

LA IMPLEMENTACION DE ERP EN LAS ORGANIZACIONES EMPRESARIALES COMO PROCESO DE CAMBIO DESDE LA COEVOLUCIÓN: UNA PROPUESTA DE ESTUDIO

RESUMEN

La implementación de sistemas de planificación de recursos, ERP por sus siglas en inglés, se ha convertido desde hace más de tres décadas en una de las decisiones gerenciales de mayor importancia en las organizaciones empresariales por la posibilidad que brindan de integrar las diferentes áreas del negocio. Sin embargo, acorde con resultados de investigaciones (Kimberling, 2011), (Leyh, 2014) en un amplio porcentaje de los casos estas implementaciones han resultado fallidas, generando pérdidas empresariales.

En la presente investigación se parte de la premisa de que el principal desafío de la implementación de ERP no se trata de cómo instalar ERP, se trata de cómo hacer que el sistema ERP se utilice en la actividad cotidiana de la empresa (Kouki, 2006); es decir de cómo lograr que todos los miembros de la organización adopten la nueva tecnología para el desarrollo de sus actividades diarias.

El artículo plantea una propuesta de estudio para que la implementación de ERP resulte exitosa en las organizaciones empresariales. Se plantea que la adopción puede ser comprendida como un proceso coevolutivo basándose en la interacción entre los empleados, a través de redes de afiliación formales e informales. Para esto se propone iniciar por la identificación de las personas que tienen mayor potencial de influir sobre las demás, de manera que se inicie un proceso de propalación de información que fluye desde los nodos más influyentes hacia aquellos con los que interactúan. El éxito está en facilitar el flujo de información entre todos los nodos de la red.

PALABRAS CLAVE

Coevolución, Cambio, Redes formales e informales

INTRODUCCIÓN

Se conoce como ERP (*Enterprise Resource Planning*) al conjunto de módulos de software integrados y una base de datos central que permite gestionar el uso eficiente y eficaz de los recursos (materiales, recursos humanos, finanzas, etc.) mediante la automatización y la incorporación de los procesos de negocio, intercambio de datos en toda la empresa, y el acceso a la información en el entorno en tiempo real, (Davenport, 1998), (Ağaoğlu, Yurtkoru, & Ekmekçi, 2015)). Estas plataformas brindan soporte a los diferentes procesos empresariales generando ventaja competitiva por los flujos de información que permiten.

Desde su aparición en la década de los 90, las ERP han demostrado diversas ventajas que pueden ser comprendidas en diferentes categorías: en el área operativa trae beneficios en términos de eficiencia de los procesos empresariales y las transacciones en la empresa; en el área gerencial los beneficios se manifiestan en los flujos de información disponibles para la gestión, la toma de decisiones, y el control del rendimiento de la organización. En cuanto a la estrategia el uso de las ERP, es determinante en términos de diferenciación, costo, innovación, crecimiento y alianzas con

los grupos de interés. La adecuada adopción y uso de las ERP logra consolidar efectivamente la infraestructura de tecnologías informáticas facilitando los flujos de información. En cuanto a la condición organizativa, los beneficios se manifiestan en mejor desempeño del recurso humano, así como en la cultura de trabajo dentro de la empresa. (Seddon, 2000)

Las notorias ventajas que pueden generar las ERP han llevado a que un amplio número de empresas en el mundo decidan adoptar este tipo de tecnología. Sin embargo, en muchos casos no se cumplen los objetivos de la implementación. Un tercio de los proyectos de implementación de dichas plataformas no tienen éxito, y entre el 60% y el 70% de los casos de aplicación fracasan en la obtención de los beneficios esperados (Chang, 2008), esto acarrea pérdidas económicas significativas. En la tabla 1, se hace un recuento de diferentes casos fallidos de implementación de ERP, y se presenta acorde con los resultados de la investigación desarrollada por (Kimberling, 2011) los problemas y las consecuencias de dichas fallas en el desempeño empresarial.

Tabla 1. Casos fallidos de implementación de ERP, y consecuencias en el desempeño empresarial. Adaptado de (Kimberling, 2011).

Nombre de la Organización	Año	Fallas y problemas en los proyectos ERP
National Health Service (NHS), Reino Unido	2011	Después de gastar unos 12.000 millones de libras esterlinas (US \$ 18.700 millones), NHS abandonó el proyecto que tenía como objetivo centralizar los registros de salud electrónicos de sus ciudadanos.
CityTime Payroll System project, New York USA	2011	El proyecto fracasó debido a los excesos de costos, de presupuestos, que pasaron de \$ 63 millones a una cantidad estimada de \$ 760 millones, y una investigación criminal.
Ingram Micro Australia	2011	El problema con la implementación de SAP en Ingram Micro llevó a una caída significativa en su ingreso neto dos veces en el año 2011.
Montclair State University, New Jersey USA	2011	La implementación de PeopleSoft en la Universidad Estatal de Montclair enfrentó problemas que llevaron a la Universidad a presentar una demanda contra el Oracle por la implementación fallida.
ParknPool, USA	2011	La empresa de vendedores de muebles demandó a Epicor por el fallido proyecto ERP.
Marin County, California, USA	2011	Marin County presentó una demanda contra Deloitte Consulting y SAP sobre un proyecto ERP fallido.
Whaley Foodservice Repairs, South Carolina, USA	2011	Epicor fue demandado por la compañía de equipos de cocinas comerciales por un proyecto que costó a la compañía más de 5

		veces la cantidad original estimada de \$ 190,000.
State of Idaho, USA	2011	Idaho enfrentó problemas debido a defectos de diseño y otros problemas que provocaron varios retrasos en los pagos y procesamiento de reclamos defectuosos después de instalar un nuevo sistema proporcionado por Unisys. El estado podría sufrir pérdidas de millones de dólares debido a las reclamaciones defectuosas de Medicaid.
The Victorian Order of Nurses, Nova Scotia, Canada	2011	La implementación del sistema de nómina de pago de SAP resultó en la emisión de salarios defectuosos a las enfermeras durante al menos seis meses.
Lumber Liquidators	2010	Se encontraron problemas con el sistema SAP.
Dillard's, Inc.	2010	La implementación no logró satisfacer las expectativas de los clientes.
Ferazzoli Imports of New England	2009	El sistema de Epicor no cumplió con las expectativas del cliente como se había prometido.

Las fallas en los procesos de implementación de ERP, han llevado a que diversos investigadores enfoquen su atención en la búsqueda de alternativas que permitan disminuir el porcentaje de fracaso en la adopción de este tipo de plataformas. Las investigaciones se han orientado de una parte al desarrollo de metodologías y estrategias para la implementación de ERP, y de otra al estudio de las causas de éxito y fracaso en los procesos de implementación. Sin embargo en los dos casos el foco central de atención ha sido como garantizar la adopción de la nueva plataforma tecnológica.

A la fecha existen numerosas metodologías y estrategias para la implementación de ERP (Shruti Nagpal, 2015), (Bancroft, Seip, & Sprengel, 1998), (Markus & Tanis, 2000), (Parr & Shanks, 2000), (Umble, Haft, & Umble, 2003); sin embargo en la práctica las grandes compañías que lideran el mercado plantean sus propios métodos de implementación, adicionalmente los directores de proyectos generalmente elaboran planes integrales en consulta con los miembros del comité directivo. De manera general las metodologías de implementación se han orientado al diseño de rutas óptimas que faciliten la adopción de la plataforma tecnológica. Dentro de las principales actividades que han sido consideradas en dichas metodologías se encuentran: la planificación del proyecto (calendario, recursos, etc.), el estudio y comprensión de los procesos empresariales actuales y flujos de información, reingeniería de procesos a fin de reducir actividades redundantes, identificación de necesidades de personalización de sistema, configuración, pruebas piloto, formación del usuario, instalación y puesta en marcha, migración de datos, ajustes, corrección de errores y actualización.

Dentro de las investigaciones orientadas a la identificación de la causas de éxito y fracaso se encuentra la desarrollada por (Leyh, 2014) en la que realiza un recuento con 320 fuentes diferentes

donde busca resumir cuales son los factores críticos de éxito que más se repiten en la implementación de ERP según diferentes autores. Los resultados indicaron que aspectos como el soporte de la alta dirección, la gestión de proyectos, el entrenamiento de usuario, la gestión del cambio, el equipo del proyecto, la comunicación, la participación del usuario final y de los *stakcholders*, así como la aceptación/resistencia del sistema ERP se encuentran dentro de los factores decisivos que dificultan la apropiación de la plataforma tecnológica en las empresas.

A partir de lo anterior se puede afirmar, tal como lo plantea (R. Kouki, 2006) que el principal desafío de la implementación de ERP no se trata de cómo instalar el ERP, sino de cómo hacer que el sistema se utilice en la actividad cotidiana de la empresa. Y es aquí en donde la presente investigación plantea que la implementación de ERP en las organizaciones puede considerarse como un proceso de cambio comprendido desde la biología, y puntualmente desde la coevolución.

La coevolución, desde la biología, reconoce que el comportamiento del colectivo y de manera amplia el cambio que emerge en el sistema surge de la interacción no proporcional entre las partes que lo conforman. Esta base evolutiva cuyos planteamientos se alejan del reduccionismo y en general del mecanicismo se encuentra en consonancia con una conceptualización más amplia y reciente de la tecnología (Jiménez, 2015).

El artículo presenta los aspectos conceptuales que soportan el diseño de un modelo para la implementación del ERP que promuevan su uso generalizado en las actividades cotidianas de las empresas; es decir la adopción de ERP se comprende como un proceso evolutivo que debe redundar en un comportamiento colectivo que permanentemente se transforma. La propuesta exalta la importancia de la interacción entre las personas y la ausencia de factores que determine el comportamiento del sistema, como fuentes centrales que explican el comportamiento colectivo en el uso del ERP.

Para el desarrollo de la investigación la primera parte del documento enfoca la descripción de la coevolución como alternativa para la comprensión de la emergencia de comportamientos colectivos, y la pertinencia de su aplicación en contextos diferentes a la biología. La segunda parte del documento presenta una propuesta para promover el uso generalizado del ERP en las actividades de las empresas que decidan adoptar esta tecnología. Finalmente se plantea la discusión y futuras líneas de investigación.

LA COEVOLUCIÓN Y LA PERTIENCIA DE SU APLICACIÓN EN CONTEXTOS DIFERENTES A LA BIOLOGIA

El concepto de coevolución tiene su origen en la biología, y se refiere a los cambios recíprocos en especies interactuantes (Thompson, 1982). Desde esta perspectiva dos o más especies que se relacionan entre si cambian en respuesta a cómo cambia la otra; es decir está al pendiente de los agentes que se encuentran a su alrededor, siendo estos: depredador-presa y parásito-hospedador, especies competidoras, o especies mutualistas. La reciprocidad es la característica definitoria de las interacciones coevolutivas en general. No sólo la adaptación por un jugador debe favorecer el cambio en su oponente, sino que la adaptación del oponente también debe generar la selección y la respuesta evolutiva en el primer jugador (Brodie, 1999). Esta interacción que se da entre las especies es la misma que se da entre las empresas: entre empresas competidoras, empresas con sus clientes, al interior de la empresa y con sus proveedores.

En la naturaleza es posible observar a menudo distintas manifestaciones de coevolución. Un ejemplo se encuentra en la relación entre un parásito y su anfitrión; tanto el parásito como el huésped están involucrados en una carrera de armamentos entre sí. Hay presión sobre el huésped a evolucionar para volverse resistente al parásito y hay presión sobre el parásito para desarrollar maneras de hacer frente a la resistencia del huésped. Ambas especies necesitan cambiar genéticamente para mantenerse al día con los cambios en las otras especies (Valen, 1973)

Richard Dawkins y John Krebs plantearon lo que denominaron principio Vida-Cena (life-dinner principle). Un conejo que huye de un zorro está corriendo por su vida, mientras que el zorro está corriendo por su cena. Por lo tanto, la presión para evolucionar es mayor en la presa. Si el zorro falla puede tener otra oportunidad de cazar al conejo. (Dawkins & Krebs, 1979).

COEVOLUCIÓN EN EL CONTEXTO EMPRESARIAL

Desde los años 1970s, teóricos introdujeron la perspectiva evolutiva para ofrecer una alternativa a la explicación de cómo las organizaciones se adaptan bien a los cambios en su entorno. Siguiendo a (Campbell, 1969), los estudiosos de la organización (Hannan & Freeman, 1977) (Aldrich, 1979), (Weick, 1979) y (McKelvey, *Organizational Systematics: Taxonomy, Evolution*, 1982) se dieron cuenta de que la acción intencional anticipada (Andrews, 1971), (Child, 1972) no es la única manera de explicar los cambios en las organizaciones. De hecho, otras vías para explicar el cambio se encuentran en la interacción entre entidades distintas (variación), en la presión del entorno por eliminar la entidad mal adaptada (selección), así como en la supervivencia a través del tiempo de las entidades adaptadas (retención) (Murmman, 2013,).

La idea de la coevolución cobra importancia debido a la percepción generalizada de que los entornos son cada vez más rápidos (Wiggins & Ruefli, 2005), más competitivos (D'Aveni, Dagnino, & Smith, 2010), y más turbulentos (Lewin, Long, & Carroll, 1999), creando una mayor oportunidad para influir en las características del entorno macro (Murmman, 2013,) y permitiendo a la organización adaptarse y sobrevivir.

Sin embargo, aunque mucho trabajo ha señalado la coevolución en el contexto empresarial y se ha afirmado su importancia, ha habido poco trabajo en precisar cómo las organizaciones coevolucionan teniendo en cuenta el impacto de los principios de variación, selección y retención característicos del cambio evolutivo. (Murmman, 2013,).

Lo que aparta a la teoría coevolutiva de la explicación evolutiva estándar es que la posibilidad de influir no sólo corre del ambiente hacia la organización, sino también de la organización al medio ambiente, y de manera interna (Murmman, 2003). Es decir, la coevolución no es exclusiva de la interacción con el entorno externo, sino que también surge de la interacción entre las partes que conforman el sistema. De manera amplia una organización coevolutiva es aquella que se modifica a sí misma, modifica el entorno con el que interactúa, y se adapta a las condiciones cambiantes del medio en que se encuentra.

En esta línea, la tecnología cambia mientras la industria que la está usando o produciendo sufre algún cambio (Yates, 1993), (Nelson, 1994), (Rosenkopf & Tushman, 1994), (Murmman, 2003) , (Henderson & Stern, 2004), (Funk, 2009). Un ejemplo es el internet, las empresas no sólo son afectadas por las tecnologías de internet, sino que casos como Microsoft, Apple, Google y similares también tienen un impacto dramático sobre cómo se desarrollan las tecnologías de Internet.

Lo anterior ha llevado a afirmar que los sistemas caracterizados por altos niveles de interacción internos y con el entorno, como claramente son las organizaciones empresariales, son sistemas coevolutivos alejados del equilibrio. El comportamiento en estos sistemas no puede ser explicado a partir del comportamiento de las partes. La interdependencia entre los diferentes agentes que los conforma, así como la interacción de estos con el entorno permite que el sistema se organice como un todo que cambia permanentemente. Los sistemas alejados del equilibrio constituyen la regla y no la excepción de un conjunto suficientemente amplio de sistemas sociales (Johnson & Lam, 2010); (Plikynas, 2010) (Phister, 2011).

Es importante señalar que la biología, en la ciencia moderna, se han constituido en la principal fuente de teorías, modelos, y en general de conocimiento para la comprensión de fenómenos/sistemas caracterizados por la emergencia de comportamientos colectivos a partir de la interacción entre agentes. De esta manera y tal como lo plantea (Andrade, 1996) el desarrollo científico tanto en el contexto natural como social ha sido el resultado de múltiples interacciones, donde los modelos o modos propuestos por una disciplina influyen los modelos o modos de ver las otras.

Existen amplios antecedentes del impacto del enfoque biológico en la ingeniería y la gestión tecnológica principalmente en la imitación del comportamiento de lo vivo (adaptabilidad, evolución, cambio, auto-organización, etc.) y otros elementos biológicos que han servido de base para el planteamiento metáforas y analogías en el desarrollo de conceptos, herramientas y técnicas para una mejor comprensión de la realidad (Jiménez, 2015) y (Maione & Naso, 2002). Algunos de los aportes son: el desarrollo de sistemas de manufactura flexible y sistemas inteligentes con características como la auto-organización, la adaptación eficiente y la evolución (Brezocnik & Balic, 2001), la conceptualización e implementación de sistemas biológicos de manufactura, cuyo modelamiento se inspira en el comportamiento, atributos y estructuras de los organismos vivos (Ueda, Vaario, & Ohkura, 1997), la gestión de sistemas de integración empresarial desde una perspectiva biológica (Montoya L. A., 2010), el impacto de los conceptos biológicos y la imitación del comportamiento de organismos vivos en el incremento de la productividad de los sistemas de manufactura (Otálora, 2014), la valoración tecnológica en las organizaciones (Jiménez, 2015), entre otros.

La coevolución se encuentra en clara oposición con el enfoque reduccionista y determinista que caracteriza el paradigma tradicional para la comprensión de las organizaciones empresariales (McKelvey, Toward a complexity science of entrepreneurship, 2004) (Stacey, 1995). Desde la perspectiva coevolutiva se reconoce la emergencia de comportamientos colectivos a partir de la interacción adaptativa entre las partes, es decir pierde validez el enfoque reduccionista, pues no es posible deducir las propiedades de todo a partir de las propiedades de los componentes.

La coevolución proporciona un marco de estudio orientado a promover el uso del ERP en las actividades cotidianas de la empresa que busquen su implementación, porque reconoce que la adopción (internalización de la plataforma) por parte de todos los miembros de la empresa, es de un proceso de cambio continuo, que no puede ser abordado desde el determinismo prevaleciente en la visión tradicional de la organización como sistema estático e invariante. Desde la perspectiva coevolutiva no es posible asumir que el éxito en la implementación del ERP está determinado por una o algunas variables claves. Por el contrario reconoce que la adopción del ERP se convierte en un comportamiento colectivo por la interacción adaptativa entre las diferentes personas que integran el sistema.

PROPUESTA DE ESTUDIO PARA LA ADOPCION DE ERP EN LA ORGANIZACIÓN DESDE LA PERSPECTIVA COEVOLUTIVA

La propuesta parte de la premisa que el uso generalizado del ERP en las actividades cotidianas de la empresa que decida implementarlo, puede ser comprendido como la emergencia de un comportamiento colectivo en un sistema caracterizado por altos niveles de interacción interna y externa (Granovetter, 1973). La interacción interna hace referencia a los vínculos entre los empleados y que posibilitan la capacidad de influir y ser influido por otros con los que interactúe. Por su parte la interacción externa enfoca los vínculos de los empleados y miembros de la organización con otros que no hacen parte de la empresa, que incluyen, clientes, proveedores, competidores, amigos, familiares, entre otros individuos, que pueden influir y ser influidos.

Las redes externas facilitan el acceso a mayores fuentes de recursos (información, conocimiento, experiencia, capital, etc. Las redes internas pueden generar intercambios positivos y beneficiosos de los recursos interpersonales como la satisfacción laboral (el intercambio de los recursos aumentan la percepción de apoyo del compañero de trabajo) y el arraigo en el empleo (relacionado con el sentimiento de vinculación y gusto por el trabajo) (Acosta, Gualdrón, & Bohórquez, 2017)

En las organizaciones empresariales, y de manera amplia en los sistemas sociales humanos cuando las personas resuelven problemas compensan su conocimiento limitado intercambiando información de manera directa o indirecta (consejos, experiencia, informes, noticias, etc.) con otros con los que interactúa. Lo que pone de manifiesto la posibilidad de influir y ser influido por otros.

La interacción entre los empleados se da a través de redes de afiliación formales e informales (Biancani, McFarland, & Dahlander, 2014) .Las redes de afiliación formales hacen referencia a los equipos (áreas, departamentos, proyectos, etc.) conformados por la dirección de la organización. Las redes formales son valoradas por el respaldo institucional que reciben. Al ser incentivadas por el núcleo administrativo reciben mayor apoyo para su gestión. Sin embargo no garantizan la empatía entre las partes. Por su parte las redes de afiliación informales enfocan la red de lazos sociales que surgen en los empleados y que denotan relaciones amistad, compañerismo, la relación de personas que comparten la ruta de transporte, que salen juntas a almorzar, etc. Las redes informales, tienen la ventaja de fomentar la existencia de vínculos fuertes entre los empleados, los cuales refuerzan la comunicación, la confianza, la generación de ideas creativas, promueven la innovación, y permiten que las organizaciones que operan en entornos altamente cambiantes respondan de manera flexible y dinámica. (Acosta, Gualdrón, & Bohórquez, 2017)

Adicionalmente, la propuesta reconoce que todos los individuos tienen un determinado nivel de umbral de cambio, que hace referencia a la susceptibilidad a adoptar una propuesta de acción. Diversas investigaciones han señalado que el umbral de cambio individual guarda estrecha relación con la interacción con el grupo (Watts D. J., 2006); es decir si bien aspectos culturales, psicológicos, académicos, puedan influir en la decisión de una persona de aceptar o no una propuesta de acción, existe un amplio nivel de relevancia, en dicha decisión, en la interacción que la persona tenga con otros miembros de la organización (Barabási, 2002). En el estudio de comportamientos sociales, evidencia de lo anterior se encuentra en los altos niveles de influencia que ejercen ciertos líderes de opinión en las ideas o comportamientos de otros actores sociales.

Las organizaciones empresariales están conformadas por redes de afiliación formal e informal, en las que existen nodos (personas) que por diferentes razones pueden ejercer altos niveles de influencia sobre otros con los que interactúan. El plural de la palabra redes busca denotar que no

todos los empleados de la organización están conectados entre sí; es decir no todos tienen interacción con todos, lo que hace que emerjan distintas redes que interactúan unas con otras (Figura 1).

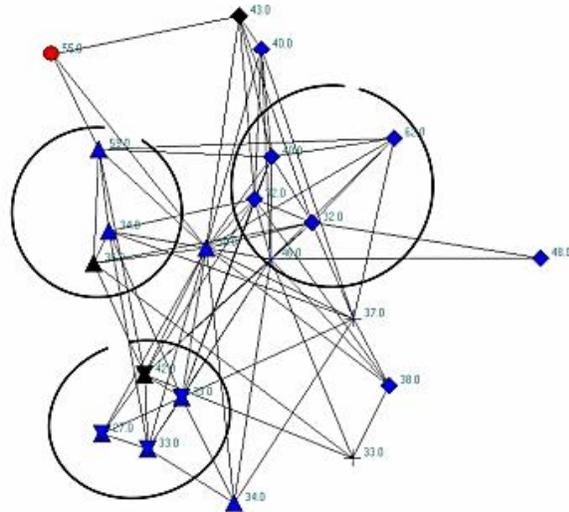


Figura 1 Red de amistad en una organización (Krackhardt, 1990) (Molina, 2004)

La Figura 1, presenta un ejemplo de una red que surge al interior de una organización, considerando las relaciones de afiliación formal e informal. Este ejemplo es planteado por Krackhardt quien muestra una red de amistad indicando con la forma de los nodos el departamento al que pertenecen los empleados, con el color los niveles jerárquicos y con un número la edad. Las relaciones de amistad son bidireccionales, es decir recíprocas. Con las tres líneas circulares se propone la posibilidad de que las relaciones de amistad se dan preferentemente entre personas del mismo departamento y del mismo nivel jerárquico y quizás, de una edad similar (todos ellos datos atributivos de los nodos), sin embargo, en un contexto empresarial unas personas pueden informar o influenciar preferentemente a otras y no al revés, esto se puede evidenciar más claramente en la Figura 2, donde se muestra una Adaptación del modelo de un Mundo Pequeño de Watts y Strogatz (1998).

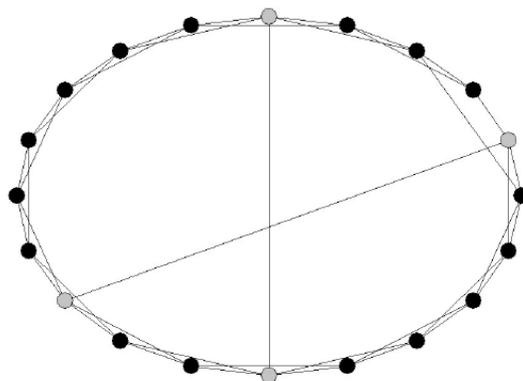


Figura 2 Adaptación del modelo de un Mundo Pequeño (Watts & Strogatz, 1998) (Molina, 2004)

Cada nodo tiene conexiones locales, pero en máximo 3 pasos es posible alcanzar cualquier otro nodo del grafo. Al mismo tiempo, los 4 nodos en gris acaparan el 80% de los caminos posibles entre los nodos de la red permitiendo transferir la información dado el nivel de influencia que hay entre los nodos en forma unidireccional.

La investigación realizada por (Freeman, 1979) evidencia que existen tres criterios que permiten valorar el nivel de influencia que ejerce una persona (nodo) dentro de la empresa: grado, intermediación, cercanía. En la Figura 1, los nodos con mayor nivel de conexiones pueden estar relacionados con algunos de estos criterios.

El grado hace referencia al número de personas que dependen de un cargo específico, y con el que están directamente relacionadas. Una persona con alto grado significa que tiene una gran cantidad de empleados bajo su responsabilidad, y por tanto tiene un alto potencial para influir en el comportamiento de la organización, en este caso el uso del ERP.

La intermediación es la frecuencia con la que una persona está en medio de la comunicación entre otras. Se le considera central por la posibilidad de influir en el grupo ocultando o distorsionando la información que transmite.

La cercanía es la medida con la que una persona está más cerca de los demás; y por tanto no requiere de intermediarios para poder comunicarse. La cercanía se encuentra estrechamente relacionada con vínculos informales (por ejemplo, amistad) y de allí el potencial para influir en las decisiones del equipo.

Partiendo de lo anterior, la propuesta plantea que la internalización del uso del ERP en las actividades cotidianas de la empresa, debería partir por la identificación de las personas que tienen el mayor potencial de influir sobre las demás, considerando criterios de grado, intermediación, y cercanía. De esta manera, la internalización del ERP puede iniciarse como un proceso de propalación de información acerca de las características, ventajas, limitaciones, entre otros aspectos del ERP, que fluye desde los nodos más influyentes hacia aquellos con lo que interactúan.

Uno de las principales bondades de comprender las organizaciones como redes de afiliación formales e informales, en las que el cambio surge a través de procesos coevolutivos es reconocer que en la medida en que una persona con alto nivel de influencia facilite propagar la información acerca del uso del ERP puede llegar a influir a otra u otras que, si bien no están tan conectadas como el anterior, si tienen un alto nivel de conexiones. Desde esta perspectiva el éxito en la internalización del uso del ERP está en facilitar el flujo de información desde los nodos o personas con mayor nivel de interacción hacia otros miembros de la red en los que va disminuyendo el nivel de interacción.

Desde esta perspectiva, la resistencia al cambio a nivel individual, es una situación que en algunos casos podría subsanarse en la medida en que la organización aproveche las bondades de la coevolución de las redes de afiliación formales e informales que existen en la organización. Este concepto ha sido ampliamente estudiado en la ciencia de redes (Watts D. J., 2006) (Barabási, 2002), y plantea la necesidad de redes ampliamente conectadas como mecanismo facilitador para el surgimiento de comportamientos colectivos en un sistema.

Sin embargo, la investigación al respecto en organizaciones empresariales, se encuentra en etapas tempranas, y a la fecha no existe un modelo o una propuesta que facilite aprovechar la coevolución de las redes inter e intra organizacionales. La presente investigación se encuentra en fase conceptual, y presenta limitaciones relacionadas con la carencia de investigación empírica que

permita su validación con información del mundo real. Sin embargo es posible identificar diferentes simulaciones basadas en agentes que contienen algunos de los elementos planteados en la propuesta.

En esta línea se encuentra la simulación *Rumor Mill*, desarrolla en Net Logo (Wilensky, NetLogo, 1999) por Wilensky, U, y en las que se muestra como una idea, en este caso un rumor se extiende cuando una persona lo comenta con unos de los vecinos con los que interactúa, hasta que toda la población adquiere la información (Figura 3 a, b, c). Esta simulación muestra la relevancia de la cercanía en la posibilidad de influir a otros con los que interactúa.

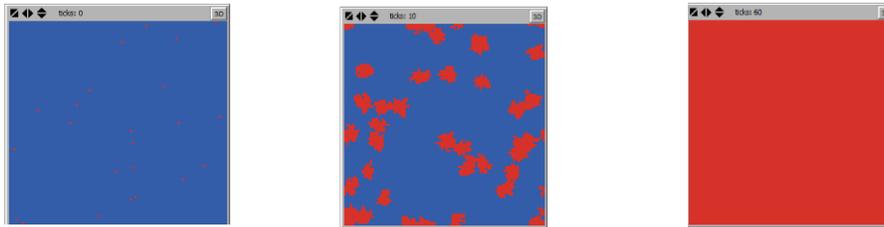


Figura 3. Evolución en la propagación de un Rumor. (Wilensky, NetLogo Rumor Mill model, 1997)

También se resalta la simulación Virus desarrollada en Net Logo (Wilensky, NetLogo Rumor Mill model, 1997) por Wilensky, en la que se reconoce la existencia de agentes con capacidad de infectar a otros (color rojo), agentes inmunes al virus (color gris), y la población sana susceptible a infectarse (color verde). La simulación muestra la forma como se programa el virus en la medida en que los agentes interactúan (Figura 4 a,b). La relevancia para la presente investigación es el reconocimiento que todos los individuos tienen un nivel de umbral de cambio, pero que a pesar de esto, el virus logra convertirse en un comportamiento colectivo.

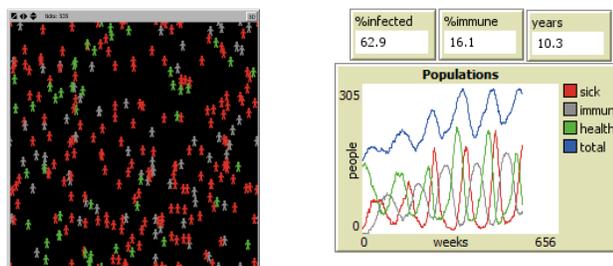


Figura 4. Evolución en la propagación de un Virus. Fuente (Wilensky, NetLogo, 1999)

DISCUSIÓN Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN

1. El termino evolución, es sinónimo de cambio, y son términos implícitamente relacionados. La coevolución, hace referencia a los cambios recíprocos entre especies interactuantes. Al interior de las organizaciones empresariales, son los trabajadores quienes se relacionan y crean redes formales y no formales de comunicación, estas redes permiten el flujo continuo de información y de esta manera se logra la internalización de ERP.
2. La propuesta se soporta tres aspectos: a) las organizaciones son redes de interacción formales, que se dan por relaciones laborales o informales que surgen de las

- relaciones sociales de los empleados y que denotan compañerismo, amistad, etc b) la interacción explica la posibilidad de influir y ser influido (coevolución), c) la coevolución explica el surgimiento de comportamientos colectivos, tales como el uso generalizado de ERP en las organizaciones empresariales que decidan implementarlo, debido a que se da un proceso de reciprocidad entre las partes permitiendo un mejor flujo de la información.
3. Si bien la presente propuesta se encuentra en proceso, puede escalar a la comprensión de otros fenómenos en sistemas sociales humanos, tales como el éxito empresarial. Lo anterior, debido a que da claridad de las ventajas en las interacciones humanas y del flujo de la información, a medida que dichas interacciones son fuertes y existen nodos potenciales que impulsan una idea.
 4. La comprensión del cambio como procesos de coevolución en redes formales e informales da pie a la opción de re-pensar la forma como están organizadas las empresas. De tal manera, se plantea la posibilidad de pasar de estructuras rígidas y con fallas de comunicación a unas más flexibles, con mayor conexión en las redes y mejor flujo de información.
 5. Si bien esta propuesta está dirigida a la implementación de ERP, es extensible a todos aquellos proyectos que implican un cambio y un flujo de información a todos los miembros de una organización.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. M., Gualdrón, L. Y., & Bohórquez, L. E. (2017). Organizational Structures and Adaptation to the Changing Conditions of the Environment: Challenges and Implications. *En proceso de Publicación.*
- Ağaoğlu, M., Yurtkoru, S., & Ekmekçi, A. K. (2015). The effect of ERP implementation CSFs on business performance: an empirical study on users' perception. *Science Direct.*
- Aldrich, H. E. (1979). *Organizations and Environments.*
- Andrade, E. (1996). Analogías entre las teorías de la materia, la evolución biológica y la sociedad. *Memorias Del Seminario De Ciencia Teórica 1994-1996.*
- Andrews, K. R. (1971). *The Concept of Corporate Strategy.*
- Bancroft, N., Seip, H., & Sprengel, A. (1998). *Implementing SAP R/3, 2nd edn. Manning Publications.*
- Barabási, A.-L. (2002). *Linked. The New Science of Networks.* Cambridge, MA: Perseus.
- Biancani, S., McFarland, D. A., & Dahlander, L. (2014). The Semiformal Organization. *Organization Science*,, 1306-1334.
- Brezocnik, M., & Balic, J. (2001). A genetic-based approach to simulation of self-organizing assembly. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 113–120.

- Brodie, E. D. (1999). Predator-Prey Arms Races.
- Campbell, D. T. (1969). Variation and selective retention in sociocultural. *General Systems*.
- Campbell, D. T. (1974). Evolutionary epistemology. *The Philosophy of Karl Popper*.
- Chang, S.-W. C.-C. (2008). The implementation factors that influence the ERP (enterprise resource planning) benefits. *Decision Support Systems*, 149-157.
- Child, J. (1972). Organization structure, environment and performance: The role of strategic choice.
- D'Aveni, R. A., Dagnino, G. B., & Smith, K. G. (2010). The age of temporary advantage.
- Davenport, T. (1998). Putting the enterprise into the enterprisesystem. *Harvard Business Review*, 121-131.
- Dawkins, R., & Krebs, J. (1979). Arms races between and within species. *Proceedings of the Royal Society, London Biological Society*.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Network*, 215 239.
- Funk, J. (2009). The co-evolution of technology and methods of standard setting: The case of the mobile phone industry. *J. Evolutionary Econom*, 73-93.
- Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. . *American Journal of Sociology*, 1360-1380.
- Hannan, M. T., & Freeman, J. H. (1977). The population ecology of organizations.
- Henderson, A. D., & Stern, I. (2004). Selection-based learning: The coevolution of internal and external selection in high-velocity environments.
- Jiménez, C. (2015). Propuesta para la valoración tecnológica desde la perspectiva de la síntesis evolutiva moderna. *Tesis para optar al título de doctora en ingeniería*. Universidad Nacional de Colombia.
- Johnson, B. R., & Lam, S. K. (2010). Self-organization, natural selection, and evolution: cellular hardware and genetic software. *Bioscience*, 879-885.
- K.-K. Hong, a. Y.-G. (2002). The critical success factors for ERP implementation: An organizational fit perspective. *Information and Management*, 25-40.
- Kimberling, E. (2011). *ERP Failures and Lawsuits: It's Not Just For the Tier I ERP Vendors*. Obtenido de Panorama Consulting Solutions: <http://panorama-consulting.com/erp-failures-and-lawsuits-its-not-just-for-the-tier-i-erp-vendors/>

- Kouki, R. (2006). ERP Assimilation Challenge: An Integrative Framework for a Better Post-Implementation Assimilation. *Université Laval, Québec, G1K 7P4 CANADA* .
- Krackhardt, D. (1990). Assessing the Political Landscape: Structure, Cognition, and Power in Organizations. *Administrative Science Quarterly* No. 35, 342-69.
- L.N. Liu, Y. F. (2011). From transactional user to VIP: how organizational and cognitive factors affect ERP assimilation at individual level. *European Journal of Information Systems*, 186-200.
- Lewin, A. Y., Long, C. P., & Carroll, T. N. (1999). The Coevolution of New Organizational Forms. *Organization Science*.
- Leyh, C. (2014). Critical Success Factors for ERP Projects in Small and Medium-sized Enterprises – The Perspective of Selected German SMEs. *Proceedings of the 2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, (págs. 1181–1190).
- M. Al-Mashari, A. A.-M. (2003). Enterprise resource planning: A taxonomy of critical factors. *European Journal of Operational Research* , 352-364.
- M. Al-Mashari, a. A.-M. (2003). ERP implementation: Lessons from a case study. *Information Technology & People*, 21-33.
- Maione, G., & Naso, D. (2002). Adaptation of multi-agent manufacturing control by means of genetic algorithms and discrete event simulation. *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 529–534.
- Markus, L., & Tanis, C. (2000). The Enterprise System Experience From Adoption to Success.
- McKelvey, B. (1982). Organizational Systematics: Taxonomy, Evolution.
- McKelvey, B. (2004). Toward a complexity science of entrepreneurship. *Journal of Business Venturing* 19, 313 – 341.
- Molina, J. L. (2004). La ciencia de las redes. *AACTE*.
- Montoya, L. A. (2010). Gestión de sistemas de integración empresarial desde una perspectiva biológica. *Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia*.
- Montoya, L. A. (2012). APLICACIÓN DE LA METÁFORA BIOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE FORMAS ORGANIZATIVAS EN LA INTEGRACIÓN EMPRESARIAL. *rev.fac.cienc.econ.*, 43-54.

- Murmann, J. P. (2003). Knowledge and Competitive Advantage: The Coevolution of Firms, Technology, and National Institutions.
- Murmann, J. P. (2013,). The Coevolution of Industries and Important Features of Their Environments. (págs. 58–78). Sydney: INFORMS.
- Nelson, R. R. (1994). The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institution.
- Otálora, I. A. (2014). Pertinencia del fundamento biológico para el mejoramiento de la productividad en los sistemas de manufactura. *Maestría en Ingeniería Industrial - Universidad Nacional de Colombia*.
- Parr, A., & Shanks, G. (2000). A Model of ERP Project Implementation. *Journal of Information Technology*.
- Phister, P. (2011). Cyberspace: The ultimate complex adaptive system. *C2 Journal*.
- Plikynas, D. (2010). A virtual field-based conceptual framework for the simulation of complex social systems. *Journal of Systems Science and Complexity* , 232-248.
- R. Kouki, D. P. (2006). ERP Assimilation Challenge - An Integrative Framework for a Better Post Implementation Assimilation. *Logistics and Transportation*.
- Rajesri Govindaraju, A. Z. (2015). ERP Assimilation and Benefit Realization: Analyzing the Influence of Leader Characteristics. *2015 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*. Bali.
- Rajesri Govindaraju, R. A. (2016). ERP Assimilation and Benefit Realization: Analyzing the Influence of Leader Characteristics. *2015 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*. Bali.
- Rosenkopf, L., & Nerkar, A. (1999). On the complexity of technological evolution: Exploring coevolution within and across hierarchical levels in optical disc technology.
- Rosenkopf, L., & Tushman, M. (1994). On the co-evolution of technology and organization.
- S. Finney, a. M. (2007). ERP Implementation: A Compilation and Analysis of Critical Success Factors. *Business Process Management Journal*, 329-347.
- Seddon, S. S. (2000). A Comprehensive Framework for Classifying the Benefits of ERP Systems. *Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*.
- Shruti Nagpal, S. K. (2015). Comparative Study of ERP Implementation.

- Stacey, R. D. (1995). The Science of Complexity: An Alternative Perspective for Strategic Change Processes. *Jstor*, 477- 495.
- Tang, Y.-C. P. (2010). Review of Misfit Issues between ERP Principles and Organisations. *International Conference on Education and Management Technology*.
- Thompson, J. N. (1982). *The Coevolutionary Process*. Chicago.
- Ueda, K., Vaario, J., & Ohkura, K. (1997). Modelling of biological manufacturing systems for dynamic reconfiguration. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 343-346.
- Umble, E., Haft, R., & Umble, M. (2003). Enterprise Resource Planning: Implementation . *European Journal Of Operational Research*.
- VAL, M. P. (2003). LA DIRECCIÓN PARTICIPATIVA COMO ELEMENTO DINAMIZADOR EN LOS CAMBIOS ORGANIZATIVOS. Valencia, España: UNIVERSITAT DE VALENCIA.
- Valen, L. V. (1973). *A new evolutionary law*.
- Watts, D. J. (2006). *Seis grados de separación. La ciencia de las redes en la era de acceso*. Barcelona: Paidós, Iberica, S.A.
- Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of ‘small-world’ networks. *Nature* 393, 440–442.
- Weick, K. E. (1979). *The Social Psychology of Organizing*.
- Wiggins, R. R., & Ruefli, T. W. (2005). Schumpeter’s ghost: Is hypercompetition making the best of times shorter?
- Wilensky, U. (1997). NetLogo Rumor Mill model. [http://ccl.northwestern.edu/NetLogo Rumor Mill model. du/netlogo/models/RumorMill](http://ccl.northwestern.edu/NetLogo/RumorMill). Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.: Northwestern University.
- Wilensky, U. (1999). NetLogo. <tp://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. . Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling Northwestern University, Evanston, IL.
- Yates, J. A. (1993). Co-evolution of information-processing technology and use: Interaction between the life insurance and tabulating.
- Yorke, J. A., Nathanson, N., Pianigiani, G., & Martin, J. (1979). Seasonality and the Requirements for Perpetuation and Eradication of Virus in Populations. *Journal of Epidemiology*, 103-123.