/978-3-319-59930-4_18.
- Rousset, A., Herrmann, B., Lang, C., & Philippe, L. (2016). A survey on parallel and distributed multi-agent systems for high performance computing simulations. *Computer Science Review*, 22, 27-46. <http://doi.org/10.1016/j.cosrev.2016.08.001>.
- Russell, S., & Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence a modern approach* (Third). New Jersey: Prentice-Hall.
- Saha, B., Misra, S., & Pal, S. (2015). Utility-based exploration for performance enhancement in opportunistic mobile networks. *IEEE Transactions on Computers*, 9340(c), 1. <http://doi.org/10.1109/TC.2015.2441700>.
- Simgrid. (2012). Getting started with SIM GRID models. Retrieved from <http://simgrid.gforge.inria.fr/tutorials/surf-101.pdf>.
- Suárez, M. E., & Thorne, B. L. (2000). Rate, amount, and distribution pattern of alimentary fluid transfer via trophallaxis in three species of termites (Isoptera: Rhinotermitidae, Termopsidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 93(Shapiro 1990), 145-155. [http://doi.org/10.1603/0013-8746\(2000\)093\[0145:RAADPO\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1603/0013-8746(2000)093[0145:RAADPO]2.0.CO;2).
- Summary of the Amazon S3 Service Disruption in the Northern Virginia (US-EAST-1) Region. (n.d.). Retrieved from <https://aws.amazon.com/es/message/41926/>.
- Van Der Hofstad, R. (2017). *Random graphs and complex networks*, vol. I. Available on <http://www.win.tue.nl/rhofstad/NotesRGCN.pdf> (vol. I). Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics. Retrieved from <http://www.win.tue.nl/~jkomjath/NotesRGCN2013may.pdf>.
- Van Steen, M., & Tanenbaum, A. (2017). *Distributed systems*. (M. Van Steen, Ed.) (vol. 3.01). <http://doi.org/10.1145/90417.90747>.

- Velho, P., & Legrand, A. (2009). Accuracy study and improvement of network simulation in the SimGrid framework. In *Proceedings of the Second International ICST Conference on Simulation Tools and Techniques*. ICST. <http://doi.org/10.4108/ICST.SIMUTOOLS2009.5592>.
- White, S. (2005). Analysis and visualization of network data using JUNG. *Journal of Statistical Software*, VV(Ii), 1-35. Retrieved from <http://www.citeulike.org/group/206/article/312257>.
- Winfield, A. F. T., & Nembrini, J. (2012). Emergent swarm morphology control of wireless networked mobile robots. In *Morphogenetic engineering, toward programmable complex systems* (pp. 239-271). Springer. http://doi.org/10.1007/978-3-642-33902-8_10.



Capítulo 10

Antecedents of
the Salesman's Stress

Capítulo 10

Antecedents of the Salesman's Stress

 Gonzalo Luna

Abstract

This research analyzes the effects of the Spanish financial situation on the sale-force's stress. The empirical results, using a sample of 124 vendors, indicate that perceived uncertainty has a major effect on borne pressure and stress, due to the sellers' awareness of the difficult circumstances and the few work opportunities offered in the country. Moreover, other behavioral changes of Spanish companies influence the stress of salespersons; standing out is the perceived remuneration injustice as a result of the general salaries reduction and objectives based remuneration. In addition, in Spain, numerous hired sellers feel low job identification since many of them have been educated in different areas and do not have a lot of experience; in turn, adding to higher levels of stress on the sellers.

Key words: stress, job identification, perceived injustice.

Introduction

Unemployment has increased at an accelerated pace since 2008 in Spain, caused, in 75 % of the cases, by the cessation of many firms' activities or by their wrongdoing. There still doesn't seem to appear any indication of employment improvement in 2013. This context affects all industries and all the Spanish regions (EPA, 2012; INE, 2012).

This economic downturn has meant a relevant change in all the levels of the economy (Berges, 2009) which has influenced the structure of many firms, their sales organization, and the environment perceptions by salesmen. Thus, the crisis has affected the sales force situation and, among other consequences, it is remarkable the influence it has on the stress felt by salespeople (Borrás, 2009).

Being aware that stress can lead to troubling problems like anxiety and depression, which are very common nowadays, and that their consequences may be very serious on the mental stability of people (Patton, 1988; Patton and Questell, 1986; Sarger and Wilson, 1995), this research focuses on analyzing in full the antecedents of stress, caused by the unstable and troubling labor situation that the sales force in Spain is currently suffering. Among these antecedents, we would like to underline 1. the uncertainty experienced by salespeople due to the possibility of losing their jobs (Borrás, 2009; Enreh, 2010), 2. the increase in payments based only on achieved objectives, currently being used more and more by companies as a form of compensation for the efforts made by the sellers (Atienza, 2010), and 3. the low identification with the position felt by a lot of sellers educated in different areas (Nieto and Ramos, 2010) and who may feel forced to work in sales, without feeling identified with the commercial position (Enrech, 2010). From the literature review conducted in this research, it appears that the named variables have not been analyzed as antecedents of stress, so their study may involve new findings in the area of sales management.

To achieve the research objectives, we review the literature, focusing on the background of stress in the discipline of the sales force and the possible effects of the economical crisis on job stress. Next, we present a model that shows the possible relationships between the consequences of the crisis and the stress of the sales staff; followed by an empirical study, which is presented in order to test the hypothesis of the model. Finally, we present the results and main conclusions.

2. Stress in the personal selling staff

A lot of research has focused on studying the construct of “stress” in the workplace. In the 70s, the literature analyzed its effects on the overall business performance (i.e. Boles, Johnson & Joseph, 1997; McGrath, 1976; Organ, 1979; Osman, Karatepe, Babakus & Avci, 2006; Sarger, 1991, Sanjeev and Ramaswami, 1993; Taylor, Pettojohn & Pettijohn, 2000; Sarger et al., 1998). In the eighties and nineties, literature started to present some research in the area of marketing, in order to understand how stress affects the sales force (i. e. Bartol, 1999; Behrman, 1984; Flaherty, Dahlsotrom & Skinner , 1999; Lazarus, 1999; Parasunaman, 1982;; Sarger, Yi & Frutrell, 1998).

Job stress can be defined as “a psychological response to a disturbance experienced by the individual as he or she perceives his or her demands at work, or a restriction found at work” (Parasunaman and Alutto, 1984, p. 332). Even though there are other definitions in the literature (Blau, 1981; Edwards, 1992; Motowidlo, Packard & Manning, 1986; Schuler, 1980; among others) with some differences to the one mentioned above (Sarger and Wilson, 1995), in general, there is agreement on the main elements that comprise job stress (Boles, Johnson & Joseph, 1997; Flaherty et al., 1999, Tanner, Dunn & Chonko, 1993, Taylor et al., 2000; Tracy and Neidermeyerb 2004, Sarger et al. 1998). These elements include: (1) role conflict: difference between the expectation of the performance of their work and the perception of its assessment (Kahn, Wolfe, Quinn & Snoek , 1964; Rizzo, House & Lirtzman, 1970), and (2) role ambiguity: inadequate amount of resources and information to carry out the tasks (Kahn et al., 1964; Rizzo et al., 1970).

It must be noted that, in most cases, role conflict is due to the form of hierarchical organization in the company (Rizzo et al., 1970), in which the seller can receive divergent instructions from the superior (Behrman and Perreault, 1984). On the other hand, role ambiguity is due to a lack of organization and resources in the company, or it might also be due to rapid changes that occur within the organization (Cameron, Jeffrey & James, 1996), or an unstable environment, which can lead to technical changes which provoke stress through the increase of role ambiguity (Behrman and Perreault, 1984 Rizzo et al., 1970).

..... 

Job stress can be defined as “a psychological response to a disturbance experienced by the individual as he or she perceives his or her demands at work, or a restriction found at work” (Parasunaman and Alutto, 1984, p. 332).

Some authors have interpreted role conflict and role ambiguity separately when analyzing stress, considering both dimensions independently (Berhman and Perreult, 1984).

In the present investigation, and following the proposal by Rizzo et al. (1970), we understand that role ambiguity is more closely linked to the stress suffered by the seller due to the current situation. In this sense, and taking into account the fact that stress is a multidimensional construct, we approximate it in our research as role ambiguity. Not surprisingly, some studies suggest that changes in the environment affect businesses (Boles, Johnson & Joseph, 1994), mostly after the introduction of new methods or techniques, which affects role ambiguity experienced by the sales force (Behrman and Perreault, 1984; Rizzo et al., 1970). Additionally, another major cause affecting role ambiguity is the turnover in the company, due to frequent layoffs (Rizzo et al., 1970). Thus, in studies where the main analysis context is the country's situation, the analysis of the sellers' role ambiguity is relevant (Behrman and Perreault, 1984 Tanner et al., 1993). Therefore, the role ambiguity is a key dimension to understanding the stress of sales staff in a crisis situation.

Together with the definition of the term in the literature, the researches related to the construct of "stress" have covered both the study of its antecedents (Adams, 1965; Boles, Johnson & Joseph, 1997, Cameron et al., 1996; Osman et al., 2006, Rizzo et al., 1970, Sanjeev & Ramaswami, 1993; Sarger, 1991; among others) and its consequences (Flaherty et al., 1999; Patton and Questell, 1986; Singh, Goolsby & Gary, 1994; Taylor et al., 2000; Tracy & Neidermeyerb, 2004; Sarger et al., 1998; among others).

Regarding the consequences caused by stress, the literature identifies studies focused on analyzing the effects on self-esteem, socialization and mental well-being of the individual (Patton and Questell, 1986), dissatisfaction at work (Tracy & Neidermeyerb, 2004), motivation (Taylor et al., 2000), the lack of energy (Sarger et al., 1998), and conflicts with other individuals at different levels of the organization (Flaherty et al., 1999; (Sanjeev and Ramaswami, 1993), etc. In all cases, the consequences of stress are very negative (Patton and Questell, 1986), especially for the organization (Sanjeev and Ramaswami, 1993).

From the point of view of the antecedents, it is noteworthy that there is some empirical evidence that supports how certain characteristics of sellers and their family life have an important influence on the stress experienced at work (Boles, Johnson & Joseph, 1997; Osman et al., 2006).

Additionally, the job characteristics also affect the level of stress of the seller. Sarger and Wilson (1995) indicated that a sales force supports a lot of stress according to the characteristics of the job. The study by Goolsby (1992) highlights how stress increases when sellers work in an environment where their results are constantly controlled. Moreover, because of the importance of the sales force in the performance of the company, sellers receive continuous pressure from managers (Goolsby, 1992). Furthermore, the pressure exerted by customers sometimes forces sellers to solve problems far from their responsibilities, in many cases, without having the adequate resources to resolve them (Sarger and Wilson, 1995). So much pressure, a lack of resources, and little control are considered antecedents of sales force stress (Goolsby, 1992; Sarger and Wilson, 1995).

On the other hand, the literature has shown that an unclear job description and an unclear and poor definition of the objectives and responsibilities can affect the stress levels of sellers (Graen, 1975; Liden and Graen, 1980). Thus, one of the key elements that influences role ambiguity and role conflict, and therefore, influencing stress, is the quality of exchanges within the organization, between management and the sales force (Tanner and Castleberry, 1990). Accordingly, the literature highlights the need for frequent communication between superiors and their subordinates (Tanner et al., 1993). Jackson and Tax (1995) indicated how when the seller does not clearly know the values of the company for which he or she works, the level of stress is higher. Flaherty et al. (1999) pointed out that in the late nineties, the proliferation of various departments in the same company provoked conflicts between the customer orientation of the marketing department and the financial guidance from members of the same organization. When these conflicts occur, the sales staff become stressed.

The current crisis experienced in Spain is another factor that certainly puts significant pressure on the labor situation, introducing major changes in the day-to-day business (Berges, 2009; Borrás, 2009). This crisis can lead to high levels of mistrust, uncertainty in the workplace, and perceived unfairness in relation to the rewards and pressure made by managers (Atienza, 2010; Enrech, 2010; Tabibnia, Satpute & Lieberman et al., 2008).

Despite the importance of the economic situation as an antecedent of job stress, not a lot of research has focused on the influence of this situation on the stress levels of the sellers. Therefore, our objective is to analyze the effects of the financial crisis on the stress of the sales force.

3. Antecedents of the sales force resulting from the Spanish economic situation

3.1. Unemployment in Spain and its effect on stress

Unemployment in Spain in 2012 reached a record level of 5,273,600 unemployed, which constitutes 22.25% of the workforce. Thus, due to the job destruction in less than four years, the number of unemployed has increased by more than three million (EPA, 2012). It is remarkable how in the last two years, there was a rise in employment in the commercial sector; however, this is not due to cyclical improvement, but instead the hiring of unskilled professionals from other areas; mostly part time and commission paid workers (INE, 2012).

In this sense, we can say that, since 2008, unemployment has become an economic, social and familiar problem for many people, and that the ravages of the economic crisis does not only affect those who don't have a job or cannot find one. There are a large number of people, who are economically active, but who live the current economic crisis with the fear of losing their jobs (Borrás, 2009).

The stress suffered by a person can be related to the environment he or she lives in. If a person perceives it as threatening, he can feel stress (Lazarus, 1999; Vagg and Spielberger, 1998). The environment thus causes uncertainty and stress for the worker (Berges, 2009; Lazarus, 1999). Based on these studies we plan the following hypothesis:



The stress suffered by a person can be related to the environment he or she lives in. If a person perceives it as threatening, he can feel stress (Lazarus, 1999; Vagg and Spielberger, 1998). The environment thus causes uncertainty and stress for the worker (Berges, 2009; Lazarus, 1999).

H1: Uncertainty perceived by a seller due to the economic situation, positively affects his/her job stress.

Furthermore, for over 40 years, literature has also analyzed the above uncertainty together with the pressure exerted on the workplace and the consequent effect on stress (Chemers, Hayes, Rhodewalt & Wysocki, 1985; Edwards and Cooper, 1990; French and Caplan, 1972; Vagg and Spielberger, 1998). So, we can state that due to the economic crisis, sellers perceive more pressure when performing their work, and, at the same time, this pressure becomes stress sustained over time (Borrás, 2009). These results lead us to propose the following hypotheses:

H2: Uncertainty perceived by a seller due to the economic situation positively affects the pressure supported by him or her in the workplace.

H3: The pressure supported positively affects the stress suffered by the seller.

3.2. Crisis in Spain, remuneration and effects on stress

The economic crisis has had patent changes on the remuneration market in Spain. Thus, apart from the fact that wages have declined in recent years (INE, 2011), one of the most notable changes is that companies are now using more assiduously variable pay systems (Atienza, 2009).

In relation to this data, which indicates low salaries, and in many cases, based only on objectives, salespeople may perceive injustice in return for their efforts. Some psychological studies claim that humans are particularly sensitive to the feeling of injustice (Tabibnia et al., 2008), to the point that the pursuit of justice is considered a basic impulse of people (Tyler, 1991). Monetary compensation is one of the most influential variables on perceived justice in a business context (Gupta and Shaw, 1998; Lawer and Jenkins, 1992; Miceli and Lane, 1991) affecting job satisfaction, pressure, commitment and motivation (Bartol, 1999, Taylor et al., 2000).

Thus, this desire of more monetary benefits for their efforts creates tension (Adams, 1965; Moorman, 1991; Organ, 1990; Shaw and Gupta, 2001). And so, after feeling unfairly treated, workers often change their behaviors (Organ, 1990). In some cases, sellers may feel discouraged, which influences their work performance (Fehr and Gächter, 2000; Janssen, 2001). In other cases, it leads to an increase in pressure as they try to set more ambitious objectives in order to achieve better remuneration (Adams, 1965; Brett, Cron & Slocum, 1995, Doran, Stone, Brief & George, 1991, Kahn, 1981; Moorman, 1991; Organ, 1990). Based on these studies, we formulated the following hypothesis:

H4: Remuneration injustice as perceived by a seller positively affects the pressure felt regarding his or her work.

Furthermore, the literature has shown how low salaries and pay systems based only on objectives have a direct effect on stress (Taylor et al., 2000), affecting mainly the role ambiguity (Organ, 1988) and the perceived lack of organizational support (Wayne, Shore, Bommer & Tetrick, 2002). This is due to perceived injustice felt by the employee (Shaw and Gupta, 2001; Tabibnia et al., 2008). According to these statements, we formulate the following hypothesis:

H5: Remuneration injustice as perceived by the seller positively affects stress.

3.3. Unqualified sales force staff, poor identification with the job, low motivation and job stress

According to the report from La Caixa (2009) about the recession and the labor market in the EU, in Spain there is a production system consisting of low-skilled occupations that cannot generate enough jobs chords for the population with university studies (La Caixa, 2009). Consequently, many individuals with a high level of education have been forced to accept jobs that require fewer years of education than they have, which has generated a high percentage of over-educated workers (Nieto and Ramos, 2010). This has an effect on the sales staff of the different companies.

Enrech (2010) states that, in Spain, employment offers for salespersons are attended by professionals from other sectors with little or no sales experience. Therefore, it is observed that in Spain there is a strong mismatch between the technical preparation of the professionals and the work they do; in turn, affecting the sales force and attracting employees from other areas. This may generate low identification of the sellers with their jobs (Enrech, 2010). A low identification with the job can lead to feelings of dissatisfaction, depression (Frone, Russell & Cooper, 1995, Shaw and Gupta, 2001; Thoits, 1991) and stress (Behrman, 1984; Cameron et al., 1996; Tanner et al., 1993), and also, in many cases it affects the pressure suffered by the employee in his or her work (Brown 1996; Brown, Cron & Leigh, 1993; Sanjeev and Ramaswami, 1993). Based on these statements, we can make the following assumptions:

H6: Job identification negatively affects the pressure supported by the seller.

H7: Job identification negatively affects stress.

Finally, some studies state that when an individual is in a workplace that reports stability and meets his/her needs, this person feels more identified with the job. However, when the business environment is uncertain or threatening, the individual feels unmotivated and less identified with his/her job (Brown and Leigh, 1996; Griffin, 1991, Kahn, 1990; Pfeffer, 1994). Similarly, the perceived injustice in payment for their efforts has a negative influence on job identification (O'Driscoll and Randall, 1999). In this regard, the following assumptions are made:

H8: Seller uncertainty due to the economic situation negatively affects his or her job identification.

H9: Remuneration injustice as perceived by the seller negatively affects his or her job identification.

In Figure 1, we present the theoretical model that integrates our hypotheses:

Figure 1: Theoretical model

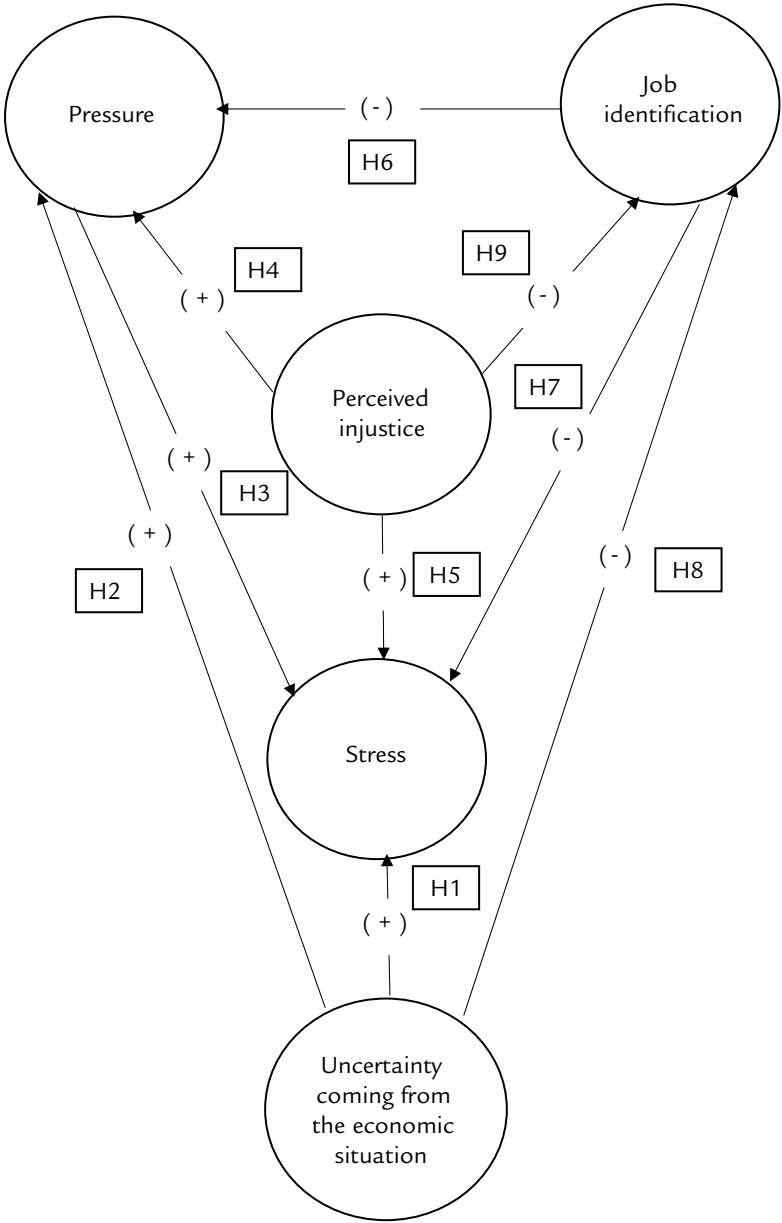


Figure 1. Here

4. Methodology

In order to achieve the proposed goals and contrast the hypotheses, an exploratory research was performed. A quantitative research was carried out by using a structured survey and personal interviews.

The universe of the study was based on Spanish sellers from different sectors of activity. The selection of the sample was performed by non-probability sampling trials, identifying the most important commercial areas of the region. As a result, 124 valid surveys were collected in the city of Valencia, Spain.

From the 124 respondents, 39.5% worked in the beverage industry, 21.8% were cosmetic sellers, 10.5% worked in the insurance industry, 8.1% belonged to the telecommunications sector, 7.3% worked for NGOs, 4.8% worked for travel agencies, and 2.4% were car sellers. Regarding the profile of the sample, 48.4% were men and 51.6% were women; 14.5% were between 18 and 25 years old, 79.8% between 26 and 45 years old, and the other 5.6% were older than 45. In relation to education, 77.5% had graduated. In relation to salaries, 52.4% obtained a salary based on fixed pay plus variable remuneration, 32.4% received a fixed pay, and the remaining group received a salary based only on commission. More than 50% of the sample earned less than 1000 Euros per month.

Regarding the measures of the used variables in the research, all the chosen scales were adapted from previous investigations. Thus, the Likert scale of 7 points was used, which ranged from 1 (totally disagree) to 10 (totally agree). In order to measure the stress of the sellers, we used the roll ambiguity scale by Rizzo et al. (1970) composed of six items. Then, in order to measure the pressure on the sellers we chose the six items scale by Vagg and Spielberger (1998). In order to measure the uncertainty created by the economic situation, we adapted the scale developed by Taylor (1994), which comprises five items. The perceived justice was measured using the four items scale by Netemeyer, Boles, McKee & McMurrian, (1997). Finally, in order to measure job identification, we chose the four items scale by Luhtanen and Crocker (1992).

5. Analysis of the results

5.1. *Measurement instrument validation*

Before testing the hypothesis, scale reliability and validity was verified by a confirmatory factor analysis with EQS 6.1 (Bentler, 2005).

Convergent validity is demonstrated because all the items were found to have significant factor loads over .60 (Bagozzi and Yi, 1988) and the Lagrange multipliers test did not suggest significant relations for a factor other than those they were indicators for (Hatcher, 1994). The measurement model also showed good fit (see Table 1).

Reliability was measured with Cronbach's alpha (Cronbach, 1951). The threshold value for this coefficient is .70 to guarantee internal consistency of the scale (Nunnally and Bernstein, 1994). As Table 1 shows, all of Cronbach's α (Cronbach, 1951) were above the recommended value of .70 (Nunnally and Bernstein, 1994). The composed reliability index was also calculated and for all values it was over the recommended value of .70 (Fornell and Larcker, 1981). Average variance extracted (AVE) values were over .50 (Fornell and Larcker, 1981) (see Table 1).

Table 1. Reliability and convergent validity

Factor	Indicator	Load	Robust t	Cronbach's α	CR	AVE
STRESS	STR1	0.722**	10.265	0.911	0.701	0.684
	STR 2	0.633**	8.242			
	STR 3	0.886**	17.911			
	STR 4	0.877**	15.625			
	STR 5	0.859**	14.699			
	STR 6	0.772**	12.234			
PRESSURE	PRE1	0.747**	13.348	0.907	0.729	0.618
	PRE2	0.803**	12.671			
	PRE3	0.838**	13.772			
	PRE4	0.799**	12.190			
	PRE5	0.742**	10.304			
	PRE6	0.793**	14.156			
UNCERTAINTY	UNCERT1	0.851**	15.419	0.933	0.764	0.735
	UNCERT2	0.904**	17.055			
	UNCERT3	0.867**	13.289			
	UNCERT4	0.849**	14.640			
	UNCERT5	0.816**	12.640			
INJUSTICE PERCEIVED	INJ1	0.849**	9.584	0.922	0.784	0.760
	INJ2	0.922**	11.378			
	INJ3	0.865**	11.259			
	INJ4	0.825**	9.829			
JOB IDENTIFICATION	IDE1	0.770**	9.650	0.926	0.785	0.761
	IDE2	0.885**	14.290			
	IDE3	0.910**	14.630			
	IDE4	0.916**	16.583			

N = 124; **p < 0.01; S-B χ^2 = 2877.890; gl = 300; NNFI = 0.926; CFI = 0.934; IFI = 0.935; RMSEA = 0.072.

Discriminant validity was evaluated following two criteria (see Table 2). Firstly, it was found that none of the 95% confidence intervals for correlation estimations between the pairs of factors contained the value 1 (Anderson and Gerbing, 1988). Secondly, the variance shared between each pair of constructs (squared correlation) was below the corresponding variance extracted indexes (Fornell and Larcker, 1981).

5.2. Estimation of the conceptual model

The methodology of structural equations models was used with EQS version 6.1. software to evaluate the structural model and to estimate the set of coefficients for the causal relations between variables. Table 3 shows verification of the hypothesis for the whole sample. It can be seen that all the hypotheses, except two, are fulfilled. On one hand, we cannot accept that the perceived injustice in the remuneration affects job identification in the context of the analysis (H9 not fulfilled). Furthermore, we cannot accept the direct relationship between uncertainty and stress (H1 not fulfilled), but there is a relationship between these two variables indirectly through pressure (H2 and H3 fulfilled).

Table 2. Discriminant validity

	STRESS	PRESSURE	UNCERTAINTY	INJUSTICE PERCEIVED	JOB IDENTIFICATION
STRESS	0.684	(0.69-0.89)	(0.42-0.71)	(0.17-0.48)	(0.42-0.71)
PRESSURE	0.481	0.618	(0.46-0.75)	(0.46-0.75)	(0.26-0.62)
UNCERTAINTY	0.326	0.369	0.735	(0.19-0.55)	(0.19-0.53)
INJUSTICE PERCEIVED	0.108	0.349	0.137	0.76	(0.07-0.43)
JOB IDENTIFICATION	0.319	0.192	0.131	0.065	0.761

The diagonal represents the average variance extracted AVE. Above the diagonal is the 95% confidence interval for the inter-factor correlations. Below the diagonal is the variance shared by each pair of factors (squared correlation).

Table 3. Hypothesis verification

RELATION	β	(t)
H1: Uncertainty $\rightarrow$ Stress	0,105	1,153
H2: Uncertainty $\rightarrow$ Pressure	0,390***	4,338
H3: Pressure $\rightarrow$ Stress	0,745***	5,467
H4: Injustice $\rightarrow$ Pressure	0,396***	4,452
H5: Injustice $\rightarrow$ Stress	0,215*	2,655
H6: Identification $\rightarrow$ Pressure	0,196*	2,011
H7: Identification $\rightarrow$ Stress	0,255**	2,660
H8: Uncertainty $\rightarrow$ Identification	0,311**	3,129
H9: Injustice $\rightarrow$ Identification	0,140	1,375

N = 124; ***p < 0.001; **p < 0.01; *p < 0.05; S-B χ^2 = 2877.890; gl = 300; NNFI = 0.926; CFI = 0.934; IFI = 0.935; RMSEA = 0.072.

Greater uncertainty leads to reduced job identification (H8 fulfilled). Greater job identification helps to reduce the pressure supported (H6 fulfilled) and stress suffered by the seller (H7 fulfilled). Finally, perceived injustice in the remuneration reinforces not only the levels of pressure (H4 fulfilled), but also the stress experienced by the seller on the job (H5 fulfilled).

6. Conclusions, management implications, limitations and future lines of research

This research shows how some underlying factors of the economic situation in Spain can influence the stress of the salespeople. Since this is a study focused on the current economic situation, and taking into consideration the particularities of the Spanish commercial sector, some of the factors haven't been analyzed in the literature, and consequently, the obtained results come as new information related to stress in the sales force arena.

Thus, the results of the investigation indicate that the uncertainty of the sellers, after observing the effects of the crisis in Spain and its consequences, affects their stress levels and the pressure supported by them in their jobs. Moreover, today the salaries are lower than they were some years ago in the commercial sector, and there is also an increase of the use of payments based only on commissions (INE, 2012). As the results show, all these factors have an effect on the stress experienced by the sellers, both directly and indirectly, given that remuneration problems also affect pressure supported by the salespeople.

On the other hand, the hiring of nonprofessional sellers was pointed out to be one of the most relevant changes in the Spanish sales force; people who have graduated from different areas and with experience in other sectors are currently working as sellers in Spain (Nieto and Ramos, 2010). At the same time, it was indicated that the lack of formation and experience is linked to low job identification (Enrech, 2010). Regarding that fact, the results of the research show how low job identification has a direct effect on the stress experienced by sellers and how it affects, at the same time, the pressure on the salespeople. Also, the results show that the uncertainty of the sellers due to the economic crisis affects their job perception, making them feel a higher risk of losing their jobs, meaning that they work in a disturbing environment, and in turn, affecting their job identification. Therefore, uncertainty has an indirect effect on stress, through a low job identification of many current Spanish sellers.

Finally, based on the literature reviewed, the perceived injustice was linked to the low job identification. In some researches, this relation has been valid (see O'Driscoll and Ramdall, 1999); however, we cannot confirm this hypothesis in the chosen study scope. That might be because, while the perceived injustice affects pressure and stress due to a need for higher salaries, the low job identification comes about because of a labor force that does not provide jobs according to the area of formation of the workers. Both facts are divergent, and although both affect stress separately, the data indicates that there is no direct link between them.

Therefore, it seems important to mention that in those companies where the stress of the seller is a problem, they should reduce the perceived uncertainty by their sales force, since it is proven that this variable affects the stress experienced by the salespeople. So, it is important to create a stable environment for the seller. The literature indicates how quality and frequent communication from the part of the manager can reduce uncertainty (Tanner and Castleberry, 1990) by making clear the importance of the sellers to the company, and reduce their fear of losing their jobs. However, the literature also indicates the importance of the managers following the sellers' results without generating too much pressure (Flaherty et al., 1999; Rizzo et al., 1970). This will produce a higher job identification perceived by the seller, since it has been established that uncertainty affects job identification. What's more, this variable (job identification) has been found to have an influence on stress, thus, as long as stress is a personal or organizational problem, the company should hire experienced salespeople; in turn, helping to reduce the problem of low job identification. In addition, we propose that the company provide some incentives to the sellers, such as compensation at different times of the year when the benefits are higher, giving special remuneration when exceeding set goals, or paying for expenditure made by the seller on behalf of the company (travel, company, uniform etc.); these incentives help increase the job identification of the salespeople. There are also a series of non-quantitative incentives which can be very useful in order to decrease stress and increase job identification, such as the verbal appreciation of the managers in regards to the seller's work.

Finally, it is important to mention the fact that, due to the need of narrowing the study scope, this research presents some limitations in relation to the representation of the results. Although the Spanish crisis affects the whole country without any exceptions, the circumscription of the research to Valencia makes it difficult to present conclusions valid for all the cities in Spain. Thus, it would be interesting to analyze these approaches in other cities, such as Madrid and Barcelona. On the

other hand, the research focuses on the antecedents of stress due to the crisis in Spain, and so, it would be interesting to analyze the consequences of the stress experienced by the salespeople in the current economic situation.

References

- Adams, J.S. (1965). Inequity in social exchange. L. Berkowitz, ed., *Advances in Experimental Social Psychology*, pp. 267-300.
- Anderson, J. C.; Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modelling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, No. 103, pp. 411-423.
- Atienza J. (2010). Estudio anual de retribución España 2010. Obtenida el 8 de Febrero de 2011 de Hay Group España, <http://www.haygroup.com/es/press/Details.aspx?ID=27888>
- Bagozzi, R.P.; Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 16, No. 1, pp. 74-94.
- Bartol, K.M. (1999). Reframing sales force compensation systems: An agency theory-based performance management perspective. *The Journal of Personal Selling & Sales Management*, Vol. 19, No. 3, pp. 1-16.
- Behrman, D. N. (1984). A role stress model of the performance and satisfaction of industrial salespersons. *Journal of Marketing*, Vol. 48, pp. 9-24.
- Behrman, D. N.; Perreault, W. (1984). A role stress model of the performance and satisfaction of industrial salespersons. *Journal of Marketing*, Vol. 48, otoño, pp. 9-21.
- Bentler, P. (2005). *EQS 6: Structural Equation Program Manual*. Multivariate Software, Encino, CA.
- Berges, L. (2009). Pasado, presente y futuro de las cajas de ahorro. (primera edición), Madrid: Aranzadi.

- Blau, G. (1981). An empirical investigation of job stress, social support, service length and job strain. *Organizational Behavior and Human Performance*, Vol. 27, No. 41, pp. 279- 302.
- Boles, J. S.; Johnston, W.; Joseph, F. (1997). Role stress, work-family conflict and emotional exhaustion: Inter-relationship and effects on some related work-related consequences. *The Journal of Personal Selling & Sales Management*, Vol. 7, No 1, pp. 17-29.
- Borrás, H. (2009). Psicosociología en la coyuntura actual. *Gestión práctica de riesgos laborales: Integración y desarrollo de la gestión de la prevención*, Vol.58, pp 12-17.
- Brett, J. F.; Cron, W. L.; Slocum, J. W. (1995). Economic dependency on work: A moderator relationship between organizational commitment and performance. *Academic of Management Journal*, Vol. 38, pp. 261-271.
- Brown, S. P. (1996). A meta-analysis and review of organizational research on job involvement. *Psychological Bulletin*, Vol. 120, September, pp. 235-248.
- Brown, S. P.; Cron, S.; Leigh, W. T. (1993). Do feelings of success mediate sales performance-work attitude relationships? *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 21, pp. 91-100.
- Brown, S. P.; Leigh, W. T. (1996). A new look at psychological climate and its relationship to job involvement, effort, and pPerformance. *Journal of Applied Psychology*, Vol. 81, No. 4, pp. 358-368.
- Cameron, M.; Jeffrey, G.; James, H. (1996). A model of financial securities salespersons' job stress. *The journal of services marketing*, Vol. 10 No. 3, pp. 21-38.
- Chemers, M. M.; Hayes, R. B.; Rhodewalt, F.; Wysocki, J. (1985). A person-environment analysis of job stress: A contingency model explanation. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 49, pp. 628-635
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334.
- Doran, L. I.; Stone, V. K.; Brief, A. P.; George, J. M. (1991). Behavioral intentions as predictors of job attitudes: The role of economics choice. *Journal of Applied Psychology*, Vol. 76, pp. 40-46.

- Edwards, J. R. (1992). A cybernetic theory of stress, coping, and well-being in organizations. *Academy of Management Review*, Vol. 17, pp. 238-274.
- Edwards, J. R.; Cooper, C. L. (1990). The person environment fit approach to stress: Recurring problems and some suggested solutions. *Journal of Organizational Behavior*, Vol. 11, pp. 293-307.
- EPA (2012). Encuesta de población activa 2012. Taken on 21 April 2012 <http://www.datosmacro.com/paro-epa/espana>
- Enrech, E. (2010). El paro en el sector comercial aumenta un 30% en 2008. Taken on 8 February, 2011 from <http://www.eleconomista.es/economia/noticias/958681/01/09/COMUNICADO-El-paro-en-el-sector-comercial-aumenta-un-30-en-2008.html>.
- Ferh, E.; Gächter, S. (2000). Fairness and retaliation: The economics of reciprocity. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, pp. 159-181.
- Flaherty, T. B.; Dahlsotrom, R; Skinner S. J. (1999). Organizational values and role stress as determinants of customer-oriented selling performance. *The Journal of Personal Selling & Sales Management*, Vol. 19, No. 2, pp. 1-18.
- Fornell, C.; Larcker, D. (1981). Evaluating structural equations models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, Vol. 18, pp. 39-50.
- French, J. R. P.; Caplan, R. D. (1972). Occupational stress and individual strain. *The failure of success* (pp. 30-66), New York: Amacon.
- Frone, M. R.; Russell, M.; Cooper, M. L. (1995). Job stressor, job involvement and employee health: A test of identity theory. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, Vol. 68, pp. 1-11.
- Goolsby, J. R. (1992). A theory of role stress in boundary spanning positions of marketing organizations. *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 20, pp. 155-164.
- Graen, G. (1975). Role making processes within complex organizations. *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*, Chicago: Rand McNally.

- Griffin, R. W. (1991). Effects of work redesign on employee perceptions, attitudes and behaviors. *Academy of Management Journal*, Vol. 34, pp. 425-435.
- Gupta, N.; Shaw, J. D. (1998). Let the evidence speak: Financial incentives are effective! *Compensation and Benefits Review*, Vol. 30, No. 2, pp. 28-32.
- Hatcher, L. (1994). *A Step by Step Approach to Using the SAS System for Factor Analysis and Structural Equation Modeling*. SAS Institute Inc, Cary.
- INE (2011). Encuesta de población activa, cuarto trimestre de 2010”, Taken on 8 February, 2011 < <http://www.ine.es/daco/daco42/daco4215/ccm1210.pdf>
- INE (2012). Indicadores de actividad del sector servicios (IASS). Diciembre del 2011. Taken on 21 Abril, 2012 from < <http://www.ine.es/daco/daco42/iass/iass1210.pdf>
- Jackson, S. E.; Tax, S. S. (1995). Managing the industrial sales force culture. *Journal of Business and Industrial Marketing*, Vol. 10, No. 2, pp. 34-47.
- Janssen, O. (2001). “airness perceptions as a moderator in the curvilinear relationships between job demands and job performance and job satisfaction. *The Academy of Management Journal*, Vol. 44, No. 5, pp. 1039-1050.
- Kahn, R. L. (1981). *Work and health*. New York: Wiley.
- Kahn, R. L. (1990). Psychological conditions of personal engagement and disengagement at work. *Academy of Management Journal*, Vol. 33, pp. 692-724.
- Kahn, R L.; wolfe, D; quinn, R; snoek, J. (1964). *Organizational stress: studies in role conflict and ambiguity*. London: Wiley, 1964.
- LA CAIXA, INFORMES (2009).: Recesión y el mercado de trabajo en la UE. Taken on 1 Abril, 2012 < <http://www.lacaixa.comunicacions.com/se/index.php?idioma=esp>
- Lazarus, R. S. (1999). *Stress and emotion: New synthesis*, (Primera Edición). New York: Springer Publishing Company.
- Lawer, E. E.; Jenkins, G. D. (1992). Strategic reward system. *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*, Paolo Alto: Consulting Psychology Press, pp. 1009-1055.

- Liden, R. C.; Graen, G. (1980). Generalizability of the vertical dyad linkage model of leadership. *Academy of Management Journal*, Vol. 23, pp. 451-465.
- Luhtanen, R.; Crocker, J. (1992). "A collective self-esteem scale: Self-evaluation of one's social identity. *Personality and Social Psychology Bulletin*, Vol. 18, pp. 302-318.
- Mcgrath, J. E. (1976). Stress and behavior in organizations. *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*, New York: Rand McNally, pp. 1351-1396.
- Miceli, M. P.; Lane, M. C. (1991): "Antecedents of pay satisfaction: a review and extension", *Research in Personal and Human Resources Management*, Vol. 9, pp. 235-309.
- Moorman, R. H. (1991). Relationship between organizational justice and organizational citizenship behaviors: do fairness perceptions influence employee citizenship? *Journal of Applied Psychology*, Vol. 76, No. 6, pp. 845-855.
- Motowidlo, S. J.; Packard, J. S.; Manning, M. R. (1986). Occupational stress: Its causes and consequences for job performance. *Journal of Applied Psychology*, Vol. 71, pp. 618-629.
- Netemeyer, R. G.; Boles, J. S.; Mckee, D. O.; Mcmurrian, R. (1997). An investigation into the antecedents of organizational citizenship behaviors in a personal selling context. *Journal of Marketing*, Vol. 61, pp. 85-98.
- Nieto, S.; Ramos, R. (2010). Sobreeducación, educación no formal y salarios: Evidencia para España. Taken on 8 February, 2011 <http://www.funcas.ceca.es/Publicaciones/InformacionArticulos/Publicaciones.asp?ID=1650>
- Nunnally, J. C.; Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory* (3^a edición), McGraw-Hill, New York.
- O'driscoll, M. P.; Randall, D. M. (1999). Perceived organizational support, satisfaction with rewards, and employee job involvement and organizational commitment. *Applied Psychology: An International Review*, Vol. 48, No. 2, pp. 197-209.
- Organ, D. W. (1979). The meanings of stress. *The Applied Psychology of Work Behavior*, Vol. 10, pp. 206-214.

- Organ, D. W. (1988). *Organizational citizenship behavior: The good soldier syndrome*, Lexington, M. A.: Lexington Books.
- Organ, D. W. (1990). The motivational basis of organizational citizenship behavior. *Research in Organizational Behavior*, Vol. 12, pp. 43-72.
- Osman, M.; Karatepe, U. Y.; Babakus, E.; Avci, T. (2006). Does gender moderate the effects of role stress in frontline service jobs? *Journal of Business Research*, Vol.59, pp. 1087-1093
- Parasunaman, S. (1982). Predicting turnover intentions and turnover behavior: A multivariate analysis. *Journal of Vocational Behavior*, Vol. 21, pp. 111-121.
- Parasunaman, S.; Alutto, J. A. (1984). Sources and outcomes of stress in organizational settings: Toward the development of a structural model. *Academy of Management Journal*, Vol. 27, pp. 330-350.
- Patton, W. E.; Questell, M. (1986). Alcohol abuse in the sales force. *Journal of Personal Selling and Sales Management*, Vol. 6, pp. 39-51.
- Patton, W. E. (1988). Drug abuse in the sales force. *Journal of Personal Selling and Sales Management*, Vol. 8, pp. 21-33
- Pfeffer, J. (1994). *Competitive advantage through people: Unleashing the power of the workforce*, Boston: Harvard Business School Press.
- Rizzo, J. R.; House, R. J.; Lirtzman, S. I. (1970). Role conflict and ambiguity in complex organizations. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 15, No. 2, pp. 150-163.
- Sanjeev, A.; Ramaswami, S. N. (1993). Affective organizational commitment of salespeople: An expanded model. *The Journal of Personal Selling & Sales Management*, Vol. 13, No. 2, pp. 49-61.
- Sarger, J. K. (1991). Type A Behavior Pattern (TABP) among salespeople and its relationship to job stress. *The Journal of Personal Selling & Sales Management*, Vol. 11, No.2, pp. 25-36.
- Sarger, J. K.; Yi, J.; Frutrell, CH. (1998.: "A model depicting salespeople's perceptions. *Journal of Personal Selling & Sales Management*, Vol. 18, No. 3, pp. 1-22.

- Sarger, J. K.; Willson, H. (1995). Clarification of the meaning of job stress in the context of Sales Force Research. *The Journal of Personal Selling & Sales Management*, Vol. 15, No. 3, pp. 51-64.
- Schuler, R. S. (1980). Definition and conceptualization of stress in organizations. *Organizational Behavior and Human Performance*, Vol. 25, pp. 184-215.
- Shaw, J. D.; Gupta, N. (2001). Pay fairness and employee outcomes: Exacerbation and attenuation effects of financial need. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, Vol. 74, pp. 299-321.
- Singh, J.; Goolsby, J. R.; Gary K. G. (1994). Behavioral and psychological consequences of boundary spanning: Burnout for customer service representatives. *Journal of Marketing Research*, Vol. 31, pp. 558-569.
- Tabibnia, G.; Satpute, A. B.; Lieberman, M. D. (2008). The sunny side of fairness preference for fairness activates reward circuitry and disregarding unfairness activates self-control circuitry. *Psychological Science*, Vol. 9, No. 4, pp. 339-348.
- Tanner, J. F.; Castleberry, S. B. (1990). Vertical exchange quality and performance: Studying the role of the sales manager. *Journal of Personal Selling and Sales Management*, Vol. 10, pp. 17-27.
- Tanner, J. F.; Dunn, M. G.; Chonko, L. B. (1993). Vertical exchange and salesperson stress. *The Journal of Personal Selling & Sales Management*, Vol. 13, No.2, pp. 27-37.
- Taylor, S. (1994). Waiting for service, the relationship between Daly's and evaluations of service. *Journal of Marketing*, Vol. 58, abril, pp. 56-69.
- Taylor, A.; Pettijohn, CH.; Pettijohn, L. (2000). An exploratory analysis of salesperson perceptions of the criteria, used in performance appraisals, job satisfaction, and organizational commitment. *The Journal of Personal Selling & Sales Management*, Vol. 20, No. 2, pp. 77-81.
- Thoits, P. A. (1991). On merging identity theory and stress research. *Social Psychology Quarterly*, Vol. 54, pp. 1010-1112.
- Tracy, L. T.; Neidermeyerb, P. E. (2004). Performance, satisfaction and turnover in call centers. The effects of stress and optimism. *Journal of Business Research*, Vol. 57, pp. 26-34.

- Tyler, T. R. (1991). Psychological models of the justice motive: Antecedents of distributive and procedural justice. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 67, pp. 850-863.
- Vagg, P. R.; Spielberger, CH. D. (1998). Occupational stress: Measuring job pressure and organizational support in the workplace. *Journal of Occupational Health Psychology*, Vol. 3, No. 4, pp. 294-305.
- Wayne, S. J.; Shore, L. M.; Bommer, W. H.; Tetrick, L. E. (2002). "The role of fair treatment and rewards in perceptions of organizational support and leader-member exchange. *Journal of Applied Psychology*, Vol. 87, No. 3, pp. 590-598.

ANEXO 1: SCALE ITEMS

Stress (<i>Rizzo et al., 1970</i>)	My objectives are not clear	Pressure (<i>Vagg y Spielberger, 1998</i>)	I have to stop because of frequent interruptions
	I think the time is not well structured		I perform tasks which are not in the job prescription
	My responsibilities are not clear.		I take responsibilities for things I shouldn't
	I do not know what is expected from my work.		I work more hour than I should
	I do not know the authority I have		I feel as if I am in the spotlight
	The superiors' indications aren't clear		I perceive insufficient personal time to do my job
Justice perceived (<i>Netemeyer et al., 1997</i>)	I think my salary is low considering my responsibilities	Uncertainty (<i>Taylor et al., 1994</i>)	The current economical situation makes me feel:
	I think my salary is low considering my efforts		Anxious
	I think my salary is low considering the stress.		Nervous
	I think I receive too few rewards considering the results of my job		Worried
Job Identification (<i>Luhtanen y Crocker, 1992</i>)	Overall my job has very little to do with how I feel about myself		Unquiet
	My job reflects my personality.		Insecure
	I think my jobs says a lot about who I am.		
	My job is a part of my image and my identity		

Capítulo 11

Towards a
Distributed Systems
Model based on
Multi-Agent Systems
for Reproducing
Self-properties

Capítulo 11

Towards a Distributed Systems Model based on Multi-Agent Systems for Reproducing Self-properties

 Arles Rodríguez Portela y Jonatan Gómez

Abstract

In this chapter, we introduce a preliminary model of a distributed system (some algorithms and principles are modelled) which has been inspired by multi-agent systems. Agents can communicate in a local fashion and establish a cooperation process in order to compute some desired functions as a traditional distributed system, producing an output that is transparent to an end user. Each agent can sense new information, and acts following certain information in a decentralized way. As a result, the output of the implemented functions achieves the same result as a traditional distributed system by using local behaviours. Finally, we show that it is possible to define crashes in the proposed model in a local, natural and easy way. The purpose of doing this is to use this simulated model to introduce behaviours to agents that allow the system to recover from failures by itself, in turn, achieving self-* properties.

Key words: Distributed Systems, Multi-agent Systems, Model, Computation, Global output, Local input, Autonomic Computing, Crash Failures, Self-* properties, Decentralised control.

Introduction

A distributed System is a collection of autonomous components connected through a network, which coordinate their activities and share resources in order to offer services to end users in a transparent and easy way (Tanenbaum & Steen, 2006). However, distributed systems are complex to manage, expand, or maintain, since they are prone to failures, their components have partial knowledge of the environment, and can they fail, requiring adaptation to warrant completion of a determined task (Raynal, 2013).

Autonomic Computing faces complexity with the idea of a computer system that adapts to changes without human intervention (Lalanda, Mccann, & Diaconescu, 2013). Autonomic Computing defines an autonomic system as a set of autonomic elements which are responsible for managing a particular element (White, Hanson, Whalley, Chess, & Kephart, 2004). An autonomic element manages its own state and its interactions with an environment (White et al., 2004). The environment consists of signals and messages from other elements and the external world (Kephart, Chess, Jeffrey, & David, 2003). From the Self-management goal, some self-* properties emerge: adapting to the addition or deletion of components (Self-configuration) (Kephart et al., 2003), detecting and recovering from failures without disruption to the system operation (Self-healing) (Nami & Bertels, 2007), finding improvements in the efficiency of a system (Self-optimization) (Lalanda et al., 2013), and anticipating and preventing threats (Self-protection) (Lalanda et al., 2013).

Distributed systems and autonomic elements can be modelled as multi-agent Systems (Lalanda et al., 2013). Agents are designed as autonomous adaptive entities that observe their internal and external states, act based on their local perceptions, and can model multiple feedback loops (Jun et al., 2004). Additionally, cooperative agents are able to control a computer network, just based on the agent's (local) interactions, or are able to model some autonomic elements. In this way, an agent has the ability to manage resources in a network by analysing the capabilities of each element and by defining it as a managed element (Guo, Gao, Zhu, & Zhang, 2006).

In this chapter, we address the problem of modelling a distributed system as a multi-agent system and propose a failure model over the agents as a starting point to model self-* properties. The proposed model is different from traditional distributed systems simulation because it is focused on modelling local behaviours and

interactions between processes in a local way instead calculating network usage or CPU as packet level simulators (Bhardwaj & Dixit, 2010) or flow level simulators (Casanova, Legrand, & Quinson, 2008; Fujiwara & Casanova, 2007; Velho & Legrand, 2009).

Through the modelling agents, it is expected to have a more natural and be closer to a living system version of a distributed system. This is possible, because agents perform some computations in the same way as distributed systems do, but they can present failures at a local level that can be repaired by adding behaviours proper to biological systems, or social dynamics to the agents. The idea is that agents will perform the task of an autonomic manager and the network managed resource at the same time.

The remaining part of this paper is organized as follows: the next section presents some background regarding the distributed systems definition taken, then, the following section deals with the design of the agent's environment and the communications protocol. The fourth section shows the computed functions and their design. The fifth section presents some experiments regarding the computation of some functions (routing tables, max, and min) and a failures definition. Finally, some conclusions are drawn.

2. Distributed systems generalities

A distributed system can be seen as a “natural” object based on the collective work of processes connected through a communication system (network). The idea of this paper is to have a collection of agents that represent processes in which, each process can carry out a well-designed simple task, communicate the result to other processes, and obtain a complex output as a result of the collective work (Tel, 2009).

Distributed systems can be modelled as a set of processes $\Pi = \{p_1, p_2, \dots, p_j\}$, where p_i is able to communicate with p_j and use a communication channel (Satzger, Pietzowski, & Ungerer, 2011). A basic communication protocol is based on sending and receiving messages and can be defined in each node as a buffer. This buffer contains messages that have been sent to the process, but not yet received (Satzger, 2008). Figure 1 presents the two main communication primitives (Fischer, Lynch, & Paterson, 1985; Satzger, 2008): *Send*(m, q) sends a message $m \in M$ where M

is a fixed universe, to a process q and $Receive(q)$ cleans the buffer of process q and delivers messages to the process if the message is delivered or returning null marker ' $\emptyset$ ' otherwise. Additionally, communication channels are bidirectional and the ability to send messages between processes or nodes determines the network topology (Satzger, 2008).

There are two known types of communication in distributed systems: *synchronous* and *asynchronous* (Kshemkalyani & Singhal, 2008). On the one hand, a distributed system is synchronous if the Send primitive is blocked until the corresponding Receive primitive has been performed and completed. On the other hand, a distributed system is asynchronous if there are no timing assumptions regarding message delay, clock drift, or time taken to execute a Send primitive, and the control returns back to the invoking process after the data is copied in the buffer of the process that receives. Asynchronous Simulation of Distributed Systems is simpler and easier to replicate than synchronous models because it does not include timing assumptions (Chandra & Toueg, 1996).

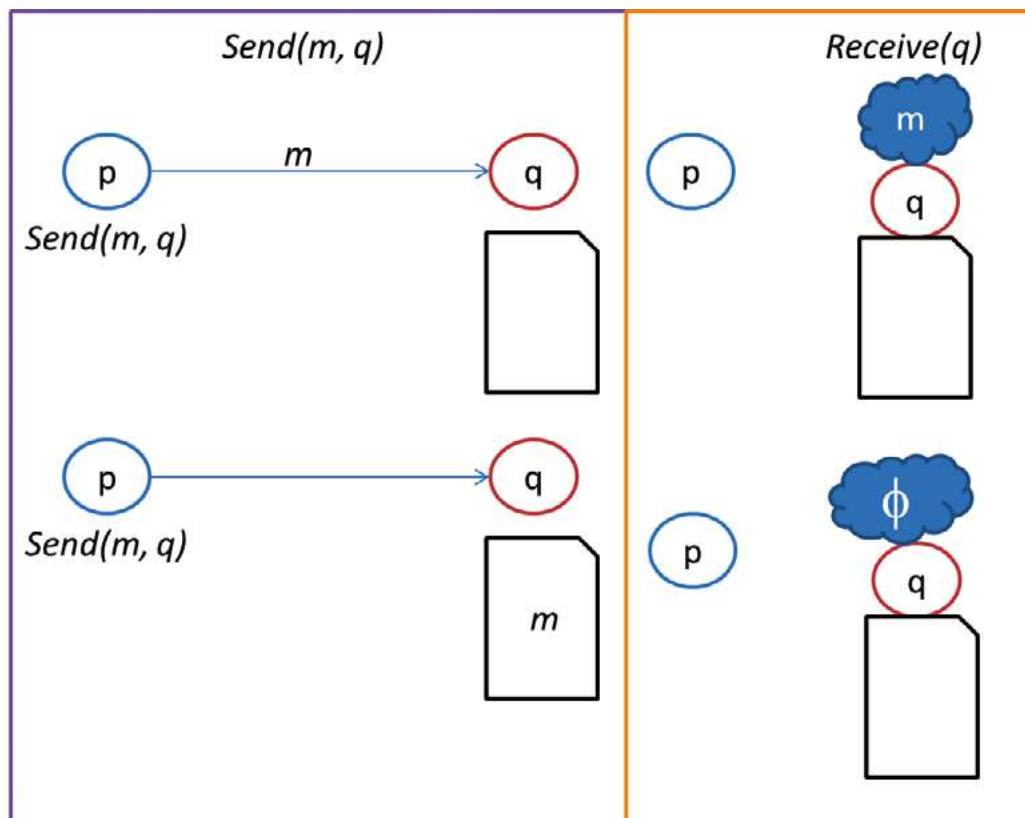


Fig. 1. Communication Primitives

3. Model based on multi-agent systems

Multi-agent systems define agents capable of independent actions with the ability of interacting with others. Agents are required to cooperate, coordinate and negotiate in order to achieve their tasks (Balaji & Srinivasan, 2010). To model a distributed system, each process p_i is defined as an agent. Each agent (process) senses information from its environment (network) and acts in this environment by using actuators (Russell & Norvig, 2004). This multi-agent model is based on the Algorithmic Framework to Compute Global Functions on a Process Graph of Raynal, 2013. Based on this proposal, the following rules are defined for the agents:

- No centralized control: Agents obey rules of behaviour and do the same task in a local way by communicating with their neighbours.
- Communication Channels are FIFO: Messages received first are processed first by each agent.
- Local communication and variables: Each agent receives and sends messages only to its neighbours. Each agent p_i has its own local inputs $input_i$ and local outputs out_i .

3.1. The Agent's Environment

A Network is a graph that stores processes, identities, and the channels that define the neighbours of each process in the form of vertices and edges. Additionally, network stores a message queue for each process to model FIFO communication channels and implements the agent's architecture, which is the way agents initialise sense and act in the environment (Fig 2). In this way, a network is defined as a dynamic and non-deterministic environment because agents have partial control over the network; they can change in the way that processes and channels can crash and therefore produce unexpected results (Russell & Norvig, 2004).

A Distributed System can be scalable in terms of size if more resources can be added to the system in an easy way and in terms of geographical distribution if different resources or network topologies are supported (Tanenbaum & Steen, 2006). A model is scalable if it is capable of implementing different network topologies and resource failures, and complex behaviours are simulated with precision in a fast way (Casanova et al., 2008).

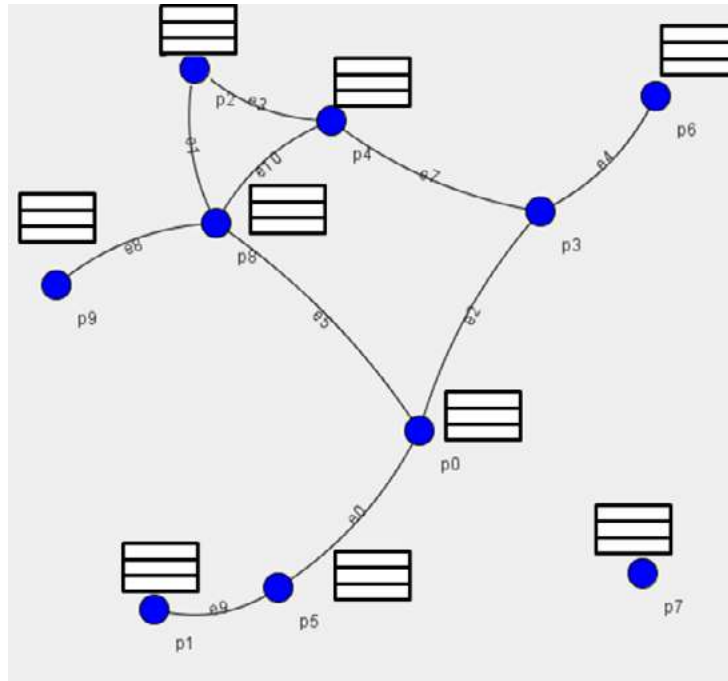


Fig 2. Network Visualisation

Scalability is also required for failure detection and healing models because these processes require, at least, the establishment of monitoring relationships by exchanging messages, and cooperation between nodes can be necessary to guarantee scalability (Satzger, 2008). Based on these ideas, a model must support different network configurations. A graph library called JUNG (White, 2005) is used to represent the network in the model. This library allows the generation of random graphs by using different algorithms from the literature.

JUNG is a Java framework used to generate different random network configurations (White, 2005). This framework implements a random generator of graphs that approximate its behaviour to power laws (Eppstein & Wang, 2002). It is chosen because some researchers observed that computer networks and internet topology exhibit a power law distribution (Eppstein & Wang, 2002; Faloutsos, Faloutsos, & Faloutsos, 1999). Additionally, by using power laws, it is possible to analyse the average-case behaviour of network protocols (Faloutsos et al., 1999).

Serialization implements the data transfer behaviours of Distributed Systems. Data structures and objects can be sent from an agent to another by serialization, and receiving processes can deserialize and create a semantic clone of the object.

3.2. Agent's Model

Agents by now are reactive. This means that each agent operates to respond to changes and to satisfy its design objectives (Russell & Norvig, 2004). An agent program defines the main thread of an agent, which determines the next action to execute according to its local knowledge. The main thread of each agent looks like algorithm 1 (Alg. 1). While an agent is alive (`status != Action.DIE`) this agent senses from the network; after that it chooses an action based on its perceptions, and finally the action has an effect on the environment.

```

round = -1;
while(status != ACTION.DIE){
    Percept p = network.sense();
    Action action = program.compute(p, round);
    Network.act(this, action);
    round++;
}

```

Alg. 1. Main thread of an agent

In this work, each agent i computes a result out_i based on its local input $input_i$. From an external point of view, there is a vector of inputs $INPUT$ such that $\forall_i (INPUT[i]) = input_i$ and a vector of outputs ($OUTPUT$). This design is based on *An Algorithmic Framework to Compute Global Functions on a Process Graph* by Raynal, 2013. The idea is that agents cooperate and coordinate to compute $OUTPUT = F(INPUT)$. In this way, processes can compute the same output ($min, max, sorting$), or different outputs ($out_i \neq out_j$) that give global information (e.g. routing tables of a network) for experimental purposes, or a user can request information locally from each process like in a real distributed system in a transparent way.

A key point of this proposal is the communication between agents and the time of each simulation. Each simulation step in an agent loop is a round (Alg. 1.). In each round, an agent shares its local knowledge and gets new information from neighbours. Additionally, based on the new information, it updates and computes the function F , and determines the new local information to broadcast to its neighbours. The process stops when there is no new information to share or if the agent fails ($status = ACTION.DIE$).

Agent perceptions are in a collection called $perceptions = \{round, hasMsg, neighbors, ch_{in}, ch_{out}, message\}$. $round$ is an agent's internal counter of iteration;

hasMsg is a boolean flag that is true if the message buffer of the agents has messages; *neighbours* return a list with the identities of the neighbours for communication; *ch_{in}* and *ch_{out}* are the list of input and output channels respectively, and *message* represents new information received from a neighbour.

An agent has the following actions: *Initialise*, *Send*, *Receive* and *Die*. *Initialise* sets parameters for a determined algorithm like agents identities (p_i) and custom information ($input_i$, new_i); *Send* defines propagation of new information that an agent has received previously from its neighbours; *Receive* computes a determined algorithm with the local information received and calculates what the new information is for sharing in the next round. Finally, *Die* allows each agent be able to return its local output out_i and terminate its execution thread. In contrast to the model of Raynal, 2013, the actions *Send* and *Receive* are executed given some conditions instead of run sequentially in each agent program as shown in Alg. 2. In the first round, each agent performs *Initialize*. An agent always performs *Receive* when it receives a new message; in other cases, the agent does *Send*.

```

Action compute(Percept p, int round) {
    Action act = null;
    double probFailure = 0.1;
    //process can fail with a probability of 0.1
    if (Math.random() < probFailure) {
        return new Action("Die");
    }
    if (round == -1) { //round -1 means initialize
        act = new Action("Initialize");
    } else if ((boolean) p.getAttribute("hasMsg") == true) {
        act = new Action("Receive");
    } else {
        act = new Action("Send");
    }
    return act;
}

```

Alg. 2. Actions definition

Each agent has some variables to control its internal status and to store the new information that it gets from its neighbours. inf_i stores all the information learned from neighbours, new_i stores the new information learned on each round, and out_i stores the output of the local function. Fig. 3. shows the agent's design. In the next subsections, details regarding an agent's actions and information management are drawn.

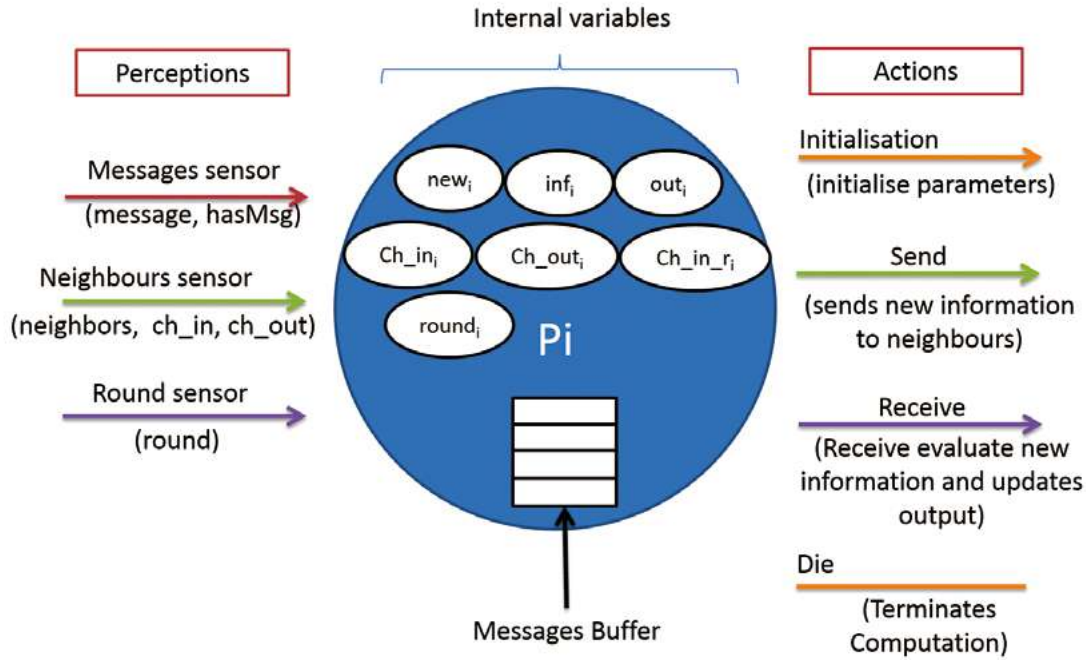


Fig. 3. Agents Design.

3.3. Initialisation

An agent i performs initialisation at the start (in the first round) by assigning values for each local input $input_i$ depending of the function F . In the first round, $input_i$ and new_i can have the same value. For organization purposes, these variables are defined as a collection structure with each element defined as the pair $\langle p_i, value_i \rangle$, where p_i is the agent id and $value_i$ is the local value. After setting variables, the round number is increased.

Each agent i has collections of input channels $Ch_in_i = \{Ch_in_j, Ch_in_k, \dots, Ch_in_n\}$ and output channels $Ch_out_i = \{Ch_in_j, Ch_in_k, \dots, Ch_in_n\}$ to reach its neighbours $j, k, \dots, n$. These variables are loaded in the initialization method as a perception and stored as local variables. In this chapter, experiments use bi-directional channels, but this design allows for the definition of one-directional too. There is another collection called $Ch_in_r_i$ that stores the list of channels that have not sent messages to this agent in a given round. In the first round $Ch_in_r_i = Ch_in_i$. In this model, $Ch_in_r_i \neq \emptyset$ means that there is pending information from some neighbour in some round or that it is the initialisation round.

3.4. *Send and Die*

An agent spreads new information to its neighbours by *Send*. This action allows agents to choose the information to send to a neighbour j by using the output channel Ch_out_j . New information to be sent to channel j is the difference between the new information new_i and the received information from the same channel (agent) in the last round ($Recv[j]$) (Eq. 1 from Raynal, 2013).

$$Send[j] = new_i \setminus Recv[j] \quad (Eq. 1.)$$

Each message is encoded as a collection $M = [from|msg|chan]$, where *from* is the id of the agent sender, *msg* is the serialized content of the message, and *chan* is the channel from which *msg* was sent. *Send* a message is to store each *msg* in the FIFO queue mailbox that the network has for each neighbour. $Send[j] = \emptyset$ means that there is no new information to share with this process by channel j , so j is removed from Ch_out_i after an agent sends $\emptyset$. Once the new_i is sent by all the channels $new_i = \emptyset$. Finally, the round number is increased by one.

After the round number is increased and messages are sent to all the neighbours, $Ch_in_r = Ch_in_i$. This means that an agent has shared information and now is the moment for receiving information from all its neighbours. In the opposite way, messages are sent, if and only if, $Ch_in_r = \emptyset$. This means that only new information is shared when all the neighbours have reported information to the agent or the agent has been initialized.

Additionally, the logic expression $Ch_in_i \neq \emptyset \wedge Ch_out_i \neq \emptyset$ which represents that there is no new information to be sent or received is evaluated. If this condition is true, the agent returns the out_i to a control board that stores the results of all the agents and finally ends the agent process. *Die* is an action that sets the agent status in `Action.DIE` and it stops the main thread of the agent.

Failures are defined in this work with the action `Action.DIE` as shown in Alg. 2. A failure probability $probFailure \in [0,1]$ is defined. For example, a $probFailure = 0.1$ means that an agent would stop in one of ten actions.

3.5. *Receive*

This action allows agents to receive new information from others and to compute local outputs. First, each agent decodes the received message $msg = [from|msg|chan]$ and evaluates the difference between the information received by the channel *chan*,

defined as $Recv[chan]$ with the information sent using $chan$. As Raynal, 2013 remarks, there are five possible scenarios:

- if $Send[chan] = Recv[chan]$, agents that are connected by channel $chan$ has the same information at this point. So $chan$ must be removed from Ch_in_i and Ch_out_i .
- if $Recv[chan] = \emptyset$, $chan$ must be removed from Ch_in_i .
- if $Send[chan] \subseteq Recv[chan]$ the agent that sent the message has more information, so $chan$ must be removed from Ch_out_i .
- If $Recv[chan] \subseteq Send[chan]$ the agent that sent the message has less information, so it must be removed from Ch_in_i .
- In other examples, case agents learn from each other them because they have complementary information.

After evaluating the channels, each agent proceeds to do its task. This task is the computation of the function F which takes the message msg received, processes msg , produces an output and stores its result in out_i ($out_i = F(msg)$). Once F is computed, new_i and inf_i are determined by Eq 2 and Eq 3 like in Raynal, 2013. These equations mean that new information is the union between the new information received by the neighbours in this round new_i and the difference between the received information and all the information that an agent has learned inf_i . Finally, the channel from msg which was received is removed from Ch_in_r .

$$new_i = new_i \cup (Recv[j] \setminus inf_i) \quad (\text{Eq. 2})$$

$$inf_i = new_i \cup inf_i \quad (\text{Eq. 3})$$

4. Experiments and results

The purpose of the experiments is to execute a function F in a network with failures and compare the output with the global expected output. Network is generated using the Eppstein Algorithm of JUNG (Eppstein & Wang, 2002; S. White, 2005). Parameters to generate a Network are the number of nodes n , the number of edges e , the function to compute F , and l the number of iterations to approximate a power law topology.

An experiment is a combination of parameters performed 30 times as follows: $F = min, n = 50, e = 150, l = 1000, probFailure = 0, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3}$ and 10^{-1} . The idea of these experiments is to see how crashes can affect correctness and communication. Network used in experiments as shown in Fig 4b.

4.1. Implemented functions

In this work functions *max*, *min*, *sorting values* and *routing tables* are implemented. Definition of functions are local and executed as *F* in the *Receive* action of each agent. Agents take inf_i and new_i and assign values to out_i . Implementing each algorithm is easy because they only imply to change the value (or type) of new_i , inf_i and out_i and establish a predicate.

Table 1 presents a description of the different functions computed. Declarations of variables of type collection are written as $var \in \langle type \rangle []$. Identity of process i (p_i) is a *String* ($p_i \in String$). $\setminus$ and $\cup$ are difference and union of collections respectively. In the case of *max* and *min*, the algorithm is performed over the data of *Integer* type, so there is classic calculation of max and min having each process in a network a value. The same case happens with sorting where an *Integer* value of each process is extracted and added to an *Integer* collection $Integer[]$ and this collection is sorted.

Table 1. Functions F Implemented.

Function	Parameter	Definition
<i>Max</i>	Input type	$inf_i \in \langle p_i, Integer \rangle [], new_i \in \langle p_i, Integer \rangle []$
	Predicate	$aux < p_i, Integer \rangle [] = Recu[ch] \setminus (new_i \cup inf_i)$ $out_i = max(aux, inf_i)$
	Output type	$out_i \in \langle p_i, Integer \rangle$
<i>Min</i>	Input type	$inf_i \in \langle p_i, Integer \rangle [], new_i \in \langle p_i, Integer \rangle []$
	Predicate	$aux < p_i, Integer \rangle [] = Recu[ch] \setminus (new_i \cup inf_i)$ $out_i = min(aux, inf_i)$
	Output type	$out_i \in \langle p_i, Integer \rangle$
<i>Sorting</i>	Input type	$inf_i \in \langle p_i, Integer \rangle [], new_i \in \langle p_i, Integer \rangle []$
	Predicate	$aux < p_i, Integer \rangle [] = Recu[ch] \setminus (new_i \cup inf_i)$ $out_i = sort(aux \cup inf_i)$
	Output type	$out_i \in \langle p_i, Integer[] \rangle$
<i>Routing Tables</i>	Input type	$inf_i \in \langle p_i, p_i \rangle [], new_i \in \langle p_i, p_i \rangle []$
	Predicate	$aux < p_i, p_i \rangle [] = Recu[ch] \setminus (new_i \cup inf_i)$ $out_i \cdot put(ch, (out_i \cdot get(ch) \cup aux))$
	Output Type	$out_i \in \langle ch, p_i[] \rangle$

In the case of routing tables, inputs are agents' identities and the outputs are channels that an agent p_i can use for communicating with its neighbours. *get* and *put* are methods that return or insert a collection of data associated to a channel e_j (in this case, the list of agents reachable from channel e_j). For example, the input for the process p_6 - it is the red process in the network of Fig. 4a - is $inf_6 = \langle p_6, p_6 \rangle$, $new_6 = \langle p_6, p_6 \rangle$, the value computed of this output is: $out_6 = \{e_{29} = \{p_{10}\}, e_{14} = \{p_9, p_{11}\}, e_{11} = \{p_4, p_1, p_0\}, e_3 = \{p_8, p_7, p_{14}, p_5, p_{13}\}, e_0 = \{p_{12}, p_3, p_2\}\}$. This output can be interpreted as: p_6 reaches p_{10} by using channel e_{29} , by e_{14} process reaches p_9 and p_{11} , etc.

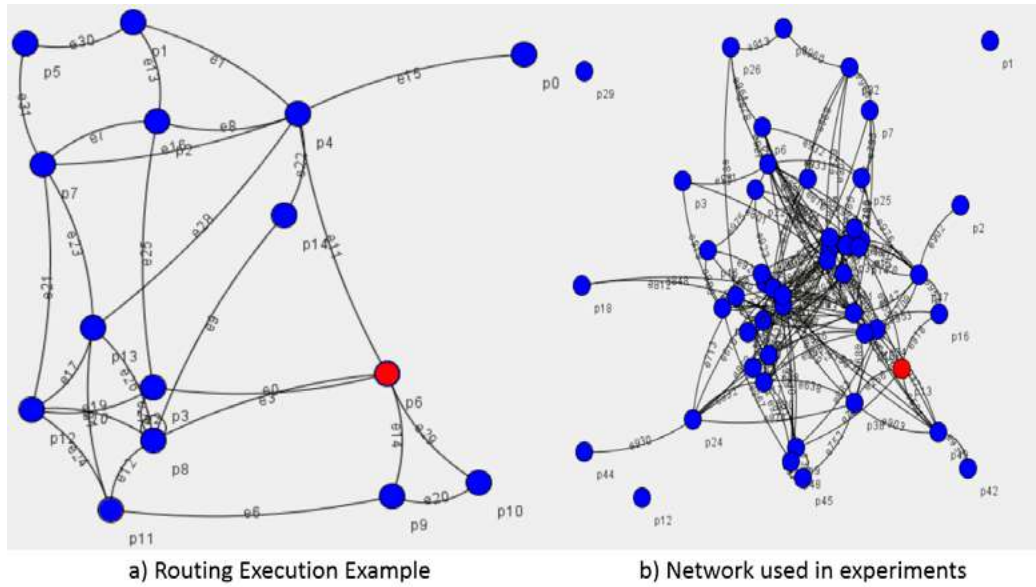


Fig. 4. Processes Networks

4.2. Results

Table 2 presents the result of the experiments performed. Each row represents the average and the standard deviation of agents which have a correct output (Agents Right), agents with a wrong output (Agents Wrong) and agents that do not report an answer (Agents without Response). As shown in Fig 4b, the network used for experiments is not fully connected, so it is expected to have 47 processes communicating among themselves in order to achieve the global task. Table 2 shows how the model computes F in an accurate way if $probFailure = 0$. A value of 3 in the column *Agents without Response* represents the agents p_1, p_{29} and p_{12} which have no input or output channels and do not send a response to the control board (in the Network of Fig. 4b).

For a greater value in the *probFailure* column, more agents with wrong answers and agents without response are observed. In the experiments performed, it is observed that the main effects of a crash are wrong answers more than problems in communication. Agents without results represent agents that crash without receiving a message because each time an agent receives a message, it reports its output to the control board. Additionally, it is observed (by now empirically) how the crash of a process increases execution times because this implies that other agents remain waiting for a response for a long time until they crash (given a *probFailure*). Lower values in the *probFailure* column imply less processes with failures and more process waiting for answers from its crashed neighbors. Another interesting point is that there are few experiments where all the agents give wrong answers.

Table 2. Summary of experiments for crash ($F = \min, n = 50, e = 150, l = 1000, \text{probFailure} = 0, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3}$ and 10^{-1})

probFailure	Agents Right	Agents Wrong	Agents without Response
0	47 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	3 $\pm$ 0
10^{-6}	46.55 $\pm$ 1.5	0.45 $\pm$ 1.5	3 $\pm$ 0
10^{-5}	42.27 $\pm$ 4.09	4.10 $\pm$ 4.20	3.63 $\pm$ 0.72
10^{-4}	24.29 $\pm$ 9.53	18.39 $\pm$ 9.67	7.32 $\pm$ 1.78
10^{-3}	16.33 $\pm$ 9.99	22.63 $\pm$ 9.79	11.03 $\pm$ 3.01
10^{-1}	2.13 $\pm$ 3.21	25.03 $\pm$ 3.93	22.83 $\pm$ 4.22

As Raynal, 2013 proves, this communication mechanism allows information to be shared by all the network from process to process in the next rounds. In this case, computation terminates in maximum $D+1$ rounds, with being D the diameter of the communication graph. The Result is $D+1$ because it includes the sending $Send(ch) = \emptyset$ when there is no new information to share, and in this case, the channel is deleted from Ch_in and Ch_out . Each process is sending and receiving a message by a number of channels e in each round, so the maximum number of messages is $2e(D+1)$. Therefore, an achievement of this work is that the model proposed computes with the same number of rounds as a Distributed System for the communication protocol implemented without failures.

Conclusions

A model that represents behaviours of Distributed Systems in a multi-agent environment for testing self-* properties has been proposed. This approach defines an asynchronous decentralized protocol that models the perceptions and actions of

the agents to interact with others and compute functions as a distributed system. In the original implementation of the communication protocol of Raynal, 2013 all the actions are defined together as a program for the process p_i . Each process must explicitly wait to receive a message from the other channels before starting a new round. By abstracting each process as an agent, it is possible to add more actions than an agent requires or even modify the agent program, because synchronization is achieved between the send and the receive events by storing the nodes that have not reported information in a given round.

One of the promising things of the communication protocol used is the possibility of modelling different functions in an easy way. As Table 1 presents, it is possible to define function F as a simple predicate and to set different input and output types without changing the protocol. In the processing of this actions it is possible to simulate what happen if an agent's response is incorrect (Satzger, 2008).

FIFO communication channels are easy to implement in an environment like the one proposed in this paper. The message queue model allows agents to share information in an effective way and serialization allows agents to send and receive different types of data over the network without modifying the environment. By having one buffer FIFO in the environment (for each agent) and another message buffer inside each agent, it is possible to emulate known types of failures of Distributed Systems like omission failures where a node can fail to send or receive messages or requests which can imply a loss of communication channels (Satzger, 2008; Tanenbaum & Steen, 2006).

Our model is designed in a way that custom agent programs can be defined in order to add more behaviours to the agents and additional properties can be added to the environment in an easy way, just like in the crash failure presented in this paper. Even the communication protocol can be redefined in order to adapt it to other networking models, and in the same way new perceptions and actions can be added. As future work, we hope to define different kinds of tasks in the same network to achieve self-organization and to add parameters like the quality of the network connection to the channels.

In the experiments performed, crash failures were introduced in the behaviour of the agents. The introduction of this type of failure allows for the observing of how failures are propagating into the system and how a crash influences a wrong answer or failures in the communication. As future work, we will define more experiments regarding the crashing of a process and other types of failures (response, omission). Once these experiments are defined, the idea is to evaluate what kind of

local behaviours can be added to agents in order to allow for the adaptation of the system by itself and to give agents self-* properties. Additional metrics like time in rounds versus *probFailure* or message consumption are part of the future work.

By modelling decentralized control approaches based on local interactions, it is possible to see how different random networks compute good local results and how the agents without channels die because they have no other process for communication and cooperation. Source code and executable files are available at <https://github.com/arleserp/DSSimulator>.

References

- Balaji, P. G., & Srinivasan, D. (2010). An introduction to multi-agent systems. *Studies in Computational Intelligence*, 310, 1–27. http://doi.org/10.1007/978-3-642-14435-6_1
- Bhardwaj, R., & Dixit, V. S. (2010). An overview on tools for peer to peer network simulation, 1(19), 70–76.
- Casanova, H., Legrand, A., & Quinson, M. (2008). SimGrid: A generic framework for large-scale distributed experiments. *Tenth International Conference on Computer Modeling and Simulation (Uksim 2008)*, 126–131. <http://doi.org/10.1109/UKSIM.2008.28>
- Chandra, T., & Toueg, S. (1996). Unreliable failure detectors for reliable distributed systems. *Journal of the ACM (JACM)*, 43(2). Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=226643.226647>
- Eppstein, D., & Wang, J. (2002). A steady state model for graph power laws. *2nd Int. Worksh. Web Dynamics*, 8. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/cs/0204001>
- Faloutsos, M., Faloutsos, P., & Faloutsos, C. (1999). On power-law relationships of the Internet topology. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*. <http://doi.org/10.1145/316194.316229>
- Fischer, M. J., Lynch, N. a., & Paterson, M. S. (1985). Impossibility of distributed consensus with one faulty process. *Journal of the ACM*, 32(2), 374–382. <http://doi.org/10.1145/3149.214121>

- Fujiwara, K., & Casanova, H. (2007). Speed and accuracy of network simulation in the simgrid framework. In *Proceedings of the 2nd international conference on Performance evaluation methodologies and tools*. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1345279>
- Guo, H., Gao, J., Zhu, P., & Zhang, F. (2006). A self-organized model of agent-enabling autonomic computing for grid environment. *Intelligent Control and Automation, 2006. WCICA 2006. The Sixth World Congress on*, 1, 2623–2627. <http://doi.org/10.1109/WCICA.2006.1712837>
- Jun, H., Ji, G., Zhongchao, H., Beishui, L., Changyun, L., & Jiujun, C. (2004). A new rational model of agent for autonomic computing. *2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE Cat. No.04CH37583)*, 6, 5531–5536. <http://doi.org/10.1109/ICSMC.2004.1401074>
- Kephart, J. O., Chess, D. M., Jeffrey, O., & David, M. (2003). The vision of autonomic computing. *Computer*, 36(1), 41–50. <http://doi.org/10.1109/MC.2003.1160055>
- Kshemkalyani, A., & Singhal, M. (2008). *Distributed computing: principles, algorithms, and systems*. Cambridge University Press. <http://doi.org/CBO9780511805318>
- Lalanda, P., Mccann, J. A., & Diaconescu, A. (2013). *Autonomic Computing: Principles, Design and Implementation*. Springer.
- Nami, M. R., & Bertels, K. (2007). A survey of autonomic computing systems. *Autonomic and Autonomous Systems, 2007. ICAS07. Third International Conference on*, 26. <http://doi.org/10.1109/CONIELECOMP.2007.48>
- Raynal, M. (2013). *Distributed Algorithms for Message-Passing Systems*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-38123-2>
- Russell, S., & Norvig, P. (2004). *Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno. 2da Edición*. <http://doi.org/M-26913-2004>
- Satzger, B. (2008). *Self-healing Distributed Systems*. Augsburg University. Retrieved from http://www.infosys.tuwien.ac.at/staff/bsatzger/publications/pdf/satzger_diss.pdf

- Satzger, B., Pietzowski, A., & Ungerer, T. (2011). Autonomous and scalable failure detection in distributed systems. *International Journal of Autonomous and Adaptive Communications Systems*, 4(1), 61. <http://doi.org/10.1504/IJAACS.2011.037749>
- Tanenbaum, A., & Steen, M. Van. (2006). *Distributed systems: Principles and paradigms*. Prentice-Hall. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1202502>
- Tel, G. (2009). *Introduction to Distributed Systems*. Cambridge Press. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=517021>
- Velho, P., & Legrand, A. (2009). Accuracy study and improvement of network simulation in the SimGrid framework. *Proceedings of the Second International ICST Conference on Simulation Tools and Techniques*. <http://doi.org/10.4108/ICST.SIMUTOOLS2009.5592>
- White, S. (2005). Analysis and visualization of network data using JUNG. *Journal Of Statistical Software*, VV(Ii), 1–35. Retrieved from <http://www.citeulike.org/group/206/article/312257>
- White, S. R., Hanson, J. E., Whalley, I., Chess, D. M., & Kephart, J. O. (2004). An architectural approach to autonomic computing. *Autonomic Computing, 2004. Proceedings. International Conference on*, 2–9. <http://doi.org/10.1109/ICAC.2004.1301340>

Diálogos en investigación en la Konrad Lorenz
se terminó de imprimir en abril de 2019,
sobre papel bond blanco bahía de 70 g.

Bogotá, D. C., Colombia.

