



Universitat Politècnica de València

Programa de Doctorado en Tecnologías para la Salud y el Bienestar

Tesis Doctoral

**Entornos de realidad virtual y neurociencia organizacional para
discriminar estilos de liderazgo en organizaciones**

Autor:

Elena Parra Vargas

Directores:

Dr. Mariano Alcañiz Raya

Dr. Roberto Llorens Rodríguez

Junio, 2022

Resumen

Comprender el comportamiento humano en situaciones de gestión, planificación y liderazgo dentro de organizaciones constituye un desafío tanto para los científicos como para la sociedad en general y los profesionales de los recursos humanos. Las tomas de decisión, la planificación de recursos, la gestión de equipos y el apoyo y acompañamiento del grupo, son factores que, desde perspectivas como la psicología, sociología, economía o liderazgo, han sido repetidamente estudiados dada su influencia directa en la eficacia final de una organización y de un equipo de trabajo.

Actualmente no existe un consenso a la hora de definir el liderazgo. Este concepto, en cambio, se ha abordado desde diferentes perspectivas, por lo que los componentes que se han propuesto para explicar comportamientos de gestión son muy diversos. Una aproximación válida discrimina entre aquellos líderes que focalizan su ejecución en las tareas y en lograr objetivos en base a cumplir plazos y planificación, dando lugar a un liderazgo basado en tareas; y aquellos otros líderes que focalizan su ejecución en cuidar y mejorar las relaciones dentro del equipo, logrando los objetivos mediante la motivación y acompañamiento del grupo, dando lugar a un liderazgo basado en las relaciones. En los estilos de liderazgo basados en tareas y en relaciones se diferencian, por tanto, habilidades de planificación y gestión o *hard skills* y aspectos relacionales o *soft skills*, respetivamente.

De la misma manera que la definición del estilo de liderazgo se ha abordado desde diferentes aproximaciones, su evaluación también se ha tratado desde diferentes puntos de vista y constituye, hoy en día, un desafío tanto para investigadores como para los profesionales del campo de los recursos humanos y la gestión en organizaciones. Sin embargo, no existe una medida validada para el estilo de liderazgo. La evaluación del liderazgo se ha realizado tradicionalmente mediante metodologías de comportamiento explícitas como cuestionarios o entrevistas, las cuales presentan limitaciones que sesgarían, en última instancia, la evaluación. La relevancia de nuevas técnicas de análisis de comportamiento implícitos, como técnicas ecológicas y basadas en el análisis de la actividad cerebral y ocular en situaciones reales, está despertando un nuevo interés para reconocer y discriminar los diferentes estilos de liderazgo en las organizaciones. De este modo, tareas experimentales y el análisis en laboratorio de conductas y competencias concretas surgen como una solución alternativa capaz de superar barreras interpretativas, pero del mismo modo presentan limitaciones de transferencia a situaciones reales. La realidad virtual surge como una alternativa prometedora para aportar entornos con una mayor transferencia a la vida real y que generen mayor nivel de implicación por parte de los usuarios que los entornos y métodos de evaluación tradicionales, permitiendo aportar medidas implícitas en contexto más reales. Esta propuesta está avalada por numerosos trabajos en el campo de la psicología aplicada, la neuroeconomía y la neurociencia organizacional, que apoyan el uso de la realidad virtual para la evaluación del comportamiento humano.

Resumen

El presente trabajo propone el uso combinado de realidad virtual y metodologías implícitas de la neurociencia organizacional, así como técnicas de análisis de *machine learning*, para estudiar los comportamientos vinculados al estilo de liderazgo. Partiendo de esta premisa, se describen dos estudios que investigan la sensibilidad de un paradigma pasivo, consistente en la visualización de videos emocionales, y un paradigma activo, consistente en la interacción con un juego serio de realidad virtual, ambos combinando variables implícitas comportamentales y cerebrales o fisiológicas, para determinar el estilo de liderazgo. Los resultados del paradigma pasivo evidenciaron diferencias en la sudoración de la piel, así como en la respuesta eléctrica del cerebro, entre aquellos participantes con estilos de liderazgo diferente. Los resultados del paradigma activo mostraron, además, que los participantes con estilo de liderazgo diferente tomaron decisiones diferentes y centraron su atención, descrita por variables de comportamiento visual, en elementos diferenciados.

Los resultados obtenidos en la presente tesis, por tanto, apoyan la sensibilidad de entornos virtuales y metodologías de neurociencia organizacional para identificar estilos de liderazgo, lo que ofrece una alternativa potencial de análisis de conductas y estilos de los líderes, ecológica y nada invasiva.

Abstract

Understanding human behavior in management, planning and leadership within organizations is a challenge for scientists, society and professionals of human resources. Decision-making, resource planning, team management and group support are factors that, from perspectives such as psychology, sociology, economics or leadership, have been repeatedly studied, motivated by their direct influence on final effectiveness of an organization.

Currently, there is no consensus on defining leadership. This concept has been approached from different perspectives and, consequently, the components that have been proposed to explain management behavior are very diverse. An existing valid approach discriminates between those leaders who focus their execution on tasks and on achieving objectives based on meeting deadlines and planning, giving rise to task-oriented leadership; and those leaders who focus their execution on caring for and improving relationships within the team, achieving goals by motivating and accompanying the group, giving rise to relationship-oriented leadership. Task-oriented and relationship-oriented leadership involve, respectively, planning and management skills or hard skills, and relational aspects or soft skills.

As for the definition of leadership styles, the evaluation of leadership has also been approached from different points of view and constitutes, today, a challenge for both researchers and professionals in the field of human resources and organizational management. However, there is no validated measure for leadership style. The evaluation of leadership has traditionally been carried out through explicit behavioral methodologies such as questionnaires or interviews, which have limitations that would ultimately bias the evaluation. The relevance of new implicit behavior analysis techniques, such as ecological techniques and those based on the analysis of brain and eye activity in real situations, is awakening a new interest in recognizing and discriminating between different leadership styles in organizations. In this way, experimental tasks and the laboratory analysis of specific behaviors and competencies emerge as an alternative solution capable of overcoming interpretive barriers, but present limited transference to real situations. Virtual reality emerges as a promising alternative to provide environments with a greater transfer to real life and subjects with a higher level of involvement than traditional environments and evaluation methods, allowing implicit measures to be provided in more real context. This proposal is supported by numerous works in the field of applied psychology, neuroeconomics and organizational neuroscience, which support the use of virtual reality for the evaluation of human behavior.

This thesis proposes the combined use of virtual reality and implicit methodologies of organizational neuroscience, as well as machine learning analysis techniques, to study behaviors linked to leadership style. Based on this premise, two studies are described

Abstract

that investigate the sensitivity of a passive paradigm, consisting of viewing emotional videos, and an active paradigm, consisting of interacting with a serious virtual reality-based game, both combining implicit behavioral and brain or physiological responses to determine the leadership style. The results of the passive paradigm showed differences in skin conductance, as well as in the electrical response of the brain, between those participants with different leadership styles. The results of the active paradigm also showed that participants with different leadership styles made different decisions and focused their attention, described by visual behavior variables, on different elements.

The results obtained in this thesis, therefore, support the sensitivity of virtual environments and organizational neuroscience methodologies to identify leadership styles, which offers a potential ecological and non-invasive alternative for analyzing leadership behaviors and styles.

Resum

Comprendre el comportament humà en situacions de gestió, planificació i lideratge dins d'organitzacions constitueix un desafiament tant per als científics com per a la societat en general i per als professionals dels recursos humans. Les preses de decisió, la planificació de recursos, la gestió d'equips i el suport i acompanyament del grup, són factors que, des de perspectives com la psicologia, la sociologia, l'economia o el lideratge, han estat repetidament estudiats, atesa la seva influència directa en l'eficàcia final una organització i un equip de treball.

Actualment no hi ha un consens a l'hora de definir el lideratge. Aquest concepte, en canvi, s'ha abordat des de diferents perspectives, i per això els components que s'han proposat per explicar comportaments de gestió són molt diversos. Una aproximació vàlida discrimina entre aquells líders que focalitzen la seua execució en les tasques i en assolir objectius sobre la base de complir terminis i planificació, donant lloc a un lideratge basat en tasques; i aquells altres líders que focalitzen la seua execució a cuidar i millorar les relacions dins de l'equip, aconseguint els objectius mitjançant la motivació i acompanyament del grup, donant lloc a un lideratge basat en les relacions. En els estils de lideratge basats en tasques i en relacions es diferencien, per tant, habilitats de planificació i gestió o *hard skills* i aspectes relacionals o *soft skills*, respectivament.

De la mateixa manera que la definició de l'estil de lideratge s'ha abordat des de diferents aproximacions, la seua avaluació també s'ha tractat des de diferents punts de vista i constitueix actualment un desafiament tant per a investigadors com per als professionals del camp dels recursos humans i la gestió en organitzacions. No obstant això, no hi ha una mesura validada per a l'estil de lideratge. L'avaluació del lideratge s'ha realitzat tradicionalment mitjançant metodologies de comportament explícites com ara qüestionaris o entrevistes, les quals presenten limitacions que esbiaixarien, en última instància, l'avaluació. La rellevància de noves tècniques d'anàlisi de comportament implícits, com ara tècniques ecològiques i basades en l'anàlisi de l'activitat cerebral i ocular en situacions reals, està despertant un nou interès per reconèixer i discriminar els diferents estils de lideratge a les organitzacions. D'aquesta manera, tasques experimentals i l'anàlisi al laboratori de conductes i competències concretes sorgeixen com una solució alternativa capaç de superar barreres interpretatives, però de la mateixa manera presenten limitacions de transferència a situacions reals. La realitat virtual sorgeix com una alternativa prometedora per aportar entorns amb una transferència més gran a la vida real i que generen més nivell d'implicació per part dels usuaris que els entorns i mètodes d'avaluació tradicionals, permetent aportar mesures implícites en context més reals. Aquesta proposta està avalada per nombrosos treballs al camp de la psicologia aplicada, la neuroeconomia i la neurociència organitzacional, que donen suport a l'ús de la realitat virtual per a l'avaluació del comportament humà.

Aquest treball proposa l'ús combinat de realitat virtual i metodologies implícites de la neurociència organitzacional, així com tècniques d'anàlisi de *machine learning* per

Resum

estudiar els comportaments vinculats a l'estil de lideratge. Partint d'aquesta premissa, es descriuen dos estudis que investiguen la sensibilitat d'un paradigma passiu, consistent en la visualització de vídeos emocionals, i un paradigma actiu, consistent en la interacció amb un joc seriós de realitat virtual, ambdós combinant variables implícites comportamentals i cerebrals o fisiològiques, per tal de determinar l'estil de lideratge. Els resultats del paradigma passiu van evidenciar diferències en la sudoració de la pell, així com la resposta elèctrica del cervell, entre aquells participants amb estils de lideratge diferent. Els resultats del paradigma actiu van mostrar, a més, que els participants amb un estil de lideratge diferent van prendre decisions diferents i van centrar la seva atenció, descrita per variables de comportament visual, en elements diferenciats.

Els resultats obtinguts en aquesta tesi, per tant, donen suport a la sensibilitat d'entorns virtuals i metodologies de neurociència organitzacional per identificar estils de lideratge, cosa que ofereix una alternativa potencial ecològica i gens invasiva d'anàlisi de conductes i estils dels líders.

Agradecimientos

A mis directores, Mariano y Roberto, por la paciencia que han tenido conmigo, por confiar en mi desde un principio y hacerme sentir que soy capaz de ello. Gracias por enseñarme lo importante que es la perseverancia y mostrarme el camino cuando no lo encontraba.

A mi familia, por estar siempre conmigo, por confiar y mostrarme lo importante que es ser una misma. Gracias por celebrar cada pequeño paso a lo largo de mi vida y por ofrecerme cariño y compañía.

A Óscar, por estar siempre ahí, por ser quien es en mi vida y ayudarme a crear nuestro hogar. Gracias por estar y acompañarme cada paso.

A mis amigos, Violeta, Vanesa, Belén, Carla, Dani y un largo etcétera, por alegrarme cada día a lo largo de todo este recorrido. Gracias por escucharme siempre y no pedir nada a cambio.

A mis compañeros de I3B, por hacerme el trabajo divertido y aprender con ellos en cada paso. Gracias por enseñarme mil y una cosas y siempre hacerlo con una sonrisa.

A Luca y Leo, por ser la línea de mi vida. Por mostrarme lo importante de la inocencia y lo que significa ser libre y dar amor incondicional.

Gracias a todos y cada uno de ellos por hacer posible esto.

Agradecimientos

Contenido

| | |
|--|-----|
| Resumen | i |
| Abstract..... | iii |
| Resum..... | v |
| Agradecimientos | vii |
| Contenido | ix |
| Lista de figuras | xiv |
| Lista de tablas | xvi |
| Capítulo 1 . Introducción..... | 1 |
| Ciencia organizacional..... | 1 |
| Definición | 1 |
| Liderazgo..... | 1 |
| Definición | 1 |
| Modelos | 3 |
| Estilos | 7 |
| Evaluación | 9 |
| Neuroeconomía | 11 |
| Definición | 11 |
| Neurociencia organizacional | 12 |
| Definición | 12 |
| Evaluación | 15 |
| Neuroliderazgo..... | 19 |
| Definición | 19 |
| Modelos | 19 |
| Evaluación | 21 |
| Realidad virtual y juegos serios | 23 |
| Realidad virtual | 23 |
| Juegos serios..... | 26 |
| Evaluación | 26 |
| Diseño centrado en la evidencia..... | 29 |
| Definición | 29 |

Contenido

| | |
|---|----|
| Evaluación sigilosa..... | 31 |
| Limitaciones de la evaluación del neuroliderazgo | 32 |
| Hipótesis y objetivos..... | 33 |
| Hipótesis..... | 33 |
| Objetivos..... | 33 |
| Estructura de la tesis | 34 |
| Capítulo 2 . Estudio 1: Sensibilidad de medidas fisiológicas y neurofisiológicas frente a estímulos emocionales no interactivos para discriminar entre estilos de liderazgo | 35 |
| Objetivo..... | 35 |
| Materiales y métodos..... | 36 |
| Participantes..... | 36 |
| Instrumentación..... | 36 |
| Estímulos | 37 |
| Procedimiento..... | 38 |
| Análisis de los datos | 39 |
| Análisis de señal..... | 39 |
| Análisis estadístico..... | 40 |
| Análisis de machine learning..... | 41 |
| Resultados | 42 |
| Estilos de liderazgo | 42 |
| Sensibilidad de la actividad fisiológica y neurofisiológica para discriminar estilos de liderazgos | 42 |
| Discusión | 44 |
| Capítulo 3 . Diseño y desarrollo de juego serio en entorno virtual..... | 47 |
| Contexto y objetivo | 47 |
| Personajes | 49 |
| Personaje estratega..... | 49 |
| Personaje organizador | 50 |
| Personaje comunicador..... | 50 |
| Personaje experto..... | 51 |
| Toma de decisiones..... | 52 |
| Situación 0. Introducción..... | 53 |
| Situación 1. Mala memoria..... | 54 |

| | |
|--|----|
| Situación 2. El abandono | 55 |
| Situación 3. Mala cobertura..... | 57 |
| Situación 4. La carta | 58 |
| Situación 5. Sintomas | 59 |
| Situación 6. Calma total..... | 62 |
| Situación 7. Supervivencia | 65 |
| Situación 8. La tormenta..... | 66 |
| Situación 9. El duelo..... | 68 |
| Situación 10. La isla..... | 72 |
| Comportamiento visual..... | 74 |
| Capítulo 4 . Estudio 2: Sensibilidad de medidas comportamentales y de actividad ocular durante la interacción con un juego serio de realidad virtual para discriminar estilos de liderazgo | 77 |
| Objetivo..... | 77 |
| Materiales y métodos..... | 77 |
| Participantes..... | 77 |
| Instrumentación..... | 77 |
| Procedimiento..... | 79 |
| Análisis de los datos | 79 |
| Análisis de comportamiento..... | 79 |
| Análisis de señal..... | 80 |
| Análisis estadístico..... | 81 |
| Análisis de machine learning..... | 82 |
| Resultados | 83 |
| Estilos de liderazgo | 83 |
| Sensibilidad de las medidas comportamentales y de actividad ocular para discriminar estilos de liderazgo | 83 |
| Discusión | 85 |
| Capítulo 5 . Conclusiones y futuros trabajos..... | 90 |
| Diseminación de los resultados de la tesis..... | 93 |
| Artículos en revistas científicas | 93 |
| Artículos en conferencias científicas..... | 93 |
| Financiación | 94 |

Contenido

Bibliografía 95

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Dimensiones del funcionamiento cerebral | 11 |
| Figura 2. Neuroeconomía | 12 |
| Figura 3. Resolución temporal y espacial relativa de los métodos comúnmente utilizados, así como su capacidad para proporcionar inferencias causales versus correlacionales con respecto a la función y/o actividad cerebral. | 16 |
| Figura 4. Dispositivo de registro electroencefalográfico | 37 |
| Figura 5: Dispositivo de registro de la respuesta galvánica de la piel | 37 |
| Figura 6. Estímulos utilizados en el estudio 1 | 38 |
| Figura 7. Personaje estratega..... | 50 |
| Figura 8. Personaje organizador | 50 |
| Figura 9. Personaje comunicador | 51 |
| Figura 10. Personaje experto | 52 |
| Figura 11. Diagrama de decisión en situación 1 | 55 |
| Figura 12. Diagrama de decisión en situación 2. | 57 |
| Figura 13. Diagrama de decisión en situación 3..... | 58 |
| Figura 14. Diagrama de decisión en situación 4. | 59 |
| Figura 15. Diagrama de decisión en situación 5..... | 62 |
| Figura 16. Diagrama de decisión en situación 6. | 65 |
| Figura 17. Diagrama de decisión en situación 7..... | 66 |
| Figura 18. Diagrama de decisión en situación 8. | 68 |
| Figura 19. Diagrama de decisión en situación 9..... | 70 |
| Figura 20. Diagrama de decisión en situación 10. | 73 |
| Figura 21. Constructos e indicadores de cada estilo de liderazgo | 74 |
| Figura 22. Ejemplo de roles básicos | 75 |
| Figura 23. Ejemplo de roles comportamentales | 76 |
| Figura 24: Dispositivo de registro de comportamiento visual | 78 |
| Figura 25: Set de instrumentación..... | 78 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Principales teorías de liderazgo | 7 |
| Tabla 2: Técnicas de registro de la actividad cerebral | 16 |
| Tabla 3. Análisis descriptivo de las puntuaciones de los sujetos en las subescalas de Liderazgo una vez categorizados en alto y bajo. | 42 |
| Tabla 4. Valores p de las diferencias significativas entre las variables fisiológicas y las subescalas de liderazgo..... | 43 |
| Tabla 5. Métricas y características seleccionadas por los modelos que lograron los mejores resultados para cada conjunto de datos | 44 |
| Tabla 6: Variables de tomas de decisión..... | 80 |
| Tabla 7. Descripción de las variables extraídas de las decisiones tomadas y el comportamiento del participante en cuanto al movimiento ocular durante el juego serio | 81 |
| Tabla 8. Medidas de eye tracking extraídas durante el juego serio. | 81 |
| Tabla 9. Algoritmos de aprendizaje automático utilizados, hiperparámetros ajustados y valores probados. | 82 |
| Tabla 10. Estadística descriptiva y análisis estadístico de las subescalas de liderazgo de los participantes..... | 83 |
| Tabla 11. Variables en las que se encontraron diferencias estadísticamente significativas relacionadas con el nivel de liderazgo. | 84 |
| Tabla 12. Mejor modelo logrado para cada subescala de liderazgo y la categoría de características seleccionadas por ellas. Los valores mostrados por cada métrica son los valores medios de las iteraciones de validación cruzada repetidas 5x2..... | 85 |
| Tabla 13. Selección de características del liderazgo orientado a relaciones..... | 85 |
| Tabla 14. Selección de características del liderazgo orientado a tareas..... | 85 |

Capítulo 1 . Introducción

Ciencia organizacional

Definición

La ciencia organizacional se define como un conjunto de campos que incluyen la gestión, la estrategia, el comportamiento organizacional y la teoría de la organización, cuyo objetivo general es identificar formas de mejorar el funcionamiento de las organizaciones (Ketchen, Jr, D. J., et al, 2011). Se trata, por tanto, de una ciencia aplicada, que se centra en el estudio del individuo en un contexto concreto. Es decir, se trata del estudio sistemático de causas y efectos en condiciones controladas y, por tanto, es razonablemente rigurosa. El estudio de aspectos como la estructura organizacional, la motivación o el trabajo en equipo son algunos ejemplos de temas que se estudian dentro de la ciencia organizacional.

Al tratarse de una ciencia aplicada del comportamiento humano, su desarrollo está influenciado por diversas disciplinas, como la administración, la gestión de recursos, la estructura organizativa (Robbins, S. O., 2004). Además, las ciencias de la comunicación contribuyen igualmente al estudio del comportamiento en el contexto de las organizaciones, pues se encargan del estudio de los procesos de comunicación dentro de una organización. La psicología es también esencial en el estudio del comportamiento en las ciencias organizacionales. Esta ciencia se encarga de medir, explicar y, en ocasiones, cambiar la conducta de las personas, en muchos casos influenciada por los intereses. Aspectos como la fatiga en el puesto de trabajo, la personalidad y las emociones de los empleados son altamente relevantes en las ciencias organizacionales. Del mismo modo, al tratarse de un ecosistema propio y de un estudio de las relaciones, la sociología tiene un papel relevante. La ciencia que estudia la relación entre las personas y sus semejantes aporta una información esencial para el estudio de comportamiento y las posibilidades de mejora en contextos concretos como puede ser una organización. Como se puede observar, las ciencias organizacionales se focalizan en el estudio del comportamiento de los usuarios dentro de la organización, pero también en la mejora de estos comportamientos en base a aspectos que aportan otras ciencias como las anteriormente planteadas. Teniendo en cuenta la gran cantidad de disciplinas implicadas en las ciencias organizacionales, cabe destacar que el comportamiento humano es el factor común a ellas.

Liderazgo

Definición

El concepto de liderazgo es complejo de definir. Como prueba, durante más de cuatro décadas se llegó a afirmar que existían tantas definiciones de liderazgo como personas

Introducción

que pretendían definirlo (Bass, B. M., & Stogdill, R. M. 1990). De alguna manera, podría entenderse que el liderazgo aparece con el ser humano, puesto que se hace necesario para la convivencia en grupo. La idea del desarrollo, entendiendo como tal, todo aquel descubrimiento que hiciera posible la mejora de algún aspecto de la vida, es inherente al ser humano. El control del fuego, la invención de instrumentos o armas dotaron de una gran influencia a los descubridores y creadores, convirtiéndolos, de alguna manera, en un modelo a seguir.

Durante la antigüedad, numerosos filósofos y pensadores empezaron a proponer, no tanto definiciones de liderazgo, sino más bien un conjunto de características que debían tener las personas para ser consideradas líderes. En este sentido, pensadores como Confucio, Platón o incluso Macchiavello plantearon ciertas tendencias en la definición de líderes. Por ejemplo, Confucio, planteaba que cualquier buen líder debe tener como propósito primario, servir a la gente que los rodea (Adair, J., & Menezes Garcia, D. 2014).

Durante el siglo XIX, debido a la diversidad existente en cuanto a definiciones de liderazgo, diversos autores empezaron a proponer modelos teóricos de este concepto, que pretendían simplificar y unificar estas definiciones. Una de las primeras teorías de liderazgo fue la teoría del "gran hombre", la cual se popularizó en la década de 1840 por el autor escocés Thomas Carlyle (Carlyle, T, 1840; Hirsch, E.D. 2002). Esta teoría define a los líderes como grandes personas que son capaces de usar su inteligencia, su carisma y sus capacidades políticas para influenciar a otros. Es decir, se entendía el liderazgo como una capacidad innata de algunos sujetos. Las críticas a esta nueva acepción de liderazgo dieron lugar a una perspectiva diferente del liderazgo, estableciendo una dicotomía entre aquéllos que defendían el liderazgo como una cualidad innata y aquéllos que defendían que era el contexto el que lo facilitaba (Zaller, J. H. 2011).

En la década de los 60, se comenzó a entender el liderazgo como una influencia interpersonal, en una situación concreta y dirigida por procesos de comunicación hacia una meta concreta (Massarik et al, 1953). Es decir, el liderazgo se entiende como aquellos procesos que se dirigen hacia la influencia de los pensamientos y acciones de otras personas.

En 1988, Kotter, en su excelente obra *The leadership factor*, proporcionó un nuevo punto de vista, definiendo el liderazgo como un proceso de movimiento de grupo en una dirección de modo no coercitivo (Kotter, J. P. 1988). Cabe destacar, no obstante, que este aspecto no coercitivo no es aceptado por todos los teóricos, ya que también se puede considerar que liderar a un grupo es obligarlo a tomar decisiones (Volckmann, R. 2012).

Pese a las diversas descripciones proporcionadas a lo largo de los años, los teóricos contemporáneos evitan dar una definición concreta de liderazgo. En este sentido, se comienza a observar el liderazgo como una triangulación entre tres conceptos básicos: el líder, los seguidores y el contexto (Volckmann, R. 2012). De hecho, Kellerman afirma que puede no considerarse líder al mismo individuo transcurridos 20 años, así como tampoco es lo mismo un líder en Asia que en Europa (Kellerman, B. 2005). De acuerdo a

ciertas revisiones como la de Ozozue (2016), las teorías de liderazgo se han focalizado tanto en rasgos como en conductas, en teorías de contingencia, e incluso en aproximaciones más contemporáneas, como las que defienden definiciones de líderes transformacionales y transaccionales. Estas últimas acepciones se centran en habilidades o destrezas, en muchos casos conocidas como *soft skills* o habilidades sociales, de comunicación o emocionales, que favorecen el trato entre personas. En contraposición, se presentan las *hard skills*, las cuales involucran las capacidades cognitivas puras, de planificación y estrategia, consideradas como las más relevantes para definir a un “buen líder”.

En la actualidad, sí existe, en cambio, un amplio consenso acerca de la agrupación del liderazgo en cuatro estilos diferentes. Un primer modelo, basado en un modelo de rasgos (Northouse, P. G. 2008), defiende aspectos como el carisma, la confianza o incluso la integridad para la definición de liderazgo. Este modelo presenta un conjunto de características inamovibles, no modificables por considerarse innatas y vinculados a cierta “forma de ser”. La segunda de las aproximaciones presenta un modelo situacional o de contingencia. Las investigaciones se centran en conceptos de líderes basados en la adaptación al medio, donde la organización y las situaciones describen la eficacia del líder. Según estos conceptos, los comportamientos de los líderes se adaptan y por ello resultarán mucho más eficaces en ciertas situaciones que en otras (Boyatzis et al, 2005; Evans. M.G, 1996). La tercera aproximación al concepto es desde un modelo de relación, el cual toma como base el estudio y análisis de la relación entre líder y subordinado para la definición del mismo. Se defiende que un líder no puede ser definido ni evaluado fuera del contexto de relación con su grupo. (Bass, B.M. 1985; Bryman. A. et al., 1996). Finalmente, se presenta la aproximación al concepto de liderazgo desde un modelo de comportamiento, donde diversos autores describen los estilos de liderazgo como centrados en tareas *versus* personas, o incluso democráticos *versus* autocráticos (Likert, R. 1961; Blake, R. R., et al. 1965). En estos modelos la definición de liderazgo está focalizada en aspectos comportamentales, es decir, en cómo se enfocan ciertas conductas de liderazgo según la predominancia del sujeto.

La enorme complejidad de encontrar un modelo teórico unificador y único viene principalmente causada por la dificultad de incluir los múltiples aspectos relacionados con el liderazgo. Así, existen múltiples elementos externos que influyen en la definición de liderazgo. Y, además, el contexto, las interrelaciones y las características propias del sujeto determinan igualmente el liderazgo, haciendo imposible una definición completa que no tenga en cuenta la vinculación entre todos los aspectos y que, a la vez, permita generalizar de forma adecuada.

Modelos

Como se ha comentado en el anterior apartado, en la actualidad no existe consenso sobre la definición de liderazgo, ni un modelo unitario del mismo. Las definiciones de liderazgo enfatizan las habilidades del líder, la personalidad, la importancia de las relaciones con su entorno, la orientación emocional *versus* cognitiva, la orientación

Introducción

individual *versus* grupal o incluso su focalización en intereses personales *versus* grupales (Bass, B. M. 1990; Portugal, E., & Yukl, G. 1994). Es decir, las influencias que afectan al liderazgo son múltiples. Distintas teorías realizan su particular clasificación de los estilos de liderazgo basados en aspectos tan diferenciales como la contribución de las circunstancias o contingencias (House, R. J. 1971), la inteligencia emocional (Goleman, D., et al. 2002) o el desempeño (Wang et al. 2005). En cambio, en general, sí podría entenderse que ha existido un proceso de interpretación del liderazgo que ha ido evolucionando a lo largo de los años, el cual se describe a continuación.

La primera teoría del liderazgo se determinó como la teoría de los rasgos y se centró en identificar las características personales que dan lugar al líder. Bajo esta teoría, se identificaba a los líderes efectivos como aquéllos que poseen ciertas características o cualidades especiales que los distinguen de los demás. Se consideraba, además, que estas cualidades estaban determinadas genéticamente, por lo que los líderes nacían con éstas (Khan, I., & Nawaz, A. 2016). Los investigadores identificaron ciertos rasgos de personalidad asociados, así como aptitudes, habilidades, conocimientos y experiencias previas que se relacionaban con los líderes efectivos (Ensari, N., et al. 2011; Hassan, H., et al. 2016). No obstante, esta teoría ha recibido diversas críticas por su inconsistencia en la identificación de los rasgos de personalidad que caracterizan a los líderes, concluyendo que sólo ciertas de estas características suelen estar asociadas al liderazgo. (Khan, I., & Nawaz, A. 2016).

Las limitaciones de esta teoría condujeron al surgimiento de la teoría o enfoque conductual de los estilos de liderazgo, que se centró en estudiar los diferentes comportamientos que tienen los individuos. De este modo, esta teoría desplazó el énfasis de las características personales del líder hacia el comportamiento y estilo de liderazgo que adopta el sujeto en cuestión. Es decir, qué hace y cómo lo hace. Diferentes autores trataron de identificar los patrones de comportamiento que influyen en el grupo y en la organización. (Lanis, R., et al. 2011).

El análisis del vínculo entre el líder y los sujetos a los cuales influencia (seguidores) permitió identificar tres estilos de dirección o liderazgo, que surgen dependiendo del uso que los dirigentes dan a la autoridad que poseen (Lanis, R., et al. 2011). Así, el estilo de liderazgo democrático involucra a los subordinados en la toma de decisiones. El estilo autocrático pone más énfasis en el desempeño y poco énfasis en las personas. Y, finalmente, el estilo de liderazgo *laissez-faire* implica una política de no interferencia. Este enfoque sugería, además, que los líderes que parecían haber adoptado un estilo de liderazgo democrático o participativo resultaban más exitosos que aquéllos más autocráticos o *laissez-faire*. Sin embargo, esta teoría no tenía en cuenta otros factores que pueden modular su efectividad, como puede ser el contexto o las situaciones.

Otra importante aportación en la teoría del liderazgo está relacionada con la distinción entre líderes en función de su comportamiento (Blake, R. R., et al. 1965; Kellett, J. B., et al. 2006). Según esta teoría existen líderes centrados en la producción o resultados

(líderes orientados a tareas), y líderes centrados en las personas (líderes orientados a las relaciones). Los líderes centrados en las tareas o *task-oriented leaders* (TOL) se han caracterizado por ser serios, centrados en la comunicación unidireccional y en la automotivación de los subordinados. Este tipo de líder estaría focalizado únicamente en la resolución de tareas, haciendo uso de sus habilidades cognitivas (toma de decisiones, resolución de problemas, etc.). Los líderes orientados a las relaciones o *relationship-oriented leadership* (ROL), en cambio, buscarían llevarse bien con sus subordinados y crear vínculos con ellos. De esta forma, los líderes orientados a las relaciones se han caracterizado por ser amigables y utilizar la comunicación bidireccional y enfatizar la empatía como medio para influir en la motivación de los subordinados. Según esta teoría, el liderazgo efectivo implicaría un equilibrio entre ambos estilos de liderazgo. Es decir, dando igual importancia a los factores emocionales que a los factores cognitivos implicados. Por lo tanto, el modelo reconoce, ya no sólo la importancia de las tareas de planificación, coordinación, control, organización y resolución de problemas, sino también la necesidad de entender, comprender, expresar y manejar emociones, así como de tener habilidad en las relaciones sociales (Kellett, J. B., et al. 2006).

Pese a los avances que propulsaron los investigadores enmarcados dentro de este enfoque, su incapacidad para reconocer la importancia e influencia de la situación y contexto en los estilos de liderazgo, provocó la aparición del enfoque situacional o de contingencia. Los modelos situacionales comenzaron la búsqueda de aquellos factores que hacían que un estilo conductual de líder fuera efectivo en una circunstancia determinada (Müller, R., & Turner, J. R. 2005). Según esta teoría, los líderes deben ser capaces de captar con rapidez las peculiaridades de las diversas situaciones y seleccionar, para cada una de ellas, el estilo de liderazgo más adecuado. Por ello, este enfoque no propone una elección entre dos estilos de liderazgo extremos como el democrático o autocrático, sino un estilo que se adecue a cada una de las situaciones y opere en el contexto específico para ser lo más efectivo posible. Por lo tanto, de este enfoque se recoge que no existe un estilo de liderazgo mejor, sino que la efectividad de un estilo particular depende de la situación organizacional imperante.

En la actualidad, el interés se ha desplazado hacia el estudio de los diferentes estilos de liderazgo adoptados y los resultados alcanzados (satisfacción con el liderazgo, esfuerzo extra y efectividad individual), motivando la aparición de la conocida como escuela visionaria o carismática. Esta teoría de liderazgo, basada en el modelo de liderazgo transformacional y transaccional desarrollado por Bass en 1985 (Bass, B. M., 1985) y operacionalizado por Bass y Avolio en 1995, supone actualmente el enfoque dominante del estudio del liderazgo. Dicho enfoque se centra en identificar tres tipos de liderazgo, el liderazgo transformacional, el liderazgo transaccional y el liderazgo pasivo-evitativo, y en cómo cada uno de estos estilos influye en las medidas de resultados nombradas anteriormente (Khan, I., & Nawa. A., 2016). Primero, el estilo de liderazgo transformacional se produce cuando los líderes transforman a los seguidores, por lo que están orientados a las relaciones. Este estilo promueve que los subordinados sean

Introducción

conscientes de la importancia que su puesto de trabajo tiene en la organización. Los líderes transformacionales logran, por tanto, que los seguidores sean conscientes de las necesidades personales de crecimiento, desarrollo y realización. Estos líderes motivan a los seguidores a que trabajen más de lo que se espera que hicieran, ya no sólo para el beneficio de la organización, sino también para el beneficio individual (Deinert, A. et al. 2015). Segundo, el liderazgo transaccional está orientado a tareas, más que a las relaciones y a las personas. Finalmente, el liderazgo pasivo-evitativo se caracteriza por evitar tomar decisiones.

Existen también teorías que se focalizan en el análisis de las competencias concretas para la definición de un líder. Esta teoría de la competencia, a diferencia de la teoría de los rasgos, considera que las competencias necesarias pueden ser aprendidas (Dulewics, V & Higgs, M. 2005). Diferentes combinaciones de competencias pueden conducir a diferentes estilos de liderazgo, los cuales pueden ser apropiados en diferentes circunstancias, produciendo líderes transaccionales en situaciones de baja complejidad y líderes transformacionales en situaciones de alta complejidad. Dulewicz define el liderazgo como la suma de competencias de inteligencia cognitiva, inteligencia emocional y competencias de gestión (Dulewicz, V & Higgs, M. 2003). Según este autor un buen líder es aquél que tiene un nivel equilibrado de estos tres tipos de competencias, y sabe aplicarlas de acuerdo a las exigencias de las situaciones y del contexto.

En la Tabla 1. Principales teorías de liderazgo se presentan las principales teorías de liderazgo y los autores más representativos de cada una de ellas.

| Modelo | Estilo de liderazgo | Características | Autor |
|---|--|---|------------------------|
| <i>Teoría de rasgos</i> | | Personalidad y características personales (Inteligencia, confianza, carisma, integridad, etc) | Northouse (2008) |
| <i>Teoría conductual</i> | Liderazgo democrático | Involucra a los subordinados en las tomas de decisión | Lewin (1950) |
| | Liderazgo autocrático | Se focaliza en el desempeño y pone poco énfasis en las personas | Lewin (1950) |
| | Liderazgo Laissez-Faire | No hay interferencia en las tomas de decisión de los subordinados | Lewin (1950) |
| <i>Enfoque relaciones versus tareas</i> | Liderazgo centrado en tareas (TOL) | El líder se focaliza en el logro de las tareas sin prestar atención a las relaciones | Blake & Mouton (1964) |
| | Liderazgo centrado en relaciones (ROL) | El líder se focaliza en las relaciones y no tanto en las tareas o procesos cognitivos | |
| <i>Modelos situacionales</i> | Liderazgo situacional o contextual | Influencia del contexto en el liderazgo | Turner & Müller (2005) |
| <i>Escuela visionaria / carismática</i> | Liderazgo transformacional | Motivación intrínseca de los seguidores | Bryman (1996) |
| | Liderazgo transaccional | Focalizado en lograr metas sin importar las relaciones | Bass & Avolio (1985) |
| | Liderazgo pasivo- evitativo | Dejan las cosas tal como están evitando tomar decisiones | Bass & Avolio (1985) |
| <i>Teoría de competencias</i> | Liderazgo basado en competencias | Suma de competencias de inteligencia cognitiva , inteligencia emocional y competencias de gestión | Dulewicz (2003) |

Tabla 1. Principales teorías de liderazgo

Estilos

La literatura sobre liderazgo destaca de forma consistente y continuada la diferenciación entre dos estilos de liderazgo distinto: el comportamiento orientado a la tarea o *hard skills*, que enfatiza la claridad de roles, la estructuración de tareas y el logro de metas; y el comportamiento orientado a las relaciones o *soft skills*, aquél que muestra preocupación, apoyo y aprecio por sus seguidores (Stogdill, R. M. 1950; Fleishman, E. A. 1973; Selzer, J., & Bass, B. M. 1990; Yukl, G, 1999).

Introducción

La investigación sobre la estructura inicial ha producido una comprensión amplia de la efectividad del comportamiento del líder (Chemers, M. M. 1997). Un meta análisis realizado por Judge, Piccolo e Ilies en 2004 encontró que, si bien la estructura en el TOL resultó en un desempeño líder más fuerte, considerar el estilo ROL produjo una mayor satisfacción de los seguidores (Judge, T. A., et al, 2004). Incluso con tales avances en la comprensión conceptual de los comportamientos de los líderes, los estudios empíricos en la investigación del liderazgo continúan basándose principalmente en medidas explícitas, como cuestionarios autoinformados, para capturar los comportamientos percibidos del líder (Schuh, S. C., et al. 2019 Martinko, M. J., et al. 2018; Holt, S., & Marques, J. 2012).

La gran cantidad de información disponible, la globalización y el desarrollo tecnológico ha motivado en las organizaciones una nueva forma de ver a los empleados y, por ende, a los líderes. Hoy en día se buscan diferentes habilidades y cualidades en los líderes a través de un cambio importante en el liderazgo corporativo, así como a en las cualidades del liderazgo que se enseñan en las escuelas de negocio. Según Daniel Goleman, son las habilidades blandas o *soft skills*, las que más diferencian entre líderes eficaces y no eficaces (Goleman. D. 1995). Estas habilidades, entendidas como internas e interhumanas y relacionales, como pueden ser la autoconciencia, la autorregulación emocional, la motivación, la empatía y las habilidades sociales, son características de personalidad, difíciles de desarrollar y de amplio alcance. En cambio, aquellas competencias duras o *hard skills*, entendidas como conocimientos técnicos, prácticos, mecánicos y orientados a una tarea, se entienden fáciles de formar y, en muchos casos, los empleados las poseen (Alles, M., 2007). Por ello, cuando se habla de competencias dentro del liderazgo, se enfatiza en esta diferenciación, la cual afecta no sólo al tipo de habilidades, sino también al modo en el que ayudan y permiten que un grupo o equipo funcione de forma eficaz, haciendo que el liderazgo sea mucho más fluido y evidente. Por lo general, se entiende que las *soft skills* representan atributos que no son adquiridos. Es decir, no se trata de habilidades que se puedan aprender de forma tradicional. Las *soft skills* se describen como atributos personales, es decir, habilidades de trabajo en equipo, de comunicación, de gestión del tiempo de ética e incluso de adaptabilidad y flexibilidad (Mitchell, G.W et al. 2010). El diccionario Collins las define como “cualidades deseables para ciertas formas de empleo que no dependen de los conocimientos adquiridos: incluyen el sentido común, la capacidad de tratar con la gente y una actitud positiva y flexible”. Por tanto, pese a que la definición del término no es única, todas las definiciones identifican las *soft skills* como competencias implicadas en el trato interpersonal y de relación entre personas, que pueden favorecer conductas que ayuden a disminuir conflictos, negociar y mediar en situaciones complejas o incluso ser determinantes a la hora de favorecer el liderazgo (Hewitt, 2006).

En 2009 se llevó a cabo un estudio en el que participaron 11 de las mayores multinacionales europeas con el objetivo de determinar las competencias que más buscaban cuando requerían líderes (Hind. P., et al, 2009). El estudio determinó mediante

encuestas y entrevistas que las *soft skills* fueron las competencias más determinantes a la hora de identificar líderes. Concretamente, se tuvieron en cuenta actitudes como actuar con integridad, cuidar a las personas, demostrar comportamientos éticos, comunicarse con los demás, tener visión a largo plazo y poseer una mente abierta. Todas las competencias estuvieron vinculadas con comportamientos orientados a las relaciones y a cómo afectan en un grupo. Es decir, todas las competencias estuvieron vinculadas con la aproximación ROL. Del mismo modo, el conjunto de competencias vinculadas con la efectividad y realización de objetivos claros estuvo determinada por el estilo de liderazgo TOL.

Evaluación

Existen dos grandes grupos de procedimientos de recogida de información sobre las competencias de liderazgo: explícitos e implícitos. Tradicionalmente, se ha considerado a las actitudes y comportamientos desde un punto de vista explícito. Es decir, basadas en lo que una persona dice que ha hecho, sentido o pensado, pero no directamente en la conducta real del usuario. Por otro lado, las medidas implícitas permiten una evaluación menos consciente, menos controlable y más difícil de corregir o ajustar a las expectativas. Es decir, se trata de medidas más indirectas que permiten al investigador tener acceso a estados internos y actitudes de las personas en diferentes contextos.

La mayoría de los constructos teóricos usados en gestión del comportamiento organizacional y de recursos humanos están basados en medidas explícitas. Estas medidas explícitas se pueden englobar en las siguientes metodologías:

- Test de competencias, de cognición, comportamentales y de personalidad. Estos test se usan para evaluar la personalidad y los estilos comportamentales, las funciones cognitivas (memoria espacial, memoria de trabajo, etc.), la creatividad, la inteligencia emocional, los hábitos de trabajo y los procedimientos y/o las competencias profesionales. Son test de selección múltiple que pueden ser cumplimentados en persona u online. Su duración varía significativamente, desde 28 (test de comportamiento *DISC*) a 400 preguntas (test *Big Five* de personalidad completo). Hay dos tipos fundamentales de test: los que reporta el usuario y los emitidos por terceras partes (superiores, subordinados, colegas, clientes, proveedores, etc). En ambos casos se trata de herramientas de autoinforme, que en mayor o menor medidas evalúan un conjunto de comportamientos muy limitados y observables.
- Entrevista estructurada. Esta herramienta consiste en un guión que tiene el entrevistador (normalmente, un superior) basado en los principales puntos a evaluar. Este guión contiene los puntos clave a ser averiguados, las preguntas a realizar basadas en los principales puntos a evaluar, organizados en orden de importancia y tiempo. Puede incluir la realización de tareas tales como mini *business-case* o resolución de problemas, que deberán ser resueltos y razonados por el entrevistado.

Introducción

- Juegos de rol y *focus group*. Estas metodologías consisten en poner a varios participantes en un grupo con el propósito de resolver un problema o hacer una tarea. Para la evaluación, uno o más observadores (normalmente, expertos), toman notas y recogen datos manualmente sobre los comportamientos o respuestas de los participantes.
- *Business games*. Hasta la fecha existen juegos que entrenan y potencian habilidades vinculadas con el liderazgo, pero en su gran mayoría se usan en modo comunidad y no se trata de un entrenamiento individualizado (Alvarez, M. C. G., et al. 2015; Di Ferdinando, A., et al. 2015). Existen múltiples juegos para la evaluación y entrenamiento de capacidades de liderazgo, los cuales implican la cooperación o competición dentro de un contexto grupal (Kasimati, A., et al. 2015; Hayes Jr., P. (2014).

De manera similar a la economía, las disciplinas de gestión y las organizacionales, han mostrado un interés creciente en la neurociencia cognitiva, en tanto que esta última puede proporcionar muchas ideas interesantes sobre las actitudes y los comportamientos de las personas en el lugar de trabajo. Tradicionalmente, la mayoría de las teorías sobre gestión y organización, se basan en un modelo de la mente humana que supone que los humanos son capaces de deliberar y verbalizar con precisión sobre sus actitudes, emociones y comportamientos (Brief, A. P. 1998, Byar, D. P., et al. 1976). Por lo tanto, hasta la fecha, la mayoría de los constructos teóricos utilizados en gestión y organización se basan en medidas explícitas, como autoinformes y entrevistas. Sin embargo, los avances recientes en neurociencia están demostrando que la mayoría de los procesos cerebrales que regulan nuestras emociones, actitudes y comportamientos están fuera de nuestra conciencia. Es decir, son procesos implícitos que no puede verbalizarse, en contraste con los procesos explícitos mencionados anteriormente (Barsade, S. G., et al. 2009; Becker, S. M. W. J., et al. 2011).

Aunque los cuestionarios o autoinformes son fáciles de usar, administrar e interpretar, estas medidas tienen una precisión limitada, pues están determinadas por las percepciones humanas, la deseabilidad social y los sesgos de aquiescencia, que pueden afectar la veracidad de las respuestas (Furnham, A. 1986). Todo ello hace que exista una creciente preocupación sobre la efectividad de tales instrumentos y escalas (Crawford, J. A., & Kelder, J. A. 2019; Fisher, G. G., & Chaffee, D. S. 2018), ya que aspectos como el efecto halo, que no capturan el comportamiento real del líder (Baumeister, R. F., et al. 2007). , y las amenazas a la validez de este tipo de medidas (Antonakis, J., et al. 2010) (Crawford, J. A., & Kelder, J. A. 2019) hacen que se planteen alternativas. Estas limitaciones que las metodologías explícitas presentan, han motivado la aparición de soluciones alternativas basadas en el análisis de procesos implícitos, centrados en inferir el comportamiento humano en el ámbito económico a partir del estudio de la actividad del cerebro.

Neuroeconomía

Definición

El término neuroeconomía cuenta con un amplio respaldo de la comunidad académica y, actualmente, está firmemente establecido como una parte de la economía. Si bien la primera vez que se nombró esta disciplina fue en 2004, no fue hasta un año más tarde cuando se le dio cierta relevancia en el campo de las neurociencias (Caplin, A., et al. 2010). La neuroeconomía puede definirse como la ciencia del comportamiento humano que estudia las tomas de decisiones en situaciones relevantes mediante el uso de metodologías y conocimientos de las neurociencias (Camerer, C. F. 2013; Glimcher et al. 2008). El nacimiento de esta disciplina estuvo, por tanto, sujeto al desarrollo de la tecnología que permite estudiar el cerebro humano. Así, el avance de las tecnologías de análisis de comportamiento cerebral ha posibilitado a científicos y neuroeconomistas observar y estudiar el cerebro para comprender que procesos están involucrados en las transacciones económicas.

El hecho de que los neurocientíficos se hayan centrado en el interés de las emociones y en como éstas influyen y están involucradas en procesos tales como las interacciones en el trabajo o las decisiones financieras, ha posibilitado el estudio de estas interacciones y ha permitido comenzar a describir los procesos de toma de decisión (cita sección 2.7).

Los estudios de neuroeconomía se han basado, principalmente, en el modelo presentado por Camerer, que vincula la economía con el cerebro e identifica áreas cerebrales en las que deben centrarse los estudios (Camerer et al. 2005). Si bien este modelo es simple, aporta una comprensión clara de los procesos cerebrales implicados, permitiendo definir cuatro tipos de procesamiento cerebral involucrados en la toma de decisión. Este modelo destaca que hay procesos emocionales e inconscientes que influyen en las tomas de decisión, lo cual supone un punto de ruptura con los modelos tradicionales, los cuales se centraban exclusivamente en procesos conscientes. La Figura 1. Dimensiones del funcionamiento cerebral representa los procesos inconscientes y automáticos que influyen en el estudio no sólo de la neuroeconomía, sino también del neuroliderazgo.

| | Procesamiento cognitivo | Procesamiento afectivo |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| Procesamiento controlado | I | II |
| Procesamiento automático | III | IV |

Figura 1. Dimensiones del funcionamiento cerebral¹

Tal como se observa en la Figura 1. Dimensiones del funcionamiento cerebral, existen dos ejes claramente diferenciados. El primero de ellos muestra la división entre procesos cognitivos *versus* afectivos. Los procesos cognitivos son aquellos que el cerebro dirige en función del conocimiento, memoria e intención. Los procesos afectivos son aquellos que están guiados por las emociones y los impulsos, siendo considerados como motivaciones. El segundo de los ejes se refiere a la diferenciación entre procesos

¹ De Camerer et al. 2005, p.16

Introducción

controlados y automáticos. Los procesos controlados son aquellos que pueden ser controlados, y se realizan de forma deliberada, teniendo acceso cognitivo a ellos. En cambio, los procesos automáticos están guiado por la inconsciencia, siendo reflexivos, sin esfuerzo y operan en paralelo, pero no son accesibles desde procesos cognitivos. Este modelo, por tanto, representa aquellos procesos que hasta el momento se habían tenido ignorados en la teoría económica, posibilitando el estudio de comportamientos de tomas de decisión mucho más reales y complejos. En otras palabras, estos procesos ejercen una enorme influencia en nuestras interacciones con el mundo y en muchos casos controlan las tomas de decisión.

Dada la expansión que se ha producido en la investigación neurocientífica, muchos conceptos propios de las neurociencias se han aplicado a otras disciplinas. Bajo el paraguas de la neuroeconomía han surgido otras disciplinas, como el neuromarketing, las neurofinanzas, el *neuromanagement* y el neuroliderazgo, que han adquirido una entidad propia. El neuromarketing examina el cerebro para comprender las influencias de marketing. Su objetivo es esclarecer los procesos y construcciones de toma de decisiones en el cerebro de los consumidores frente a decisiones de compra. Las neurofinanzas investigan los procesos neuronales implicados en las finanzas. El objetivo de esta disciplina es encontrar los motivos y procesos impulsores involucrados en la toma de decisiones financieras que implican riesgo y analizar los procesos involucrados en las situaciones de éxito o fracaso transaccional. El *neuromanagement*, por su parte, analiza los procesos cerebrales que impulsan los procesos de gestión en una empresa. Finalmente, el neuroliderazgo se centra en aspectos relacionados con la organización y el personal. Específicamente, esta disciplina investiga los procesos cerebrales que están involucrados en las interacciones entre líder y empleado. La Figura 2. Neuroeconomía muestra la vinculación existente entre cada una de las disciplinas mencionadas.

| Neuroeconomía | | | | |
|------------------------|-------------------------------|---------------|---|--------------|
| | Administración neuro-empresas | | | |
| Áreas de microeconomía | Marketing | Finanzas | Desarrollo organizacional y de personal | Gestión |
| Neuroeconomía | Neuromarketing | Neurofinanzas | Neuroliderazgo | Neurogestión |

Figura 2. Neuroeconomía²

Neurociencia organizacional

Definición

El término neurociencia cognitiva organizacional se introdujo por primera vez en un intento de proporcionar un marco para los estudios emergentes que aplicaban métodos neurocientíficos al comportamiento de las personas dentro de las organizaciones (Senior, C., & Butler, M.J.R., 2007). Este enfoque interdisciplinario se esfuerza por identificar los

² De Ghadiri, A. et al. 2013.

mecanismos cognitivos y neurobiológicos que subyacen a las interacciones sociales complejas, con el objetivo de hacerlas cuantificables y aplicar los resultados directamente en el ámbito laboral. Se define, por tanto, la neurociencia cognitiva organizacional como la resultante de *“aplicar métodos neurocientíficos para analizar y comprender el comportamiento humano dentro del entorno aplicado de las organizaciones. Esto puede ser a nivel individual, grupal, organizacional, interorganizacional y social. La neurociencia cognitiva organizacional reúne todos los campos de la empresa y la gestión, incluida su operación en el mundo social más amplio. Lo hace para integrar la comprensión sobre el comportamiento humano en las organizaciones y, como consecuencia, para comprender más plenamente el comportamiento social”* (C. Senior and M.J.R. 2007, pags. 8-9). Por su parte, Beugré introduce el constructo de conducta neuro-organizacional, la cual define como *“el estudio del impacto del cerebro en la conducta que ocurre en las organizaciones”* (Beugré, C. D, 2010). Por otro lado, Lee y Chambelain definen neurociencia organizacional como *“el estudio de los procesos que ocurren dentro del cerebro que influyen en las decisiones humanas, las conductas y la interacción tanto dentro de las organizaciones como en respuesta a manifestaciones institucionales u organizacionales”* (Lee, N., & Chamberlain, L. 2007). Otros autores hacen distinción sobre neurociencia organizacional (ON), neurociencia cognitiva social y neurociencia cognitiva organizacional (Lee, N., et al, 2012b), focalizándose en el hecho de que la neurociencia organizacional se centra en las estructuras y anatomía del cerebro, mientras que tanto la neurociencia cognitiva social como la neurociencia cognitiva organizacional se ocupan de múltiples niveles de análisis y están interesados en la interacción entre los sistemas biológicos y la cognición. Becker y Cropanzano fueron, precisamente, los que acuñaron el término de neurociencia organizacional que conciben como *“un enfoque deliberado y juicioso para abarcar la separación entre la neurociencia y la ciencia organizacional”* (Becker, W. J & Cropanzano, R. 2010). Beugré considera, finalmente, que los términos ON, neurociencia cognitiva organizacional y conducta neuro-organizacional se han usado para describir el mismo campo o constructo. Por lo tanto, se focaliza en definir la ON como el campo que integra el uso de métodos neurocientíficos y técnicas para el estudio del fenómeno organizacional, la cual no considera una disciplina única, sino multidisciplinaria (Beugré, C. D. 2018).

A pesar de las múltiples y diferentes definiciones que aparecen en la literatura, todas estas definiciones incluyen tres elementos comunes: el análisis del cerebro, el análisis organizacional y las interacciones entre el cerebro y la organización. Por tanto, se entiende que la ON está influida por disciplinas como la neurociencia, la ciencia organizacional, la psicología cognitiva, la neuroeconomía y la neurociencia cognitiva social, y que cada una de estas disciplinas se enfoca en un prisma diferencial para explicar los mismos procesos de forma conjunta y para englobar todos los aspectos importantes de la misma (Beugré, C. D, 2010). La influencia de estas cinco disciplinas explica el interés de la ON por la conducta humana desde el punto de vista tanto individual (psicología cognitiva), como social, analizando las respuestas cerebrales para examinar los procesos implícitos de comportamientos y procesos organizativos.

Introducción

Como otras disciplinas relacionadas con las neurociencias, en la ON se rechaza cualquier concepto reduccionista del cerebro (Lindebaum, D., & Jordan, P. J. 2014). No en vano, existe una creciente evidencia científica que apunta a que la información no se procesa en determinadas áreas cerebrales de manera centralizada, es decir, no existe un área de empatía o capacidad para resolver problemas o creatividad. Al contrario, el análisis de los procesos cerebrales debe realizarse a partir de las complejas interacciones de los sistemas cerebrales conscientes y no conscientes, y en cómo estos se relacionan con nuestros comportamientos y actitudes.

Al igual que otras disciplinas de las neurociencias, la ON se caracteriza por el uso de técnicas de exploración cerebral. En este sentido, Kable identifica tres modos en los cuales las neurociencias nos ayudan a comprender la cognición y las conductas, identificando tres tipos de test: de asociación, de necesidad y de suficiencia (Kable, J. W. 2011). En los tres tipos de test se mide la actividad cerebral mediante técnicas como la electroencefalografía (EEG), la resonancia magnética funcional, la magnetoencefalografía y la estimulación magnética transcraneal. En el caso de test de asociación, el objetivo es la manipulación de estados psicológicos o conductas mientras se mide la actividad cerebral, lo que permite analizar la correlación entre ambas. Por otro lado, los test de necesidad anulan o interfieren una actividad cerebral y observan los efectos que esto tiene sobre una conducta concreta. Por último, en los test de suficiencia se estimula cierta actividad cerebral y se observa su efecto en la conducta.

Muchas teorías conductuales organizacionales asumen que los usuarios poseen el control consciente de sus actitudes y acciones. En su teoría de comportamiento planificado, Ajzen's sugiere que los mejores predictores de las conductas de las personas están en sus intenciones explícitas (Ajzen's, I., 1991). Es decir, según esta teoría, el control de la conducta, las normas subjetivas y las actitudes explícitas son la mejor forma de definir la conducta de las personas. La teoría de expectativa-deseo sostiene que la motivación de una conducta resulta de la expectativa de poder realizar una acción en cuestión, el deseo de que nuestra conducta tenga ciertas consecuencias y la creencia de que el desempeño de la conducta lleve a resultados deseados (Van Eerde, W., & Thierry, H. 1996). Estas aproximaciones están basadas en las perspectivas tradicionales teóricas, que consideran que el ser humano es capaz de verbalizar y hacer conscientes procesos cerebrales implicados en actitudes, emociones o comportamientos (Byar, D. P., et al. 1976)

En contraste con la aproximación tradicional, basada en medidas explícitas, un gran número de investigadores sustentan que gran parte de procesamiento cerebral implicado en el comportamiento, las emociones o incluso las actitudes en el contexto laboral, están fuera de la consciencia (Barsade, S. G., et al., 2009; Becker, S. M. W. J., et al. 2011; George, J. M. 2009). Se trata, por tanto, de procesos implícitos que, en muchas ocasiones, el propio sujeto no es capaz de verbalizar, ya que no es consciente de ello. A diferencia de los procesos explícitos, que se producen a través del control ejecutivo consciente, los procesos implícitos pueden definirse como funciones cerebrales que se

producen automáticamente y fuera del control consciente y la conciencia (Becker, S. M. W. J. et al., 2011). Por ello, el comportamiento humano en espacios complejos no puede interpretarse exclusivamente a partir de las verbalizaciones e interpretaciones conscientes de los sujetos, por lo que algunos componentes conductuales no pueden ser aproximados desde esta perspectiva. Ajzen defiende que existen ciertas influencias en los comportamientos que no pueden explicarse mediante medidas autoinformadas, y que las correspondencias entre estas medidas y los comportamientos detectados son modestos (Ajzen's, I., 1991). Por consiguiente, un equilibrio de medidas implícitas y explícitas en la investigación de gestión de recursos humanos y del comportamiento organizacional podrían permitir desarrollar teorías más completas e integradas de los fenómenos laborales.

Evaluación

Diversas técnicas permiten examinar procesos implícitos de manera directa, por lo que, en algunos casos, pueden aportar información adicional sobre el comportamiento real del sujeto. Estas técnicas varían, tanto en la especificidad de los procesos implícitos, como en la resolución espacial y temporal. Como se ha introducido anteriormente, las medidas implícitas utilizadas hasta la fecha en la neurociencia organizacional incluyen imágenes cerebrales y técnicas fisiológicas como la resonancia magnética funcional (Boyatzis, R. E., et al. 2012) la espectroscopia en el infrarrojo cercano (Kopton, I. M., & Kenning, P. 2014), la conductancia de la piel (Nikula, R. 1991; Sequeira, H., et al. 2009), el EEG (Knyazev, G. G., et al. 2004), los movimientos oculares o *eye-tracking* (Amodio, D. M., & Frith, C. D. 2006) y variabilidad cardíaca (Lane, R. D., et al. 2008), entre otros. La Tabla 2: Técnicas de registro de la actividad cerebral, resume las técnicas de registro de la actividad cerebral más comunes.

| Nombre | Descripción | Características |
|---------------------------------------|--|--|
| <i>Resonancia magnética funcional</i> | Permite determinar qué zonas concretas del cerebro se activan en ciertos momentos determinados a partir de la medición de pequeños cambios en el flujo sanguíneo cerebral. | La gran resolución espacial la hace propicia para el estudio de comportamientos en tiempo real. Sin embargo, es una técnica muy poco ecológica, pues requiere que el usuario se encuentre en el escáner y, por lo tanto, las tareas planteadas no son naturales. Además, la resolución temporal es menor que la de otros tipos de técnicas relacionadas con la actividad electroquímica, lo que limita el estudio a procesos lentos. |
| <i>Electroencefalografía</i> | permite detectar y analizar la actividad eléctrica en el cerebro a partir del registro de varios electrodos colocados en el cuero cabelludo. | Permite la medición de la actividad superficial y no en áreas internas cerebrales. Aunque su resolución espacial no es la mayor, algunos teóricos en ON defienden su uso. |
| <i>Magnetoencefalografía</i> | Permite registrar la actividad funcional cerebral mediante la captación de campos magnéticos, lo que posibilita investigar las relaciones entre | Al igual que la resonancia magnética funcional, este tipo de técnica impide que el usuario pueda moverse libremente durante la recogida de la señal, lo que limita considerablemente la naturalidad de las |

Introducción

| | | |
|--|--|--|
| | las estructuras cerebrales y sus funciones durante la ejecución de tarea. | tareas. La magnetoencefalografía permite identificar los patrones de interacción dinámica entre los diferentes sistemas cerebrales. |
| <i>Espectroscopia funcional en el infrarrojo cercano</i> | Permite identificar qué áreas cerebrales están involucrados en una determinada tarea a partir de los niveles de oxigenación y desoxigenación de los vasos sanguíneos cerebrales. | Esta técnica tiene como ventaja permitir identificar áreas cerebrales implicadas en distintos procesos de manera menos invasiva y más portable que una resonancia magnética funcional o la magnetoencefalografía, si bien carece de una alta resolución temporal y espacial. |
| <i>Tomografía por emisión de positrones</i> | permite localizar los cambios en la actividad cerebral a partir de la desintegración de un radionúclido que se inyecta en el sujeto bajo experimentación. | Las mayores limitaciones de esta técnica son la corta duración del efecto de los marcadores y mayor invasión de la misma. |

Tabla 2: Técnicas de registro de la actividad cerebral

En la figura 3 (Murray, M. M & Antonakis, J. 2019), se puede observar las diferencias en resolución espacial y temporal de las diferentes técnicas.

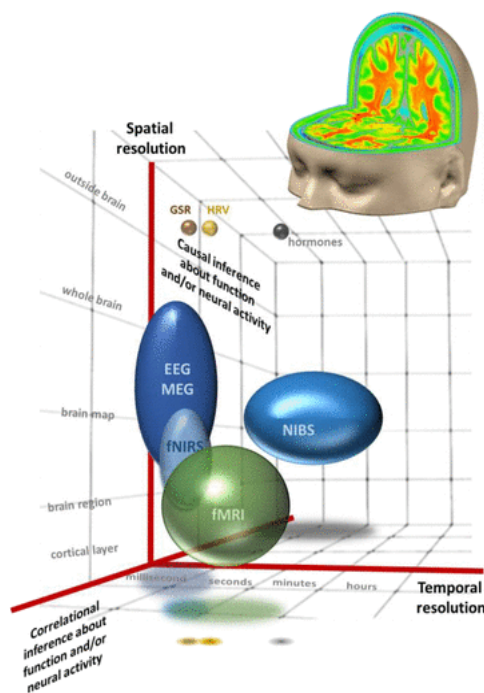


Figura 3. Resolución temporal y espacial relativa de los métodos comúnmente utilizados, así como su capacidad para proporcionar inferencias causales versus correlacionales con respecto a la función y/o actividad cerebral.³

Waldman sugiere que el EEG podría ser la técnica más interesante para el estudio de comportamientos en organizaciones, tanto por la capacidad de la técnica en sí para recoger información válida en los comportamientos organizacionales, como por la mayor libertad de movimientos que permite, frente al resto de técnicas de exploración cerebral (Waldman, D.E., & Jensen., E.J., 2016). Aunque las medidas centradas en el

³ (Murray, M. M & Antonakis, J. (2019)

análisis de la actividad cerebral han adquirido en las últimas décadas mayor resolución temporal y espacial, existen medidas eléctricas periféricas somáticas, como la electromiografía o el seguimiento ocular, o autónomas, como la pupilometría, la actividad electrodérmica y cardiovascular, que se han utilizado con éxito como indicadores de la actividad central. Las primeras investigaciones psicofisiológicas con estas técnicas identificaron su capacidad de proporcionar información sensible sobre la activación central, por lo que, podrían resultar útiles como complemento en la comprensión de procesos mentales superiores (Duffy, E. 1951). Así, podría entenderse que la actividad del sistema nervioso autónomo corresponde a las expresiones fisiológicas, en su mayoría eléctricas y hormonales, y que éstas, a su vez, representan cierta actividad cerebral. Si bien esto puede ser potencialmente válido, cabe destacar que las reacciones del sistema nervioso autónomo suponen un reflejo indirecto de la actividad cerebral, por lo que cabe ser muy cautelosos y cuidadosos en la interpretación de resultados y en la propuesta de tareas.

A lo largo de los años, se han usado diversas medidas implícitas para la investigación en ON. El análisis de cortisol como una medida cuantificable del estrés durante la ejecución de tareas naturales en contextos reales se ha utilizado para la investigación de puestos concretos de trabajo (Fox, H. C., et al., 1993; Dickerson, S. S., & Kemeny, M. E. 2004; Wrosch, C., et al., 2007). Similarmente, técnicas como la conductancia de la piel han mostrado ser interesantes para la interpretación de procesos implícitos como el estrés, las emociones y el procesamiento cognitivo, todas estas reacciones vinculadas con comportamientos que afectan de forma directa, no sólo a conductas organizacionales, sino también a situaciones donde el liderazgo es relevante (Nikula, R., 1991; Sequeira, H., et al., 2009). Otra técnica relevante a la hora de estudiar comportamientos emocionales y su afectación en la conducta final del sujeto es la el análisis de medidas como HRV y Fnrirs para el análisis de las diferencias cognitivas que presentan los sujetos. Este tipo de medida se ha usado para medir fenómenos complejos como la inteligencia emocional (Craig, A., et al., 2009), el estrés (Thayer, J. F., et al., 2012) y la carga cognitiva (Durantin, G., et al., 2014). Estos procesos son realmente importantes y relevantes a la hora de las tomas de decisiones en poblaciones de organizaciones. Por otra parte, y en relación con la importancia de que las medidas no sean invasivas y muy realistas, la técnica de *eye-tracking* permite medir y analizar el comportamiento visual del sujeto de manera altamente ecológica. Los dispositivos actuales facilitan el registro de la actividad ocular en entornos reales, por lo que permiten aportar información directa del usuario. El *eye-tracking* constituye una medida muy interesante del procesamiento subconsciente del cerebro, capaz de evidenciar correlaciones con procesamientos relevantes, como la toma de riesgos en decisiones (Glöckner, A., & Herbold, A. K. 2011), en la resolución de problemas (Knoblich, G., & Flach, R. et al., 2001) y en la empatía (Wang, H., et al., 2006). Mediante *eye-tracking* es posible determinar la orientación de la atención del sujeto, así como determinar patrones de mirada espontánea durante situaciones sociales (Eckstein, M. K., et al., 2017). Concretamente, la atención hacia alguien o algo puede inferirse a través del número de fijaciones. El mantenimiento de la atención, en cambio, puede

Introducción

inferirse a través de la duración de las fijaciones. Por ello, este tipo de medida permite analizar en profundidad procesos internos de atención visual de los usuarios en situaciones sociales y de estimulación compleja.

Como se ha comentado, el comportamiento organizacional y los estilos de liderazgo se han medido tradicionalmente mediante cuestionarios. Sin embargo, los estilos de liderazgo podrían evidenciarse en el lenguaje corporal no verbal, los gestos y posturas, las señales verbales y los patrones sociales de mirada durante interacciones dinámicas en situaciones sociales. Los patrones de mirada social se refieren a la tendencia implícita y automática de las personas a centrar su atención en los comportamientos de los demás y a interpretar las señales sociales de relevancia. Según la teoría de la atención social, este sistema permite a las personas reconocerse entre sí, comunicar sus estados mentales y predecir el comportamiento de los demás (Frischen, A., et al, 2007). Además, podría ser relevante para resolver problemas en situaciones grupales, como seleccionar al líder a seguir. Los estudios al respecto muestran que las personas pueden predecir las señales de liderazgo simplemente mirando videos de personas sin voz, con solo señales no verbales, el ser humano es capaz de percibir carisma (Tskhay, K. O., et al., 2017; Gerpott, F. H., et al., 2018). Del mismo modo, es posible encontrar diferencias en los patrones visuales durante presentaciones con audiencia, modificando el comportamiento visual en función del carisma que presente el líder, es decir, cuando un líder intenta influir en los seguidores, el patrón visual y la cantidad de miradas a los seguidores definen su carisma. (Maran, T., et al., 2019).

Según la teoría de estilo de decisión (Rowe, A. J., & Boulgarides, J. D., 1992). éste dependería de cómo uno comprenda y perciba la situación y por lo tanto elija responder a los estímulos presentados en el contexto, los estilos de toma de decisión individuales tienden a tener un alto enfoque en las tareas o un enfoque más social según como se comprenda la situación. Cuando un individuo se focaliza más en las tareas suele ser debido principalmente a que posee baja capacidad de afrontar la ambigüedad que en muchas ocasiones presenta el comportamiento social. En cambio, aquellos líderes más focalizados o preocupados en valores humanos y relaciones sociales tienden a focalizarse más en la comunicación (Leonard, N. H. et al., 1999). Rowe y Boulgariede (1992) vincularon su tipología de estilos de decisión con las necesidades individuales de orientación a tareas o relaciones y postularon que los tomadores de decisiones directivas son impulsados principalmente por su necesidad de poder y los tomadores de decisiones conductuales están preocupados por la necesidad de afiliación (Martinsons, M. G., & Davison, R. M., 2007). Debido a que quieren toman las decisiones directivas tienen poca tolerancia a la ambigüedad, tienen un fuerte deseo de estructura, reglas y procedimientos (Leonard, N. H., et al., 1999) lo que se considera similar al comportamiento que presentaría un líder focalizado en las tareas (Halpin, A. W., & Winer, B. J., 1957). Esta tendencia se inclinaría a tomar decisiones directivas como dar órdenes claras a los subordinados y ejecutar decisiones tomadas. En cambio, los tomadores de decisiones conductuales su preocupación se relaciona con mantener

buenas relaciones ofreciendo apoyo psicológico y aliento a sus seguidores durante situaciones complejas (Leonard, N. H., et al. 1999). Un indicativo en este tipo de tomas de decisión es que implica comunicarse consistentemente con los seguidores y buscar y usar sus comentarios en la toma de decisión final.

Neuroliderazgo

Definición

El neuroliderazgo es una disciplina que investiga la base neuronal del liderazgo y la gestión. Estudia los procesos cerebrales que explican la conducta, la toma de decisiones, la motivación, la inteligencia emocional, la forma de relacionarse con otros, entre otros (Ghadiri, A., et al, 2013).

El paradigma imperante actual entiende el sistema de una organización como el de un ser vivo. Es decir, se entiende una empresa como un ser vivo, donde la respuesta a ciertas situaciones se basa en lo imprevisible, inestable, autoorganizativo, sensible al cambio y basado en el ser. Estos aspectos clave del comportamiento humano, especialmente para un líder, son el resultado de procesos paralelos y sincronizados en diferentes áreas del cerebro. Por tanto, un análisis de estos procesos es especialmente interesante para la evaluación y formación de líderes. La ON aboga por el uso de medidas implícitas para enriquecer los patrones de comportamiento humano en las organizaciones sin excluir el uso de medidas explícitas.

Modelos

Diversos autores han intentado identificar patrones de actividad cerebral y comportamiento adecuado de un líder. Hermann, en su modelo de dominancia cerebral, categorizó la actividad cerebral según el tipo de personalidad y la forma en que los sujetos procesan la información (Hermann, N.,1999). Hermann identificó cuatro tipos de personalidad y modos de procesar la información y los asoció con la actividad existente de una zona concreta del cerebro. Basándose en esta categorización, el autor establecía la predominancia y determinaba cómo incitar a un mayor rendimiento.

Por otro lado, Hüther describió el modelo de liderazgo conocido como *supportive leadership*, el cual se basa en el desarrollo del potencial del equipo y constituye una guía para crear un ambiente de trabajo neurobiológico adecuado (Lenglachner, G. H. A., & Hüther, G. 2013). Este modelo promueve la creación de nuevos desafíos para que el cerebro no se acostumbre a las rutinas, la interacción de diferentes departamentos para dar nuevos impulsos y ofrecer diversas perspectivas, el desarrollo de la cultura de errores positivos y la creación de espacios para experiencias positivas.

Ghadiri defiende que el comportamiento de un líder puede definirse a partir de cuatro sistemas básicos en el cerebro: el sistema de recompensas, el sistema emocional, el sistema de memoria y el sistema de toma de decisiones (Ghadiri, A., et al. 2013). Según el autor, el estudio de estos sistemas básicos y de la actividad cerebral puede aportar

Introducción

perspectivas relevantes de cómo funciona el sistema nervioso frente a situaciones de liderazgo.

Pillay, por su parte, destaca la influencia de características como el pensamiento positivo/negativo, la inteligencia social, la innovación, la orientación al cambio y la acción en la capacidad de liderazgo, la cual tendría relación con el funcionamiento cerebral de la amígdala, los ganglios basales, el sistema de recompensa, el cuerpo caloso y la conexión entre hemisferios.

Por último, David Rock basa su modelo en el hecho de que el cerebro está focalizado en evitar experiencias negativas. Para el autor, el buen hacer de un líder se focaliza, concretamente, en minimizar las experiencias negativas transmitiendo al grupo una capacidad de liderazgo fuerte y estable (Rock, D. 2008).

Desde un punto de vista aplicado, estos modelos han determinado diversos estudios de gran interés que han posibilitado el estudio de los procesos cerebrales implicados en conductas directamente relacionadas con el liderazgo.

Balthazard y colaboradores investigaron la capacidad de la actividad EEG de identificar estilos de liderazgo en un estudio que reunió a 200 participantes, civiles y militares (Balthazard, P. A., et al. (2012). El equipo de investigadores encontró diferencias entre los estilos de liderazgo transformacional y no transformacional en estado de reposo. Si bien las diferencias encontradas en la actividad cerebral, principalmente en áreas relacionadas con funciones ejecutivas y emocionales, no permitieron explicar al 100% el comportamiento de los sujetos en una toma de decisión, sí permitieron apoyar la hipótesis sobre la existencia de diferencias individuales que puedan relacionarse con estilos de liderazgo. Es decir, los resultados del estudio sustentaron la idea de que los estilos de liderazgo poseen una base neuronal, si bien existen claras limitaciones en esta interpretación, las más relevantes las relacionadas con la influencia de factores sociales, situacionales y experiencias en los estilos de liderazgo.

Balconi y Vanutelli investigaron cómo la conducta y los procesos neurales implicados en la comunicación afectan de forma directa a la toma de decisiones (Balconi, M., & Vanutelli, M. E. 2017). Los autores encontraron que los procesos mentales conscientes e inconscientes afectan de forma diferente a la toma de decisiones y comprobaron cómo componentes no verbales afectaron mucho a la modulación de la comunicación y, con ello, a las relaciones entre líderes y su equipo. En otro estudio, Lafferty investigó las bases de la toma de decisiones y cómo ésta, según el contexto, se modifica para lograr la solución óptima (Lafferty, C.L., et al. 2010).

Las principales investigaciones en toma de decisiones se basaron en la existencia de una base racional para las decisiones. Sin embargo, la evidencia actual cuestiona, cada vez más, el control consciente del comportamiento y, más aún en la toma de decisiones. Disciplinas como la ON han ganado interés para el estudio de procesos inconscientes,

cómo éstos interfieren en las relaciones laborales y cómo pueden afectar a una gestión eficaz.

Evaluación

Los métodos de evaluación en el área del neoliderazgo, así como en la neurociencia organizacional, pueden clasificarse en métodos basados en un contexto real y métodos basados en un laboratorio controlado. Los métodos basados en un contexto real centran su objetivo en el estudio de los comportamientos de los usuarios en entornos reales, donde se evidencian las conductas o procesos cognitivos concretos y vinculados al liderazgo y organizaciones de manera natural. Estos métodos son altamente ecológicos pero la recolección de información es compleja y, a menudo, es difícilmente cuantificable y fiable. No en vano, los contextos no son homogéneos y por lo tanto se tratan de observaciones e interpretaciones de comportamientos. Los métodos basados en un laboratorio posibilitan, en mayor medida, la recogida de información de modo cuantificable. Sin embargo, la ausencia del contexto real puede influir de forma directa en las reacciones de los usuarios, y por tanto, afectar a la fiabilidad de los datos.

Las investigaciones hasta la fecha se han centrado en comprender cómo los incentivos, el estilo de liderazgo y las limitaciones organizacionales afectan tanto al comportamiento de los empleados, como al de los gerentes en las empresas. Las metodologías utilizadas son principalmente cualitativas, es decir, utilizan métodos inductivos y descriptivos y técnicas cualitativas de análisis para encontrar soluciones a problemas existentes en la vida real de la organización (Smith, L. M., et al. 1994; Patton, M. Q. 1990). De manera general, los métodos buscan obtener un elevado valor ecológico, trabajando directamente con aquellos que toman las decisiones reales en las organizaciones reales para analizar y comprender los resultados reales en ese contexto organizacional concreto (Feldman, M. S., & Orlikowski, W. J. 2011; Staw, B. M. 2016). La importancia de una alta validez ecológica recae en el hecho de que permite una transferencia de conocimientos contextualmente válida y eficaz (Johns, G., 2006; Mowday, R. T., & Sutton, R. I. 1993). Otro aspecto relevante de los estudios con alta validez ecológica es que permiten aportar la base lógica y evidente a las teorías organizacionales (Eisenhardt, K. M. 1989; Feldman, M. S., & Orlikowski, W. J. 2011). Staw defiende que el análisis del contexto real de los comportamientos organizacionales es el único que permite establecer una apreciación real del estudio. Es decir, la comprensión del contexto en el que los comportamientos tienen lugar permiten aportar la información necesaria para establecer teorías de ON. El análisis de un comportamiento concreto en un contexto específico, sin entender ni valorar el contexto ni cómo éste afecta finalmente a la conducta del usuario, imposibilita tener una visión global del mismo. El análisis del contexto, más allá del comportamiento concreto (ejemplo de análisis de comportamiento en laboratorio), no permite establecer los criterios exactos para el análisis de teorías contextuales en ON (Staw, B. M., 2016). Por ello, los teóricos que se centran en estudios de campo, confían, trabajan y comprenden que los datos que se sacan de experiencias reales en el mundo real dentro de contextos organizacionales son potencialmente fiables para probar sus teorías y para

Introducción

extraer nuevas conclusiones. Estos teóricos deben ser muy perspicaces para analizar y estudiar los procesos en curso durante la interacción en las organizaciones, pero también para tener una visión general de la empresa, pues de lo contrario, podrían no identificar con rigor y exactitud los procesos causales. En otras palabras, podrían reconocer que está pasando, pero no el porqué. El mejor modo, por tanto, de establecer esta causalidad es mediante el uso de estudios de laboratorio, donde el análisis del proceso y la influencia del contexto organizacional no es tan evidente, pero explica las causas de ciertas conductas o comportamientos (Thau, S., et al. 2014). En estos estudios, el experimentador posee un control absoluto, estableciendo criterios fijos y exactos compartidos por todos los participantes, que interactúan en un entorno no natural mientras son conscientes de que son estudiados y analizados. Este tipo de experimentos de laboratorio son relevantes, sobre todo, por su estricto control de las variables, del contexto y del entorno de decisión. Este control aporta credibilidad a las afirmaciones causales, utilizando métodos para el control de variables o sesgos que afecten de forma directa a las respuestas, como la aleatorización de las pruebas y el control sobre los participantes, permitiendo que las respuestas se deban exclusivamente al cambio inducido por el investigador. En contraste con la investigación de campo, los métodos de laboratorio a menudo carecen de contexto organizacional. Algunas variables contextuales como el trato de un superior, el equipo que se tiene al cargo y cambios sutiles en la organización son imposibles de representar en un contexto de laboratorio (Smith-Crowe, K., et al. 2015). La meta de los estudios experimentales de laboratorio es, por tanto, aumentar la validez externa, es decir, hacer que los datos o resultados existentes se puedan transferir al mundo real. Sin embargo, para esta transferencia se deben tener en cuenta factores como que las variables medidas en laboratorio sean las mismas que en el contexto real, que el proceso psicológico que se lleva a cabo en el laboratorio sea el mismo que durante la experiencia en el mundo organizacional o que la muestra sea la misma o se comporte de la misma manera que en una experiencia real. Teniendo en cuenta que controlar todos estos factores es realmente complejo en una situación de laboratorio, una de las mayores críticas de este tipo de estudios es incluyen principalmente participantes universitarios cuyos comportamientos no pueden, en ningún momento, equipararse a aquéllos que perfiles profesionales tendrían en los contextos reales (Baumeister, R. F., et al. 2007; Dolan, P., et al. 2015; Staw, B. M. 2010). Pese a las limitaciones de los estudios de laboratorio, el enorme control de la causalidad que permiten puede aportar una gran información sobre aspectos concretos de la toma de decisiones y, más aún, sobre qué tipo de variables y de qué manera afectan a ciertos procesos.

En resumen, los estudios existentes incluyen participantes que bien no experimentan la realidad, sino simulaciones controladas de la misma (Balthazard. A. et al., 2012), o bien experimentan entornos reales, pero la medición de sus reacciones es limitada (Feldman, M. S., & Orlikowski, W. J. 2011; Staw, B. M. et al 2016). Por tanto, a pesar de contar con técnicas implícitas y estudios que corroboran la relación entre comportamientos

cerebrales y ciertas conductas o comportamientos organizacionales, el modo en el que estas medidas son tomadas, en muchos casos difiere de completar una experiencia global, lo que dificulta el modo en el que los comportamientos en organizaciones son estudiados. Por ello, los estudios de laboratorio y los estudios de análisis de situaciones reales carecen, por un lado, de realismo y, por otro, de control para obtener las medidas necesarias. Se requieren, en definitiva, soluciones que permiten presentar entornos realistas, pero totalmente controlados y con la capacidad de recoger la información de forma muy fidedigna.

Realidad virtual y juegos serios

Realidad virtual

La realidad virtual se puede definir como un entorno de escenas y objetos sintéticos en 3D, que permiten la simulación de mundos reales, en los cuales los sujetos tienen la posibilidad de interactuar de forma realista, lo que permite facilitar experiencias lo más similares a la realidad (Van Peursem, K. A., et al. 1996). El uso de dispositivos tecnológicos visuales, auditivos y hápticos, así como y sistemas de seguimiento, permiten estimular los sentidos de forma sincronizada generando sentido de presencia. Es decir, haciendo que el usuario tenga sensación de estar en el mundo virtual, dejando de tener presente que se trata de una situación simulada. Esto facilita, potencialmente, que el usuario se comporte en el mundo virtual de forma natural, haciendo que las reacciones de los sujetos sean lo más similar a la vida real (Biocca, F., 1997; Slater, M. 2009; Pillai, J. S., et al. 2013).

El éxito de la realidad virtual se fundamenta en la creación de un sentido de la realidad convincente, en el que los participantes tienden a responder de manera realista a situaciones y eventos representados sintéticamente. Para que un sistema de realidad virtual proporcione una sensación realista de inmersión en el mundo virtual, según la experiencia de un gran número de estudios experimentales, existen dos componentes ortogonales que deben cumplirse simultáneamente y que contribuyen a una respuesta realista (Slater, M. 2009). Por una parte, la presencia espacial o *place illusion* se describe como la sensación de estar en un entorno virtual. Esta sensación está modulada por tres factores principales: el entorno, que incluye tanto el lugar y objetos como el cuerpo del usuario, la capacidad de navegar o moverse en él, y la capacidad de interactuar con objetos. Por otra parte, la ilusión de plausibilidad se describe como la sensación de que lo que está sucediendo es real. Este segundo factor está relacionado con la interactividad entre el usuario y el contexto virtual. El factor más crítico en este aspecto es la interacción social, cuya credibilidad se basa, principalmente, en los factores sociales y el comportamiento emocional cuando ocurren interacciones con humanos (Wang, Z., et al. (2010)

Uno de las fortalezas de la realidad virtual que ha suscitado su uso en la investigación experimental de múltiples ciencias es que es compatible con la recolección información

directa del usuario, tanto a nivel conductual (reacciones, tomas de decisión, tiempos de respuesta, etc.), como a nivel neurofisiológico (actividad cerebral, conductancia de la piel, variabilidad cardiaca, etc.). Estas últimas respuestas, comúnmente registradas mediante sistemas externos proporcionan valiosas fuentes indirectas de información relacionadas con el comportamiento humano en varias facetas, incluidas las competencias de liderazgo (Alcañiz Raya, M. et al, 2020). Los actuales sistemas de realidad virtual también son compatibles con el registro de expresiones no verbales o movimientos del cuerpo, incluyendo la actividad visual de los usuarios dentro del mundo virtual, lo que puede proporcionar información muy valiosa sobre los estados cognitivos durante la experiencia (Alcañiz Raya, M. et al, 2020). Por tanto, la realidad virtual permite registrar medidas implícitas e integrarlas en auto informes, dando lugar a un modelo más completo de la conducta humana, lo cual tiene una elevada complejidad en condiciones de laboratorio.

Distintos estudios han mostrado similar actividad neural en entornos virtuales y reales (Tarr, M. J., & Warren, W. H. 2002; Alcañiz, M. et al., 2009). Una interesante revisión sobre neurociencia cognitiva social y realidad virtual describe el uso efectivo de este tipo de tecnología para inducción afectiva, psicología social y evaluación neuropsicológica (Parsons, T. D. 2015). Existe un creciente número de estudios dentro de la neurociencia cognitiva social que combinan el uso de realidad virtual con registros de neuroimagen y psicofisiológicos durante experiencias sociales virtuales, analizando la activación cerebral durante la interpretación del comportamiento social (Wilms, M., et al. 2010; Carter, E. J., and Pelphrey, K. A. 2008; Slater, M., et al. 2010). Una de las aplicaciones de interés de la realidad virtual para la neurociencia afectiva es el uso de entornos virtuales en estudios de condicionamiento del miedo (Baas, J. M. P., et al. 2008). Los entornos virtuales ofrecen una plataforma ecológicamente válida para la investigación de las reacciones de miedo dependientes del contexto en simulaciones de las actividades de la vida real (Mühlberger, A., et al. 2007; Glotzbach, E., et al. 2012). Los estudios de realidad virtual y neuroimagen se han utilizado para identificar los circuitos cerebrales implicados en la ansiedad sostenida frente a factores de estrés impredecibles. Estos estudios evidencian la importante capacidad de la realidad virtual para estimular al usuario de forma realista para que tenga, potencialmente, un efecto afectivo natural. El uso de entornos virtuales también se ha utilizado para provocar respuestas afectivas en contextos cotidianos. Por ejemplo, Baños y colaboradores manipularon parques virtuales para inducir excitación afectiva (Baños, R. M., et al. 2008). En estudios relacionados, los entornos virtuales han permitido inducir activación afectiva elevada en un tren virtual y una oficina virtual (Freeman, D., et al. 2008) (Roy, S. 2003; Klinger, E., et al, 2005). Diversos entornos virtuales se han aplicado a la evaluación de respuestas afectivas en contextos amenazantes, como simulaciones de combate (Armstrong, C. M., et al, 2013; Parsons, T. D., 2013). Interesantemente, el uso de entornos virtuales permite a los investigadores obviar los efectos éticos de tener que someter a usuarios a situaciones reales peligrosas. Todos estos estudios sugieren que los entornos virtuales se pueden utilizar como un medio de inducción de estados emocionales.

La realidad virtual también se ha usado para analizar el comportamiento durante la toma de decisiones. Divesos estudios han investigado el dilema clásico del tranvía⁴ reemplazando la versión basada en texto por la inmersión en un tranvía virtual (Pan, X., and Slater, M. 2011; Navarrete, C. D., et al, 2012; Patil, I., et al. 2014;.. Skulmowski, A., et al, 2014). Navarrete y colaboradores utilizaron entornos virtuales para observar los comportamientos y registrar la activación del sistema nervioso autónomo durante dilemas morales (Navarrete, C. D., et al. 2012). Basado en el estudio de Navarrete, Skulmowski y colaboradores desarrollaron una versión virtual del dilema del tranvía que utiliza una perspectiva en primera persona del paradigma de toma de decisiones de elección forzada, (Skulmowski, A., et al, 2014). Un aspecto novedoso de este diseño fue que los participantes son los conductores del tren. Este enfoque fue escogido porque la investigación sobre la presencia y la inmersión en entornos virtuales ha evidenciado repetidamente que las perspectivas en primera persona provocan una mayor sensación de presencia y participación (Kallinen, K., & Ravaja, N. 2007; Slater, M., et al., 2010). Las recreaciones virtuales de los dilemas morales parecen ofrecer una plataforma para la investigación empírica de los contenidos y contextos en los que se produce cierto procesamiento cognitivo, tanto con carga afectiva, como sin ella.

En los últimos años ha habido un creciente interés en la aplicación de metodologías neuropsicológicas y neurocientíficas a la investigación en psicología social (Lieberman, M. D., et al, 2009; Adolphs, R. 2009, 2010). A pesar de que la neurociencia cognitiva ha logrado avances en la exploración de los sistemas cerebrales que participan cuando un individuo comparte y hace inferencias de los estados internos de otros, los estudios existentes se han centrado en paradigmas de aislamiento, que se basan en la observación por parte de participantes de comportamiento de otros para hacer inferencias acerca de sus estados mentales (Becchio, C., et al. 2010). Recientemente, se ha demostrado un interés por pasar de dicho paradigma en tercera persona a un esquema neurocientífico de segunda persona que conlleva una interacción social (Pfeiffer, U. J., et al., 2013). Por otra parte, los investigadores en neurociencias cognitivas suelen utilizar estímulos y métodos divergentes y altamente simplificados. Como resultado de ello, la neurociencia cognitiva al utilizar un estricto enfoque de laboratorio, ha originado resultados no solapables y teorías sociales artificialmente restringidas (Zaki, J., & Ochsner, K. 2009).

Mientras que muchos de los paradigmas de la neurociencia social han utilizado estímulos estáticos para estudiar la cognición social en actividades cotidianas, un importante número de investigadores están comenzando a cuestionar este enfoque (Pfeiffer, U. J., et al, 2006; Risko, E. F., et al, 2012; Sucksmith, E. et al. 2013). Si bien las grabaciones de vídeo, películas y técnicas de imágenes han sido utilizadas de manera efectiva por neurocientíficos sociales para provocar emociones (Zaki, J., & Ochsner, K.

⁴ Dilema del tranvía: Un tranvía corre fuera de control por una vía. En su camino se hallan cinco personas atadas a la vía por un filósofo malvado. Afortunadamente, es posible accionar un botón que encaminará al tranvía por una vía diferente, por desgracia, hay otra persona atada a ésta. ¿Debería pulsarse el botón?

Introducción

2009), el uso de metodologías de mayor valor ecológico permiten aumentar la capacidad de manipular el contenido de los estímulos interactivos para inducir respuestas emocionales específicas. Tal y como argumenta Neisser, los participantes que después de visualizar videgrabaciones de otros, hacen juicios de lo que vieron, pierden un importante componente interactivo que se produce en las interacciones sociales (Neisser (1980). Los entornos virtuales ofrecen a la neurociencia social, la capacidad de inducir sensación de presencia en los participantes a medida que experimentan narrativas de fondo emocionalmente atractivas para mejorar la experiencia afectiva y las interacciones sociales (Gorini, A., et al, 2011; Diemer, J., et al., 2015). Recientemente, los neurocientíficos sociales han comenzado a incorporar la realidad virtual en sus experimentos (Wilms, M., et al, 2010; Schilbach et al, 2013). Como se ha comentado, además de la presentación avanzada de estímulos dinámicos, los entornos virtuales permiten el registro de la actividad cerebral durante la interacción en escenarios interactivos. Los entornos virtuales suponen, por tanto, un instrumento muy interesante para el avance de la investigación de las bases neuronales de las interacciones sociales (Schilbach et al, 2006, 2010; Newman-Norlund et al, 2008; Kokal et al, 2009; Pfeiffer et al, 2013). Con los avances en tecnologías de simulación, es posible mejorar notablemente el equilibrio entre el control experimental que se encuentra en el laboratorio y la validez ecológica de la observación natural, ya que la tecnología virtual puede ser modificada y adaptada sin comprometer el control de medición (Bohil et al., 2011).

Juegos serios

Se entiendo como juegos serios aquellos juegos que no tienen como objetivo principal el entretenimiento, el disfrute o la diversión (D. R. Michael et et al., 2005). Sin embargo, basar la definición de un juego serio según su objetivo conlleva problemas, pues no siempre son conocidas las intenciones de los desarrolladores ni tienen que responder a un proceso lógico (K. P. Jantke and et al., 2010). En el presente trabajo, el uso del término juegos serios se utilizará para hacer referencia al uso de enfoques de juego y tecnologías para lograr objetivos de formación o evaluación, que nada tienen que ver con los objetivos iniciales de los juegos (entretenimiento) (Kato 2010). El enfoque de juego se referirá al uso de estrategias, como puede ser el uso de recompensas o desafíos, que raramente se usan en la formación o en la evaluación tradicional. Del mismo modo, en casos concretos, los juegos serios también se vinculan al uso de tecnologías, es concreto, a la presentación de contenidos y al uso de este tipo de estrategias en entornos interactivos, de realidad virtual o incluso plataformas online colaborativas.

Evaluación

La realidad virtual y los juegos serios se han propuesto para evaluar constructos psicológicos superando algunas de las limitaciones de los enfoques de evaluación tradicionales (Shute et et al, 2016). Los enfoques tradicionales, basados en cuestionarios o escalas autoinformadas, pueden ser, en determinadas ocasiones, abstractas y descontextualizadas de situaciones reales y, a su vez, presentar sesgos, como el sesgo de deseabilidad social, que pueden influir en las respuestas de los participantes (Grimm, P.,

2010; Nederhof, A. J., 1985). Por el contrario, los juegos serios pueden proporcionar contextos más objetivos y realistas para la evaluación utilizando entornos interactivos (Lumsden, J. et col., 2016), que, como se mencionó anteriormente, permiten aumentar la participación del usuario a través de enfoques de diseño de juegos divertidos y sigilosos (Shute et et al, 2016). La participación en contextos más interactivos, divertidos y completos podría aumentar la validez de las evaluaciones en comparación con metodologías tradicionales, que pueden resultar tediosas y, por tanto, tener un efecto directo en las evaluaciones (Shute & Rahimi, 2017), mientras que podría permitir reducir la ansiedad a ser evaluados. Esta reducción de la ansiedad a ser evaluados es precisamente uno de los objetivos de las técnicas de evaluación sigilosa o *stealth assessment* (Shute et al 2016), que se describirán en profundidad más adelante. Cabe destacar que la ansiedad es un factor que influye de forma directa en la evaluación de ciertas competencias (Cassady, 2004; Egloff & Schmukle, 2002; Horwitz, 1986), dificultando la evaluación real del usuario en su día a día y, por lo tanto, presenta ciertos sesgos que la evaluación sigilosa disminuye (Shute et al., 2016; Shute, Ventura, Bauer & Zapata-Rivera, 2009). En estas técnicas, la conducta del usuario en el juego serio se evalúa sin que el usuario sea consciente. Para ello, la evaluación se basa en factores de ejecución como el número de intentos para completar una misión, el tiempo en completar las tareas o los caminos seguidos para la consecución de objetivos, que son transparentes al usuario bajo estudio, permitiendo una experiencia más rica y real. Del mismo modo, métodos de evaluación focalizados en índices no semánticos, como la fluidez del habla, la vacilación, o incluso el volumen o tono de la voz, pueden ser indicadores de ansiedad que aporten información más predictiva que medidas autoinformadas (Greenwald, Poehlman, Uhlmann y Banaji, 2009).

El uso de juegos serios permite capturar y almacenar datos de los usuarios bajo estudio de forma masiva a lo largo del tiempo y usar metodologías de análisis de esta gran cantidad de datos para determinar patrones de comportamiento vinculado a competencias (Klerk, Veldkamp y Eggen, 2015). Estos datos hacen no sólo referencia a datos comportamentales, tales como la toma de decisiones o interacciones con el entorno virtual, sino a parámetros neurofisiológicos que pueden ser indicadores de comportamientos y constructos (Parsons & Reinebold, 2012). Estos datos pueden ser recopilados bien para dar retroalimentación o bien para formar en determinadas competencias. Es decir, posibilita la formación de perfiles de rendimiento (Rahkila y Karjalainen, 1999). Basándose en dichos datos, los juegos serios y la realidad virtual pueden usar técnicas de inteligencia artificial para evaluar comportamientos, habilidades y competencias de modo más imparcial y precisa que los humanos (Belloti et al., 2013).

Los juegos serios, en comparación con las metodologías más tradicionales, permiten potenciar potencialmente un contexto y experiencia especialmente interesante para evaluar de forma más precisa una amplia gama de habilidades y competencias. En particular, algunas competencias como el trabajo en equipo, la comunicación o incluso

Introducción

el liderazgo son difícilmente evaluables mediante técnicas explícitas (Yule, Flin, PatersonBrown y Maran, 2006). En la educación, la creatividad, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo son algunas de las competencias de más interés y, de igual modo, son mejor evaluables mediante el uso de juegos serios (Shute y Ventura, 2013).

El uso de juegos serios en la educación empresarial y gerencial se ha realizado desde los años 50 del siglo pasado (Faria, 1987; Wolfe, 1997), generalmente enfocados a competencias realmente necesarias, como pueden ser las tomas de decisión, el pensamiento estratégico y el trabajo en equipo (Vos, 2015). El uso de juegos o la gamificación se ha usado principalmente en el campo gerencial en función de su capacidad de formación (Conger, 1992; Jones y Oswick, 2007; Petriglieri y Wood, 2005; Mainemelis y Ronson, 2006; Rafaeli, 2010). Sin embargo, su uso es limitado en la evaluación de estilos de liderazgo. Además, las técnicas lúdicas que se han usado en este área presentan ciertas limitaciones, como la falta de relación entre los enfoques teóricos del liderazgo y los juegos empresariales, lo cual podría tener implicaciones para los participantes del juego en su proceso de aprendizaje, pues los juegos podrían no garantizar resultados efectivos en el aprendizaje.

Algunos estudios han utilizado realidad virtual para evaluar aspectos del liderazgo. Jovanovski y colaboradores usaron realidad virtual para evaluar las diversas funciones ejecutivas que deben integrarse para lograr un comportamiento intencionado y dirigido a objetivos en la vida diaria (Jovanovski et al. 2012). Los autores relacionaron el rendimiento de los sujetos en la simulación con pruebas cognitivas estandarizadas y hipotetizaron que el *Multitasking City Test* podría ser un método ecológicamente válido para evaluar el funcionamiento ejecutivo. Esta tarea, la cual evalúa la función ejecutiva dentro de una realidad virtual con el objetivo de investigar la planificación y la multitarea con validez ecológica. Otro estudio, investigó si las mujeres altamente exitosas empoderan el comportamiento de otras mujeres en tareas de liderazgo (Iona et al., 2014). Para ello, los autores utilizaron un entorno de realidad virtual que mostraba una audiencia frente a la cual las mujeres tenían que dar un discurso en diferentes situaciones (condición de entorno virtual con audiencia e imagen de líder de hombre, condición de entorno virtual con imagen de líder mujer y entorno virtual sin imagen de ningún líder). Los resultados mostraron que la calidad y duración de los discursos de las mujeres varió dependiendo de la situación a la que se enfrentaban (imagen mujer e imagen hombre), resultando de mayor duración y calidad cuando las mujeres se enfrentaban a contextos con fotos de mujeres exitosas, y fueron de menor duración y con autoevaluaciones más negativas cuando en el discurso aparecían fotos de hombres exitosos o sin foto. Otro estudio investigó las circunstancias y razones por las que los líderes pueden preferir la comunicación con sus empleados vía realidad virtual frente a la comunicación cara a cara (Raveendhran et al, 2020). Los resultados del estudio indicaron que los líderes que tenían que monitorizar con frecuencia a sus subordinados prefirieron hacerlo a través de avatares. Los autores sugirieron que el mecanismo psicológico que impulsó este efecto fue la anticipación de una evaluación negativa y, además, reportaron que el rasgo de

personalidad que se vio relacionado con esta preferencia de uso fue el neuroticismo. Un aspecto relevante y cada vez más presente en las investigaciones sobre la evaluación de liderazgo mediante realidad virtual es el uso de agentes virtuales para provocar respuestas en el usuario (Abdennour, et al, 2005). En este caso concreto, se crearon representaciones realistas de diferentes roles de liderazgo y se observó como las relaciones e interacciones con los agentes era diferencial en función del rol del mismo.

Diseño centrado en la evidencia

Definición

El diseño centrado en la evidencia considera a las evaluaciones como un argumento que observa lo que el sujeto realiza en un momento particular, permitiendo hacer inferencias sobre lo que éste sabe o puede hacer (Mislevy, Steinberg y Almond, 2003). El diseño centrado en la evidencia no es un conjunto de procedimientos rígidos, sino más bien un conjunto de prácticas que ayudan a los desarrolladores de pruebas a determinar las inferencias sobre los examinados en base a sus puntuaciones. De este modo, una evaluación permite construir un argumento que posibilita defender un conjunto de afirmaciones sobre una habilidad o rasgo de un individuo a partir de datos específicos. Es decir, se observan las respuestas y conductas de un usuario durante la ejecución de tareas diversas y cotidianas, garantizando que éstas dependan directamente de la habilidad del sujeto y, por lo tanto, correspondan con lo que se quiere medir.

El diseño centrado en la evidencia nació principalmente en el campo educativo con el fin de mejorar la validez y confiabilidad de las medidas de prueba para los estudiantes. Los trabajos pioneros en el desarrollo de este modelo fueron los de Mislevy, Almond y Steinberg los cuales, basados en estudios previos (Almond, R et al. (2002), focalizaron su investigación en el estudio de la evaluación de conocimientos en estudiantes (Mislevy, R et al., 2003). Según los autores, si el diseño de tareas se focaliza en los pensamientos o capacidades que el estudiante requiere para llevar a cabo una tarea concreta, la implementación del modelo del diseño centrado en el usuario, es mucho más coherente y puede ser reutilizado en diferentes configuraciones (Mislevy, R et al., 2003). Mislevy, Almond y Lukas proporcionaron una visión de los fundamentos subyacentes al diseño centrado en la evidencia que incluyó tres premisas. La primera de ellas es que una evaluación debe construirse en torno al conocimiento de un dominio en concreto. Es decir, cómo se adquiere este conocimiento y cómo se utiliza. La segunda de las premisas es la cadena de razonamiento que los estudiantes siguen a la hora de poder hacer. Es decir, qué lógica de razonamiento siguen a la hora de inferir ciertos conocimientos. Por último, el propósito de hacer. En otras palabras, qué limitaciones o condicionantes encuentran a la hora de llevar a cabo la tarea concreta y como la hacen.

El diseño centrado en la evidencia divide todo el proceso de diseño, desarrollo y uso de pruebas en cinco grupos de actividades o capas: análisis de dominio, modelado de dominio, marco de evaluación conceptual, implementación de la evaluación y, por

Introducción

último, entrega de la evaluación. Esta división en capas facilita que el diseño y desarrollo de la aplicación final esté estructurada y sea más eficaz y ayuda a los desarrolladores a ser conscientes de qué problemas se pueden encontrar durante el proceso y, por tanto, a hacer los cambios pertinentes en el diseño antes del desarrollo completo de la prueba. A veces, las restricciones que posee una prueba pueden ser anticipadas y no basarse completamente en la medición, sino en factores externos, como puede ser, por ejemplo, la longitud de una prueba. En este caso, si se determina que la prueba no puede exceder de una hora, la prueba final estará sujeta a este tipo de restricciones. Del mismo modo, se debe tener en cuenta que el proceso del diseño centrado en la evidencia no es lineal, sino iterativo. Es decir, un problema encontrado en una etapa intermedia puede obligar a volver a una etapa anterior.

La definición de las etapas es necesario, sobre todo, cuando se plantea el análisis de dominio, ya que el foco está en conocer qué capacidades de la vida real se pretenden medir. Esta información suele extraerse directamente de expertos. De este modo es posible establecer las siguientes etapas para definir, cómo se modela, cómo es la evaluación, qué tipo de tareas se deben implementar y, por último, qué informe puede extraerse de la evaluación. Cada una de estas etapas determinan el desarrollo adecuado de la prueba, desde la definición concreta del dominio que se pretende evaluar a la descripción detallada de las tareas que el examinado debe realizar, incluyendo las implicaciones que presentan cada una de las tareas. Todo este proceso implica un conjunto de iteraciones y etapas que se deben cumplir de forma fidedigna durante todo el desarrollo de la prueba.

El marco del diseño centrado en la evidencia define tres modelos interconectados: el modelo de competencia, el modelo de estructura y el modelo de tarea. El modelo de competencia comprende las capacidades, habilidades o destrezas que se quieren medir en el examinado. Un modelo de competencia simple caracteriza al examinado en base a la probabilidad de responder correctamente a tareas referentes al dominio que se quiere evaluar. Un modelo de competencia más complicado observa no sólo lo que responde un examinado en las tareas, sino qué grado o tipos de conocimiento son requeridos para responder a las mismas. El modelo de evidencia investiga qué observaciones proporcionan una mejor evidencia de lo que se quiere medir. Se describen los comportamientos, tomas de decisión y acciones observables del examinado que evidencian los componentes que se han descrito en el modelo anterior. Este modelo realiza continuas iteraciones entre los comportamientos inobservables que aportan evidencia de los componentes descritos en el modelo de competencias. Del mismo modo que se van realizando ajustes entre las competencias y las evidencias a lo largo del proceso, este modelo también ayuda a determinar cómo se calificarían o interpretarían los resultados obtenidos. El modelo de tareas define las características de las actividades o tareas concretas de evaluación, especifica las condiciones en las que la tarea se va a realizar, los materiales requeridos o incluso las opciones de respuestas que puede elegir el examinado. Es decir, determina el tipo de actividades concreto que permitirán al

examinado demostrar los conocimientos, habilidades o competencias específicas determinadas en el modelo de competencias, finalizando el proceso de diseño y desarrollo de las tareas concretas.

Evaluación sigilosa

Basándose en el diseño centrado en la evidencia, se han desarrollado varias aproximaciones para la evaluación de competencias utilizando juegos serios, siendo la evaluación sigilosa o *stealth assessment* una de las más interesantes, y la que se ha adoptado en los estudios de la presente tesis (Shute 2016).

El modelo de evaluación sigilosa (Shute y Ke., 2012; Shute et al., 2011; Shute et al., 2016) complementa el diseño centrado en la evidencia proporcionando indicadores de las competencias en base a la ejecución de los examinados en juegos (Shute & Ventura, 2013). A medida que los examinados interactúan con cada tarea, problema o nivel establecido en el juego durante la resolución del mismo, el sistema proporciona un flujo continuo de datos que son capturados o registrados por el sistema. Estos datos de desempeño o ejecución se analizan y califican automáticamente mediante el modelo de evidencia y luego se insertan en el modelo de competencia, que actualiza estadísticamente las afirmaciones sobre las destrezas y competencias relevantes en el modelo. La combinación entre el diseño centrado en la evidencia y la evaluación sigilosa proporciona un marco para desarrollar tareas de evaluación que están claramente vinculadas a afirmaciones de estas competencias individuales. Es decir, mediante la evaluación del desempeño del usuario durante la ejecución del juego se extraen datos significativos de la validez de la evaluación de modo automático.

Para que la metodología de evaluación sigilosa resulte útil es necesario estimar los niveles de competencia como niveles en el juego. Es decir, los niveles del juego se establecen en base a los niveles de competencia. Dada la naturaleza dinámica de este tipo de evaluación, ésta conlleva ventajas tales como medir continuamente las competencias del examinado, ajustar la dificultad de las tareas o incluso presentar desafíos que aporten retroalimentación continua al estudiante, provocando un sistema de aprendizaje eficaz y adaptado a las capacidades del usuario. Así, la evaluación sigilosa ha resultado eficaz en diversos campos, como el pensamiento sistémico, la creatividad o el razonamiento causal, que se han evaluado en juegos como Taiga Park (Shute, Msduki y Donmez, 2010) o Physics Playfround (Shute y Ventura 2013), donde los resultados para la formación en física conceptual fueron positivos tanto a la hora de aprendizaje como de disfrute.

Se ha reportado que el enfoque de evaluación sigilosa tiene mayor validez predictiva y reduce el sesgo presente en la evaluación tradicional (Shute, V. J. et et al., 2009; , Shute et et al, 2016). No en vano, la evaluación sigilosa permite reducir la ansiedad, proporcionando de forma invisible datos sobre diversos atributos y habilidades individuales (Shute, V. J. et et al., 2009; , Shute et et al, 2016).

Limitaciones de la evaluación del neuroliderazgo

El estudio del comportamiento humano en las organizaciones ha pasado de conceptos de hombre económico, donde se resaltaban procesos cognitivos controlados y tomas de decisiones conscientes, al hombre dirigido por el cerebro, donde las emociones influyen de forma directa y comprobada en las tomas de decisión. En este último, las motivaciones en las tomas de decisión vienen condicionadas por complejos constructos psicológicos que presentan una gran relación con procesos afectivos y automáticos. Es decir, se trata de procesos guiados por la inconsciencia, siendo reflexivos, sin esfuerzo y operan en paralelo, pero no son accesibles desde procesos cognitivos (Camarer et al. 2005; Ghadiri et al, 2013).

Debido a la naturaleza de dichos constructos, los métodos explícitos de cuestionario o autoinformes han demostrado diversas limitaciones. Si bien es cierto que aspectos como la deseabilidad social o la percepción de uno mismo afectan a la interpretación de los datos, la principal limitación de los métodos explícitos es que focalizan el análisis en procesos cognitivos controlados directamente desde la consciencia del sujeto. Por ello, las técnicas de neurociencia organizacional son especialmente relevantes, pues permiten obtener correlatos cerebrales directos e indirectos de procesos relacionados con comportamientos emocionales, tanto controlados como automáticos, que guían las tomas de decisión. Teniendo en cuenta que son precisamente estos procesos emocionales los que se han tomado en consideración como *soft skills* o habilidades relacionales y de autorregulación emocional dentro de las organizaciones, es particularmente interesante poder activar estos procesos y realizar mediciones exactas e implícitas de los mismos.

Teniendo esto en cuenta, los métodos implícitos de evaluación, como los usados en ON, son necesarios para evaluar aquellas capacidades o competencias relacionadas con las *soft skills*, pero para ello es necesario el uso de estímulos que sean capaces de generar este tipo de procesos. Como se ha comentado anteriormente, la realidad virtual tiene el potencial de generar este tipo de estímulos, añadiendo el control experimental tanto de los procesos como de la recogida de los mismos en un contexto controlado.

A pesar de existir diversos estudios en los cuales se usan RV para el análisis del liderazgo (Fairholm, G. W. (1998); Hill Jr. R. W. (2014); Lin, M. T. Y et al (2017) , en la mayoría de los casos, estos estudios están focalizados en el análisis de como formar en estas características pero no en la evaluación de la capacidad de liderazgo. Las limitaciones que estos estudios poseen no permiten la evaluación concreta en realidades descontextualizadas, haciendo que la conducta del usuario esté sujeta a la realidad concreta de los escenarios. Del mismo modo, la capacidad de inmersión del entorno virtual juega una mala pasada en los usuarios finales afectando de forma directa en las reacciones y haciéndolas en muchos casos menos realistas que en la vida real. Por ello consideramos que el uso de un entorno virtual descontextualizado y fijado a las tomas de decisión rápidas puede aportar luz y solución a estos aspectos.

Hipótesis y objetivos

Hipótesis

La hipótesis principal del presente trabajo es que es posible discriminar entre el estilo de liderazgo centrado en personas y el estilo centrado en tareas a través de técnicas de neurociencia organizacional y el uso de recreaciones virtuales de situaciones basadas en el diseño centrado en la evidencia y la evaluación sigilosa. El conocimiento de como funciona nuestro cerebro en referencia al estilo de liderazgo que tengamos es esencial para comprender los comportamientos que los usuarios van a tener en un contexto organizacional, del mismo modo que el valor que los estímulos proporcionan a la recogida de comportamientos lo más realistas posibles. Para ello se proponen las hipótesis secundarias.

Las hipótesis secundarias, derivadas de la anterior, son:

- Que es posible discriminar entre estilos de liderazgo TOL y ROL mediante el análisis de variables fisiológicas y neurofisiológicas utilizando estímulos de alto valor emocional no interactivos. Mediante esta discriminación podremos entender las diferencias en el comportamiento cerebral de los usuarios en función del estilo de liderazgo.
- Que es posible generar comportamientos relacionados con estilos de liderazgo TOL y ROL mediante un juego serio de realidad virtual. Estos comportamientos diferenciales y vinculados al poder de los estímulos realistas favorecen la discriminación de los estilos de liderazgo en base a medidas implícitas.
- Que es posible discriminar entre estilos de liderazgo TOL y ROL mediante el análisis de variables comportamentales y atencionales elicidadas mientras se interacciona con un juego serio de realidad virtual.

Objetivos

Para responder a las hipótesis descritas se plantearon los siguientes objetivos.

El objetivo principal de este trabajo es investigar la capacidad de discriminar el estilo de liderazgo centrado en personas y el estilo centrado en tareas mediante el uso técnicas de neurociencia organizacional y de recreaciones virtuales de situaciones basadas en el diseño centrado en la evidencia y la evaluación sigilosa.

Los objetivos secundarios de este trabajo se enumeran a continuación.

- Examinar medidas fisiológicas y neurofisiológicas diferenciales entre los estilos de liderazgo TOL y ROL ante una tarea con alto contenido emocional.
- Diseñar un juego serio de realidad virtual utilizando la técnica de diseño centrado en la evidencia y evaluación sigilosa que origine comportamientos relacionados con estilos de liderazgo TOL y ROL.
- Investigar medidas comportamentales y atencionales durante la interacción con un juego serio de realidad virtual que permitan discriminar entre estilos TOL y ROL.

Estructura de la tesis

A continuación, se describe la estructura del presente documento.

Capítulo 1. Introducción

En este primer capítulo se describen aquellos conceptos necesarios para la comprensión del trabajo llevado a cabo. Para ello se definen y se presentan las principales metodologías de evaluación de liderazgo, ciencias organizacionales, neurociencias, neurociencias organizacionales y neuroliderazgo y se describen los conceptos de realidad virtual y juegos serios. Finalmente, se identifican modelos de diseño de contenidos en este tipo de contextos con el objetivo de medir, evaluar y discriminar competencias. Finalmente, se resumen las limitaciones existentes y se enumeran las hipótesis y objetivos del presente trabajo.

Capítulo 2. Estudio 1: Sensibilidad de medidas fisiológicas y neurofisiológicas frente a estímulos emocionales no interactivos para discriminar entre estilos de liderazgo

En este segundo capítulo se presenta el estudio realizado para evaluar la viabilidad del uso de medidas implícitas neurofisiológicas para discriminar entre líderes orientados a tareas y orientados a relaciones. Concretamente, se analizan la respuesta galvánica de la piel y el EEG durante una tarea experimental tradicional.

Capítulo 3. Diseño y desarrollo de juego serio en entorno virtual

En este capítulo se describe la creación y diseño de un juego serio basado en técnicas de diseño centrado en la evidencia y evaluación sigilosa. Se presenta un primer apartado donde se contextualiza el juego para, posteriormente, describir el objetivo del mismo, los personajes, la metodología en el diseño y cada una de las partes esenciales que lo componen.

Capítulo 4. Estudio 2: Sensibilidad de medidas comportamentales y de actividad ocular durante la interacción con un juego serio de realidad virtual para discriminar estilos de liderazgo

Este cuarto capítulo presenta el estudio que investiga la capacidad de medidas implícitas de comportamiento de discriminar entre sujetos con estilo ROL y TOL. Concretamente, se analizan medidas de tomas de decisión y comportamiento visual.

Capítulo 5. Conclusiones y futuros trabajos

Este último capítulo describe la relevancia de los resultados obtenidos en la presente tesis doctoral sobre la capacidad de discriminación entre estilos de liderazgo mediante el uso de entornos virtuales y evaluación implícita de comportamientos, y se describen futuras líneas de trabajo.

Capítulo 2. Estudio 1: Sensibilidad de medidas fisiológicas y neurofisiológicas frente a estímulos emocionales no interactivos para discriminar entre estilos de liderazgo

Objetivo

El objetivo de este estudio fue evaluar la viabilidad del uso de medidas implícitas neurofisiológicas para discriminar entre líderes orientados a tareas (TOL) versus orientados a relaciones (ROL).

Para cumplir con este objetivo, se determinó el uso de medidas neurofisiológicas como el electroencefalograma (EEG) y la actividad galvánica de la piel (GSR). En este sentido fueron usadas para clasificar los niveles altos y bajos en cada uno de los estilos de liderazgo (TOL y ROL). Cuando se pretende discriminar estilos de liderazgo, las principales teorías focalizan el análisis en comportamientos orientados a tareas versus orientados a relaciones, es decir, diferencian entre soft skills versus hard skills. Las hard skills u orientación a tareas son aquellas capacidades o comportamientos vinculados con estructurar hitos o lograr metas, en contraposición a lo que se entiende por soft skills. Éstas, también entendidas como habilidades orientadas a las relaciones, se definen como comportamientos relacionados con mostrar preocupación, apoyo y aprecio por los seguidores (Stogdill, 1950; Fleishman, 1973; Bass, 1990; Yukl, 1998).

Por tanto, en este estudio, el objetivo es vincular medidas psicofisiológicas (GSR y EEG) con estilos de liderazgo (TOL y ROL), tanto en estado de reposo como durante la activación en una tarea con carga emocional.

La decisión de presentar una tarea con carga emocional, es concretamente analizar si la activación de las softskills ayuda a discriminar entre ambos estilos de liderazgo. De este modo, en el presente estudio, se pretende estudiar la discriminación de los estilos de liderazgo (TOL y ROL) mediante la activación de ambas medidas (GSR y EEG) en las 2 condiciones (estado de reposo y activación softskills). Gracias a ello se pretende lograr una mayor comprensión neuropsicológica de unos y otros comportamientos en base a estilos de liderazgo.

La hipótesis, por tanto, de este primer estudio fue, coincidiendo con la primera hipótesis secundaria de la tesis doctoral que es posible discriminar entre estilos de liderazgo TOL y ROL mediante el análisis de las respuestas en la conductancia de la piel y la actividad eléctrica cerebral elicitada mediante estímulos de alto valor emocional no interactivos.

Estudio 1. Sensibilidad de medidas fisiológicas y neurofisiológicas frente a estímulos emocionales no interactivos para discriminar entre estilos de liderazgo

Materiales y métodos

Participantes

Los participantes fueron reclutados mediante una empresa de reclutamiento (EMPYMER) en Valencia (España), entre los meses de enero y marzo del 2017 y la facultad de telecomunicaciones de la UPV valencia. Los criterios de inclusión para la participación en los estudios fueron: (1) ser mayor de edad (2) tener equipo a su cargo al menos 1 año, para la muestra de profesionales (3) no tener equipo a su cargo o experiencia laboral, para la muestra de estudiantes. Los individuos fueron excluidos si tenían algún tipo de trastorno mental o estaban tomando medicación que repercutiera en sus funciones cognitivas y mentales. También se les pidió que no tomaran alcohol 12 horas antes del estudio ni café 4 horas antes, de modo que no hubiera ningún tipo de sesgo en su conducta natural ni en su activación cerebral o psicofisiológica (Massaro, S., & Pecchia, L., 2019). Los usuarios refirieron no haber tomado drogas ni medicación en los últimos días. Del mismo modo se les pidió que firmaran un consentimiento informado donde se les comunicaba el objetivo del estudio y que sus datos serían totalmente anónimos.

La muestra estuvo compuesta por 52 usuarios, 20 mujeres y 32 hombres con una edad media de 44.6 años, incluyendo 40 líderes o profesionales de una gran variedad de industrias (industria farmacéutica, banca y consultoría) y 12 estudiantes universitarios. La muestra fue completamente caucásica y el nivel de educación muestral fue universitaria en el caso de profesionales y preuniversitaria en el caso de estudiantes, ya que en todos los casos se trataban de estudiantes de último curso de carrera.

Instrumentación

Hardware

Electroencefalografía

Para registrar la actividad cerebral, se usó un dispositivo de EEG, concretamente el B-alert-EEG (ver figura 6). Este dispositivo tiene 9 canales de EEG con ganancia fija referenciada a mastoides enlazados en 1 canal diferencial. La tasa de muestreo que posee es de 256 muestras por segundo, presentando una gama dinámica +/-1000-2000 μ V. La resolución es de 16 bits y la impedancia de entrada de 500 M. El modo de transmisión es mediante Bluetooth SPP 2.0: a través de un dispositivo USB o una unidad de sincronización externa. El rango de transmisión de datos es de aproximadamente 10 metros.

Para el presente estudio se usaron 2 entradas de un solo extremo (F3 y F4) para medir la actividad de la corteza prefrontal, que está involucrada en el procesamiento afectivo (Davidson, 2004). El montaje siguió los sistemas internacionales 10-20 (Jasper, 1958).



Figura 4. Dispositivo de registro electroencefalográfico

Respuesta galvánica de la piel

El sistema de registro de señales fisiológicas utilizado en el estudio fue el TMSi Refa (TMS International BV, Oldenzaal). Este sistema consta de 2 sensores que deben colocarse en la zona ventral de la falange medial de los dedos índice o anular (sensor positivo) y medio o corazón (sensor negativo). La señal proporcionada por el sistema Refa se muestreó a una frecuencia de 256 kHz y la respuesta de la piel tuvo una tasa de variación natural de aproximadamente 0,2 segundo (5Hz).



Figura 5: Dispositivo de registro de la respuesta galvánica de la piel

Software

Para el diseño y desarrollo de los juegos de forma aleatoria serio se usó el motor de desarrollo para gráficos en tiempo real Unity versión 2.5 (Unity Technologies, San Francisco, CA, EEUU).

Estímulos

Los estímulos que se usaron para la tarea experimental consistían en 4 videos diseñados y grabados ad hoc con carga emocional en las instalaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. En un primer momento se pretendió el uso de las International Affective Picture System (IAPS), pero tras una primera aproximación experimental en usuarios similares a la muestra final, se determinó que la antigüedad de las imágenes y al tratarse de estímulos estáticos, los usuarios no se activaban emocionalmente. Por ello se determinó el uso de contenido visual dinámico (videos) elaborados por nosotros mismos con contenido emocional. Para la validación de los mismos, y como en el caso anterior con las IAPS, se llevó a cabo una validación interna (Abrisqueta - Gomez, J. et al., 2002; Yang, H. et al., 2020) mediante un estudio piloto, en el cual se determinó el contenido

Estudio 1. Sensibilidad de medidas fisiológicas y neurofisiológicas frente a estímulos emocionales no interactivos para discriminar entre estilos de liderazgo

emocional pidiendo a voluntarios (estudiantes universitarios) que calificaran cada video con carga emocional o neutra y después etiquetaran estas emociones. Finalmente se determinó un video con contenido violento, otro con contenido alegre, otro triste y otro neutro.

Estos videos no presentaron audio por lo que no fue necesario el uso de altavoces ni auriculares. El usuario debía visualizar los 4 videos, tres de los cuales tenían contenido emocional (violencia, felicidad y tristeza) y el ultimo con contenido emocional neutro. En el caso de los videos emocionales, establecimos que la valencia emocional no fuese en todos los casos negativa y por ello también incluimos contenido positivo, para en última instancia observar si hay diferencias en la activación psicofisiológica de los usuarios en base a la valencia de los mismos y no tanto al arousal o activación.

Cada video tenía una duración aproximada de 30 segundos, ya que debían adaptarse y completar la acción que se trataba de escenarios de la vida real entre 2 adultos (consulte la Figura 6). El hecho de presentar estos contenidos emocionales y basarlos en escenas reales de la vida diaria, tenía el objetivo de estimular al usuario a nivel emocional en un contexto natural, sin ser situaciones raramente vividas por un sujeto. Del mismo modo este tipo de estímulos de videos cortos de la vida real con cierto contenido emocional se han usado anteriormente como estímulos en estudios experimentales en neurociencia (por ejemplo: Rossi, F. et al. 2018) y en investigaciones basada en EEG (por ejemplo: Moon, J. A. 2013).



Figura 6. Estímulos utilizados en el estudio 1

Procedimiento

Al inicio de la prueba los usuarios completaban el consentimiento informado, en el cual se les informaba que sus datos personales se anonimizarían al igual que una breve explicación de la tarea a desarrollar. Posteriormente se determinó su estilo de liderazgo. Para ello, se les administró un cuestionario sobre estilos de liderazgo basado en tareas

versus relaciones (TOL y ROL), concretamente “The Blake and Mouton Managerial Grid Leadership Self-Assessment Questionnaire” (Blake, R. R. et al. 1965). Este cuestionario está compuesto por 18 items que miden el estilo de liderazgo en base a las 2 dimensiones comentadas anteriormente (TOL y ROL), mediante una escala tipo likert de 5 puntos. El resultado obtenido en el test indica el grado de orientación como líder, orientado a tareas o más bien orientado a relaciones. El índice de orientación hacia personas comprende una escala de 0 a 15. Los valores más altos indican una mayor orientación hacia las personas. Se probó la fiabilidad de la escala utilizando el Alfa de Cronbach (α) y recibió una puntuación de .82 que se considera un indicador satisfactorio de consistencia interna.

Una vez completaron el cuestionario, se les colocaron tanto el casco de EEG como la medida de GSR, validando su registro y estableciendo la recogida adecuada en ambos casos. Una vez colocadas ambas medidas, hubo dos líneas base de 2 minutos durante las cuales se les pidió a los participantes que permanecieran completamente relajados mientras se registraban los parámetros neurofisiológicos (EEG y GSR). Se indicó a los participantes que mantuvieran los ojos cerrados durante 1 minuto para posteriormente abrirlos y durante otro minuto enfocar su mirada a un punto fijo en una pantalla en negro. Este proceso se repitió una segunda vez: 1 minuto con los ojos cerrados y 1 minuto con los ojos abiertos. En este proceso se les pidió que se relajaran tanto como fuera posible.

Una vez establecida la línea base en ambas medidas (GSR y EEG) se les presentó la tarea, es decir, visualizaron de forma estable los 4 videos, de modo contrabalanceado para que la presentación de los mismos no fuese la misma en todos los usuarios, mientras que se recogían la activación EEG y GSR hasta el final de la sesión.

Análisis de los datos

Análisis de señal

Electroencefalografía

En el caso de EEG fueron 40 variables las que se registraron, de las cuales 15 fueron en estado basal de EEG (α F3 bajo, α F4 bajo, α F3 alto, α F4 alto y asimetría F3-F4: por tanto tendremos estos 5 valores por media con los ojos cerrados, media con los ojos abiertos y media por electrodo) y se registraron 25 variables de EEG influenciados por estímulos que deberían producir emociones (α F3 bajo, α F4 bajo, α F3 alto, α F4 alto y asimetría F3-F4 en cada video: felicidad, tristeza, violencia, neutralidad y media por electrodo). La frecuencia se transformó mediante FFT Transformada de Fournier, la cual dentro de la banda α se divide la señal en fases de alto y bajo, determinando que las altas iban de 10 a 13 y las bajas de 8 a 10 para establecer mayor discriminación de la señal.

En primer lugar, se analizaron los datos de cada electrodo para identificar grabaciones corruptas utilizando el cuarto momento estandarizado (curtosis) a lo largo de la señal de cada electrodo. Además, las señales que contienen más del 10% de señal plana se

Estudio 1. Sensibilidad de medidas fisiológicas y neurofisiológicas frente a estímulos emocionales no interactivos para discriminar entre estilos de liderazgo

clasificaron como corruptas. Ningún sujeto presentó un canal corrupto. La línea base de los trazos de EEG se eliminaron mediante sustracción media. Después de esto, se aplicó un filtro de paso de banda entre 0,5 y 40 Hz y las señales se dividieron en una epoch por segundo. La epoch dañada se rechazó mediante la curtosis intracanal (Colomer Granero, A. et al., 2016). También, se rechazó la epoch que supera un umbral absoluto de $>100,00 \mu\text{V}$ y un gradiente de $70,00 \mu\text{V}$ entre muestras (Kober, S. E. et al., 2012). Finalmente se calculó la densidad espectral de potencia (PSD) de las bandas alfa inferior (8-10,5 Hz) y superior (10,5-13 Hz) para los electrodos F3 y F4 debido a la alta relación que presenta la banda alfa con procesos emocionales en la actividad prefrontal (De Pascalis, V. et al., 2013). Además, para analizar las respuestas emocionales se hizo un análisis de la asimetría frontal basal, la cual se calculó solo para la línea base, como una puntuación de diferencia ($\ln(F4) - \ln(F3)$ de alfa), resumiendo la actividad relativa en las derivaciones derecha e izquierda homóloga. Las puntuaciones de asimetría más altas calculadas de esta manera reflejan supuestamente una actividad frontal izquierda relativamente mayor (asumiendo que alfa está inversamente relacionado con la actividad de la red cortical) (Smith, E. E. et al., 2017).

Las señales recogidas se analizaron usando MATLAB 7.0 (The Mathworks, Natick, MA).

Respuesta galvánica de la piel

Para el registro de la respuesta galvánica de la piel se tomaron ocho variables de las cuales 3 fueron en estado basal (media durante los ojos cerrados, media durante los ojos abiertos y media durante toda la línea base) y 5 se registraron durante la visualización de los videos que debían activar emociones (media de la señal en video de felicidad, tristeza, violencia y neutral y la media total de los 4 videos).

Cada variable reportó el valor promedio del GSR, tanto en la línea base como durante la presentación de cada estímulo.

Las señales GSR se exportaron a través de la aplicación Neurosuite y se analizaron con MATLAB. Dado que la señal proporcionada por el sistema Refa se muestreó a una frecuencia de 256 kHz y la respuesta de la piel tenía una tasa de variación natural de aproximadamente 0,2 s (5Hz), la señal GSR obtenida se filtró mediante un filtro de paso bajo Butterworth con frecuencia de corte a 5Hz. Finalmente, se calculó la media de la conductancia para cada estímulo (tanto en línea base como en estímulo visual).

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos en el cuestionario de liderazgo se analizaron con el objetivo de detectar valores atípicos y eliminar a aquellos participantes que presentaran estos valores atípicos. Se estimó la distancia de Mahalanobis entre los participantes utilizando sus puntuaciones y se calculó la probabilidad de que perteneciera a una distribución mediante la prueba Chi-cuadrado. Si la probabilidad era inferior al 1% el participante se definía como atípico. Siguiendo este procedimiento, se encontraron 3 sujetos con valores atípicos (todos estudiantes) y se descartaron de los análisis, por lo que la muestra final incluyó a 49 participantes.

Se calcularon la mediana y el rango intercuartílico para cada variable. Las subescalas de liderazgo se categorizaron en puntuaciones altas o bajas utilizando la puntuación mediana, ya que es necesario tener 2 categorías para entrenar posteriormente los modelos de *machine learning*, los cuales se describen en la siguiente sección. Debido a la no gaussianidad de los datos determinada en la prueba de Shapiro-Wilk se investigaron diferencias en cada variable de las medidas fisiológicas (tanto las referentes a GSR como las de EEG) mediante la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon. En concreto, se investigaron las diferencias en las variables neurofisiológicas entre sujetos con niveles altos en TOL y ROL, en comparación con los sujetos con niveles bajos en TOL y ROL, respectivamente. El nivel de significación estadística se estableció en $\alpha < 0.05$.

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el *software* R (versión 3.6.1) open Access.

Análisis de machine learning

En busca de una mejor comprensión de la relación entre el liderazgo y las respuestas EEG y GSR se utilizaron técnicas de *machine learning*. Para ello se evaluó la predictibilidad de 3 subconjuntos de las variables descritas anteriormente. GSR completo de 8 variables, EEG completo, de 40 variables y conjunto de datos completo de 48 variables. El proceso de selección de *machine learning* automático fue común al modelado de TOL y ROL, utilizando una generación de modelos bajo la misma estructura. Todos los pasos siguientes se validaron mediante una validación cruzada de 15 *folds*.

Se eligió el método Wrapper de selección secuencial de características hacia atrás (Doak, J. 1992), el cual construye un modelo con todas las características y, en sucesivos pasos, elimina la característica que disminuye la medida de rendimiento (Kappa de Cohen). El número máximo posible de funciones que se podían seleccionar se estableció en 15 para evitar el sobreajuste.

Se seleccionaron tres modelos de *machine learning*, cada uno perteneciente a una familia diferente de algoritmos: *Random Forest*, *Naive Bayer* y *Support Vector Machines*. *Random Forest* representa el ensacado, que combina *bootstrap* y la agregación de predictores débiles. *Naive Bayer* es un método clásico de clasificación probabilística basado en el teorema de Bayes. *Support Vector Machines* implementa un núcleo paramétrico que construye un hiperplano lineal para separar las observaciones de cada clase. Una vez obtenidas las mejores características para cada uno de los tres algoritmos de *machine learning*, se entrenó y validó el modelo con una validación cruzada con 15 *folds* para obtener medidas de precisión, Kappa de Cohen, sensibilidad y especificidad.

Se realizaron tres análisis después de los resultados. El primer análisis comparó el poder predictivo de cada conjunto de datos probado. Para este análisis sólo se consideraron aquellos modelos que tuvieron un buen desempeño, definido por una Kappa de Cohen $> 0,4$. El segundo análisis investigó la capacidad de las variables bajo estudio de predecir el estilo de liderazgo. Finalmente, el tercer análisis investigó la relación entre los videos y cada subescala de TOL y ROL.

Estudio 1. Sensibilidad de medidas fisiológicas y neurofisiológicas frente a estímulos emocionales no interactivos para discriminar entre estilos de liderazgo

Los análisis de *machine learning* se realizaron en el *software* R (versión 3.6.1) open Access

Resultados

Estilos de liderazgo

La tabla 2 muestra la descripción numérica de las puntuaciones de las subescalas de Liderazgo. Los participantes obtuvieron una puntuación de $9,81 \pm 2,73$ en ROL ($\bar{x} \pm \sigma$) y $6,46 \pm 2,16$ en TOL.

Una vez categorizados estos puntajes en Alto y Bajo, de acuerdo con el puntaje medio, el 55% (27 usuarios) de los participantes obtuvieron un puntaje alto en ROL y 49% en TOL (22 usuarios). Una prueba de hipótesis utilizando las puntuaciones numéricas de los cuestionarios ROL y TOL, utilizando las divisiones High y Low para agruparlos, mostró que existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones de los individuos clasificados como “alto” y “bajo” (ver Tabla 3).

| Escala | Nivel | N | Media | SD | Mediana | IQR | Test | P-value |
|---|-------|----|-------|------|---------|------|----------|---------|
| <i>Liderazgo centrado en relaciones (ROL)</i> | Alto | 27 | 11.93 | 0.96 | 12 | 1 | Wilcoxon | <0.001 |
| | Bajo | 22 | 7.22 | 1.77 | 8 | 2.75 | | |
| <i>Liderazgo centrado en las tareas (TOL)</i> | Alto | 24 | 8.21 | 1.14 | 8 | 2 | T-test | <0.001 |
| | Bajo | 25 | 4.8 | 1.47 | 5 | 2 | | |

Tabla 3. Análisis descriptivo de las puntuaciones de los sujetos en las subescalas de Liderazgo una vez categorizados en alto y bajo. ⁵

Sensibilidad de la actividad fisiológica y neurofisiológica para discriminar estilos de liderazgos

Los análisis realizados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en diversas variables fisiológicas mostradas entre sujetos con puntajes altos y bajos. La Tabla 3Tabla 4 muestra los *p*-valores no corregidos de las variables fisiológicas que mostraron diferencias entre usuarios con distintos niveles de liderazgo. Todas estas diferencias aparecieron para los líderes ROL y en variables relacionadas con EEG. Tanto para la variable estilo de liderazgo TOL y actividad GSR no se encontraron diferencias significativas. Las diferencias detectadas en EEG aparecieron tanto en reposo como durante la presentación de estímulos, concretamente durante videos violentos y alegres.

| Variable | Tipo liderazgo | Test | Significación |
|-------------------------------|----------------|----------|---------------|
| <i>EEG Basal CE Bajo a F3</i> | ROL | Wilcoxon | 0.047 |
| <i>EEG Basal OE Alto a F3</i> | ROL | t-test | 0.031 |
| <i>EEG Basal OE Alto a F4</i> | ROL | t-test | 0.013 |
| <i>EEG Basal CE Alto a F3</i> | ROL | Wilcoxon | 0.044 |

⁵ La categorización se realizó utilizando medias poblacionales. SD significa desviación estándar e IQR para rango intercuartílico

| | | | |
|------------------------------|-----|----------|-------|
| EEG Violence Bajo a F3 | ROL | Wilcoxon | 0.037 |
| EEG Violence Bajo a F4 | ROL | Wilcoxon | 0.047 |
| EEG Violence Alto a F3 | ROL | Wilcoxon | 0.037 |
| EEG Violence Alto a F4 | ROL | Wilcoxon | 0.033 |
| EEG Joy Bajo a F3 | ROL | Wilcoxon | 0.027 |
| EEG Basal Alto a F3 (Media) | ROL | Wilcoxon | 0.010 |
| EEG Basal Alto a F4 (Media) | ROL | Wilcoxon | 0.030 |
| EEG Videos Bajo a F3 (Media) | ROL | Wilcoxon | 0.026 |

Tabla 4. Valores p de las diferencias significativas entre las variables fisiológicas y las subescalas de liderazgo

La Tabla 5 muestra las medidas obtenidas por el modelo de aprendizaje automático de clasificación que logró los mejores resultados para cada conjunto de datos. La actividad GSR no mostró poder predictivo de los niveles de liderazgo.

Con respecto a las variables GSR seleccionadas, las variables referentes a la estimulación fueron seleccionadas más veces (8) que las variables relacionadas con la línea base (2). Por otro lado, las variables de EEG produjeron buenos resultados al modelar el tipo de liderazgo ROL, pero no TOL. Las variables EEG durante la estimulación se eligieron más veces (25) que las variables durante la línea de base (18).

En cuanto a la predictibilidad de ROL y TOL, la Tabla 4 muestra los resultados de los mejores modelos creados a partir de cada conjunto de datos. El liderazgo ROL obtuvo una precisión máxima de 0,81 y una kappa de Cohen de 0,51, mientras que el liderazgo TOL tuvo una precisión máxima de 0,64 y un kappa de Cohen de 0,28. Los modelos de *machine learning* permitieron modelar el liderazgo ROL utilizando datos fisiológicos registrados mientras se visualizan videos con carga emocional. Por contra, no se encontró suficiente información para modelar correctamente los niveles de liderazgo TOL.

Finalmente, en cuanto a la relación entre las emociones y las subescalas de liderazgo, la Tabla 5 muestra que todas las variables relacionadas con la visualización de estímulos alegres fueron las más seleccionadas, junto con las variables relacionadas con estímulos tristes. Los videos neutrales y violentos fueron de similar importancia.

| Variable | Dataset | Modelo | Accuracy | Kappa | TPR | TNR | Features (#) | Señal | | | | Emoción | | | | |
|----------|----------|---------------|----------|-------|------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|---------|----------|---------|-----|
| | | | | | | | | GSR Baseline | GSR Activity | EEG Baseline | EEG Activity | Baseline | Neutral | Violence | Sadness | Joy |
| ROL | All (62) | Random Forest | 0.79 | 0.53 | 0.9 | 0.63 | 12 | 0 | 0 | 3 | 9 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| | GSR (16) | Random Forest | 0.62 | 0.18 | 0.7 | 0.5 | 5 | 1 | 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | EEG (52) | Random Forest | 0.81 | 0.51 | 0.87 | 0.73 | 11 | 0 | 0 | 4 | 7 | 4 | 0 | 1 | 2 | 4 |
| TOL | All (62) | Naïve Bayes | 0.64 | 0.26 | 0.53 | 0.73 | 11 | 0 | 3 | 7 | 1 | 7 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| | GSR (16) | Naïve Bayes | 0.62 | 0.25 | 0.53 | 0.73 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Estudio 1. Sensibilidad de medidas fisiológicas y neurofisiológicas frente a estímulos emocionales no interactivos para discriminar entre estilos de liderazgo

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------|------|------|-----|-----|----|---|----|----|----|---|---|---|----|---|
| EEG (52) | Random Forest | 0.64 | 0.28 | 0.6 | 0.7 | 12 | 0 | 0 | 4 | 8 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| Total | | | | | | 2 | 8 | 18 | 25 | 20 | 4 | 5 | 9 | 13 | |

Tabla 5. Métricas y características seleccionadas por los modelos que lograron los mejores resultados para cada conjunto de datos⁶

Discusión

Este estudio investigó la viabilidad de discriminar entre estilos de liderazgo ROL y TOL mediante respuestas neurofisiológicas elicidadas ante estímulos de alto valor emocional. El estilo ROL mostró diferencias en la línea de base de EEG y durante los estímulos emocionales, pero no se encontraron diferencias en términos de señales de GSR. El estilo TOL, en cambio, no presentó diferencias en las respuestas de EEG y GSR. Los datos fisiológicos registrados durante la visualización de videos con carga emocional permitieron modelar el liderazgo ROL mediante algoritmos de *machine learning*.

A nivel cognitivo, el área frontal está asociada a la planificación, organización y seguimiento de conductas. A nivel emocional, se relaciona con la capacidad de manejar las emociones, propias y ajenas, es decir, con la regulación de las emociones (Davidson, R. J., & Irwin, W. (1990). Además, los lóbulos frontales dependen de funciones receptoras y reguladoras de otras regiones corticales como los lóbulos temporales. Por ejemplo, numerosas actividades de memoria semántica que ocurren en el lóbulo temporal y en la corteza entorrinal y perirrinal, actúan como interfaces importantes entre las regiones del hipocampo y la neocorteza. Esas regiones reciben información sensorial altamente procesada de todas las regiones sensoriales y están involucradas en la formación de la memoria, la consolidación de la memoria y la optimización de la memoria (Schacter, D. L. (1996). Una literatura sustancial indica que la ansiedad a menudo se asocia con la atención selectiva a las señales de amenaza (Mansell, W. et al., 1999; Bradley, B. P. et al., 1998; Bradley, B. P. et al. 1997; Hackam, A. et al., 1998). Las personas socialmente ansiosas están excesivamente preocupadas por la evaluación negativa de los demás. Por lo tanto, se podría predecir que la ansiedad social alta estaría asociada con la atención selectiva a las expresiones faciales negativas.

Si observamos los resultados sobre el estímulo de alegría, podemos determinar que la activación de EEG durante la estimulación en alegría es mayor en ROL que en TOL, apareciendo diferencias de activación neuronal en los diferentes estilos de liderazgo con respecto a este tipo de estímulo. Si se considera que la activación de la corteza prefrontal está vinculada con la regulación emocional, y con el procesamiento de señales sensoriales, podemos determinar que este tipo de estímulos alertan de forma más evidente a estos sujetos, activándolos y haciendo que las huellas de memoria sean más probables con estímulos alegres, favoreciendo a la disminución de la ansiedad social en situaciones donde la activación emocional negativa es evidente. Estas afirmaciones

⁶. Las filas en negrita resaltan los modelos que tuvieron un buen desempeño (kappa de Cohen > 0.4)

pueden suponer por tanto que los sujetos que presentan mayor ROL y por tanto mayor implicación en las relaciones con su equipo, están más activados durante la estimulación emocional positiva. Este predominio de activación durante el video alegre parece sugerir el predominio de estados emocionales positivos y la activación del sistema de enfoque conductual relacionado con el estilo ROL (mayor capacidad de regulación emocional disminuyendo la ansiedad social). Estos hallazgos indicarían que puede haber un índice de biomarcadores para el estilo ROL identificado principalmente en EEG y áreas frontales (F3 y F4), pero ningún biomarcadores muestra diferencias para el estilo TOL.

La capacidad de las variables EEG para identificar el estilo de liderazgo ROL utilizando técnicas de *machine learning* está en línea con los resultados estadísticos, lo que apunta a una cierta potencia de la actividad EEG para reconocer este estilo, combinando la actividad en reposo y la elicitada durante la estimulación emocional.

En los últimos tiempos, los investigadores han dirigido su atención a las cualidades personales de comportamiento, como la personalidad (e.g., Bono, J. E., & Judge, T. A (2004). Sin embargo, en línea con el trabajo de Senior, C. et al. (2011), los hallazgos presentes sugerirían que la teoría también debería abordar los orígenes biológicos en general, y las bases neurológicas en particular, del comportamiento de liderazgo efectivo.

En conclusión, los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron el potencial de la actividad EEG y, en menor medida, GSR para discriminar entre tipos de liderazgo. Estos hallazgos motivaron la investigación llevada a cabo en un posterior estudio, que incorporó la actividad ocular y la interacción con juegos serios realizados en un entorno interactivo con el mismo objetivo (ver Capítulo 3 y 4).

Capítulo 3 . Diseño y desarrollo de juego serio en entorno virtual

Este capítulo describe el proceso de diseño y creación de un juego serio basado en técnicas de diseño centrado en la evidencia y evaluación sigilosa. Para ello se describen las diferentes fases y elementos que se tuvieron en cuenta en la fase de diseño del juego para implementar una metodología de *stealth assessment* y para que la realización e interacción con los diferentes avatares permitieran la discriminación entre estilos ROL y TOL. En concreto, primeramente, se contextualiza el juego y, posteriormente, se detalla el objetivo del mismo, los personajes, la metodología en el diseño y cada una de las partes esenciales que lo componen. Con el objetivo de entender la estructura de diseño centrado en el usuario, se presentan tanto las situaciones como las tomas de decisión en base a las diferentes aproximaciones de estilos de liderazgo. Es decir, se detallan las tomas de decisión que afectan o influyen más en estilos TOL en comparación a las que afectan o se ven implicadas en sujetos con una tendencia ROL. Por ello, se hace una aproximación al diseño centrado en la evidencia y como éste guió el diseño del juego.

Por último, se detalla el diseño del análisis del comportamiento visual, consistente en la definición de las diferentes áreas de interés vinculadas, al igual que las tomas de decisión, a cada estilo de liderazgo.

El desarrollo del entorno virtual y la integración de los registros del comportamiento visual se llevó a cabo en el motor de videojuegos Unity versión 2.5 (Unity Technologies, San Francisco, CA, EEUU). Unity es un motor gráfico muy versátil que permite crear videojuegos para diversas plataformas mediante un editor visual y programación via *scripting*. Todos los contenidos utilizados fueron diseñados específicamente para el juego.

La hipótesis, por tanto, del trabajo descrito en este capítulo fue, coincidiendo con la segunda hipótesis secundaria de la tesis doctoral que es posible generar comportamientos relacionados con estilos de liderazgo TOL y ROL mediante un juego serio de realidad virtual.

Contexto y objetivo

El juego tiene lugar en un barco. Al participante se le comunica que ha sido premiado en su trabajo con un viaje en barco de un fin de semana en el cual debe colaborar con el resto de los personajes para lograr llegar a una isla, en la cual serían recogidos. La aventura consiste, por tanto, en llegar de forma correcta y sin ningún tipo de problema a la isla, el destino final. En ningún momento es necesario que el participante tenga conocimientos sobre navegación, pero sí se le comunica que tendrá que tomar decisiones que influirán en la longitud del viaje o que incluso podrán dar como resultado quedarse

en mitad del mar. Es decir, se le transmite al participante la obligación de participar en el juego, dándole libertad de comportamiento y decisión.

Tras la introducción, se le presentan al participante el resto de personajes, los cuales se introducen mediante un pequeño video que también aporta información relevante sobre sus vidas, estados actuales y puestos de responsabilidad que cumplen en sus diferentes trabajos. Los personajes se diseñaron para que cada uno de ellos presentara un estilo de personalidad y una forma de resolver los conflictos, que se explicará con más detalle más adelante.

El juego recrea una serie de situaciones de manera consecutiva, donde el comportamiento del resto de los personajes varía con el tiempo. El cansancio o la frustración acumulada a lo largo de la historia, va afectando a los personajes, los cuales se van adaptando con el objetivo de aumentar el realismo de las situaciones. En cada una de estas situaciones, algunas con mayor carga emocional que otras, se presentan un conjunto de tomas de decisión que el participante debe realizar. El flujo del juego consiste en presentar un diálogo y trama unido a cada situación. A lo largo de la situación, se pone en antecedentes al participante del problema para que, en un momento determinado, pueda tomar una decisión que haga que el juego continúe de un modo u otro. Durante el comienzo de cada una de las situaciones, el participante no debe realizar ninguna interacción, sino simplemente observar los hechos y comportamientos de los diferentes personajes. De este modo, el participante recibe la información necesaria para, posteriormente, poder tomar la decisión en base a ella. El juego registra el comportamiento atencional durante todo el proceso. De esta manera, es posible analizar no sólo las decisiones tomadas, sino también el comportamiento visual tanto durante la visualización de la información como en el momento de la toma de decisión, y vincular así estas medidas con los estilos de liderazgo.

Tras la primera fase de cada situación, donde la información es presentada, la cámara se queda estática. El participante debe investigar el entorno moviendo el ratón y localizando las diferentes áreas de interacción, en las cuales aparecen carteles con la opción de interacción o respuesta. La interfaz se diseñó de manera que las opciones de interacción no estuvieran todas presentes a la vez, sino que aparecieran vinculadas con algún elemento o personaje del juego. Cada participante debe seleccionar la opción más viable según la situación, el comportamiento de los personajes y su estilo de liderazgo. Las posibles opciones de decisión se diseñaron de manera que estuvieran relacionadas con los estilos TOL o ROL para, siguiendo la metodología de *stealth assesment* poder identificar las características del participante.

En resumen, el objetivo del juego es superar las distintas situaciones que se van sucediendo durante un viaje el barco para lograr llegar al destino final. Las decisiones tomadas, la velocidad en tomarlas y la información tenida en cuenta determinan la consecución del objetivo y son investigadas para determinar el estilo de liderazgo de los participantes.

Personajes

Se diseñaron cuatro personajes atendiendo a los cuatro posibles estilos definidos en el modelo de dominancia cerebral (Bunderson, C. V. (1989), descrito anteriormente, que resultan del entrecruzamiento de los hemisferios izquierdo y derecho del modelo de organización cereblar (Sperry, R. W., 1961) y de los cerebros corticales y límbico del modelo de McLean (McLean, P. D., 1955). Estos cuatro cuadrantes representan cuatro formas diferentes de crear, aprender, pensar, comportarse y vivir, en general, y definen un estilo de comportamiento más lógico o creativo en algunos casos o más influenciado por las emociones o menos en otros.

Se diseñaron dos mujeres y dos hombres con rasgos específicos de personalidad y competencias según los estilos ROL y TOL. En concreto, se definió un personaje experto, otro organizador, otro emocional o comunicativo y un último con perfil estratega (Bunderson 1989). El personaje experto (masculino) se asoció al estilo TOL y presentó un pensamiento lógico, analítico, matemático y técnico y a su vez, comportamientos distantes, altamente inteligentes, críticos, competitivos e individuales. El personaje organizador (femenino) se asoció igualmente an estilo TOL y se caracterizó por un pensamiento estructurado, secuencial, de planificación y de organización, presentando por tanto comportamientos emocionales e introvertidos, con tendencia a ciertos comportamientos maniacos. El personaje emocional o comunicativo (masculino) se asoció al estilo ROL y se caracterizó por ideales, rasgos emocionales, y sensibles tanto a problemas propios como externos, con facilidad para comunicarse, mal organizado y con descontrol sobre sí mismo y poca independencia, si bien presentó un perfil extrovertido, conversador, espontáneo y juguetón. Por último, el personake estratega (femenino) se asoció con el estilo ROL y tuvo un pensamiento innovador y holístico, presentando soluciones creativas a problemas cotidianos.

A continuación, se describen cada uno de los personajes y la historia de cada uno de ellos.

Personaje estratega

Susana Alarcón tiene 39 años y es responsable de ventas en una famosa farmacéutica (). Es simpática e inteligente pero actualmente está atravesando un momento personal complicado por un divorcio complicado. Se divorció hace dos años, cuando su hijo apenas tenía un año de edad. En la actualidad, su ex marido reclama la custodia de su hijo basándose en el hecho de que dedica demasiadas horas a su trabajo. Susana está muy presionada en su trabajo, pues tuvo que hacer mucho esfuerzo para llegar hasta su puesto actual y, después de la maternidad, tuvo que hacer un esfuerzo suplementario para recuperar la posición que había conseguido. Aún a día de hoy su posición en la empresa es observada detenidamente a pesar de que ella se siente sobradamente preparada para su puesto. La presión del divorcio, la demanda de custodia y la recuperación de la confianza por parte de la empresa le están obligando a plantearse si está en la dirección correcta en su vida y si realmente tiene el foco donde debería. Se ha

sentido obligada a aceptar este viaje por parte de su empresa, y se siente evaluada en cada instante.



Figura 7. Personaje estratega

Personaje organizador

Martina Allen tiene 45 años (Figura 8). Actualmente está felizmente casada pero no ha tenido hijos por decisión propia. En el trabajo tiene un puesto directivo en la sede nacional de una empresa multinacional de exportación e importación. Americana de nacimiento, su familia vivió en distintos países. Su comportamiento en la empresa está dominado por el trabajo y la persecución de la riqueza. Como sus padres, es una mujer trabajadora y competitiva, que se ha ganado a pulso su trabajo. Su marido tiene un perfil similar y ambos han dedicado su vida a la empresa. Ambos poseen una visión de la vida conservadora, por ello presentan un estilo tradicional. Su filosofía es el trabajo duro y el uso de mano firme con los equipos. Escéptica por naturaleza, ha accedido a participar en la aventura por curiosidad. Posee algo de experiencia en veleros de paseo por la costa, nunca ha salido a alta mar.

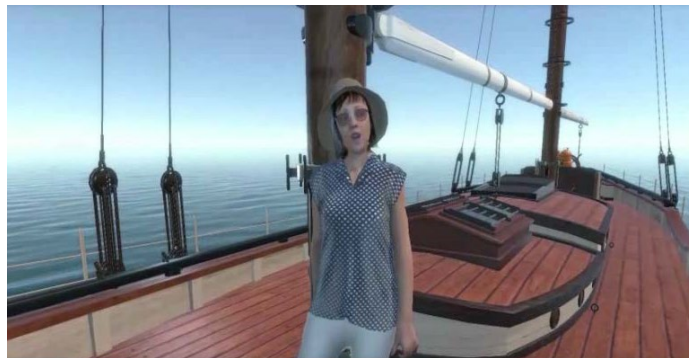


Figura 8. Personaje organizador

Personaje comunicador

Marcos Gil tiene 43 Años (Figura 9). Está casado y tiene 2 hijos. Actualmente es *product manager* en una potente empresa de *software*. Representa la viva imagen de un hombre al que le van bien las cosas, con salud, un trabajo que le gusta, bien remunerado, y una familia sin problemas. Presenta una personalidad aventurera, aunque es disciplinado y cordial, y siempre dispuesto a cosas nuevas. En la empresa no tiene competencia directa, por lo que se siente seguro en su puesto. Últimamente ha tenido una cadena de aciertos

consecutivos que le hacen enfrentarse a todo con optimismo y, por lo tanto, presenta un comportamiento divertido y juguetón. Entiende la aventura del barco más como un premio que como una evaluación. Para él es una experiencia nueva, pues nunca había ido en velero con anterioridad.



Figura 9. Personaje comunicador

Personaje experto

Alberto Soler tiene 45 Años y está soltero (). Actualmente es ejecutivo de alto nivel en una multinacional. Ha tenido una carrera profesional muy activa, ha trabajado en varias empresas, pero en esta última ya lleva 5 años. A pesar de su experiencia en diferentes empresas, sigue siendo bastante cerrado, y presenta un comportamiento autoritario y un poco misántropo. Tiene gran capacidad para los negocios, pero nunca le preocupó la parte humana de los mismos. Por primera vez en su vida se siente un poco incómodo en su trabajo debido a la alta competencia y a la presencia de gente más joven y con un espíritu distinto, mucho más orientado al grupo que al individuo. Se está replanteando los próximos pasos en su vida. Su comportamiento durante años le han convertido en alguien un tanto huraño. Por ello presenta un comportamiento soberbio, ególatra, que no tolera las críticas, pero muy inteligente. Tiene poca paciencia y sus respuestas suelen estar cargadas de una violencia latente que no ha tenido necesidad de aflorar.

El velero no le supone una novedad, pues es patrón de barco desde hace años, y tiene amplia experiencia en navegación. Para él, esta experiencia es una demostración de capacidad tanto para su empresa como para él, y porque no, una toma de contacto con los nuevos métodos menos tradicionales y de relación con los compañeros.



Figura 10. Personaje experto

Toma de decisiones

Usando la base teórica del estilo de decisión de Rowe y Boulgarides (1992) (Rowe, A. J., & Boulgarides, J. D. (1992), se generaron un conjunto de relaciones hipotéticas entre los comportamientos del líder y los estilos en las tomas de decisión, con el objetivo de determinar los estilos de liderazgo. Basándonos en estas hipótesis y siguiendo el diseño basado en la evidencia, se determinó el entorno virtual, la historia y guión definitivo, al igual que las opciones de respuesta y tomas de decisión a lo largo de toda la experiencia. En el entorno virtual, cada personaje tenía un papel explícito dentro del barco, de acuerdo con sus rasgos de personalidad y nivel de competencias gerenciales y personales. Como se ha comentado, el papel específico del participante era tomar diversas decisiones en 10 situaciones distintas y consecutivas para llegar al destino final. Estas tomas de decisión estaban sujetas a criterios de comunicación, ejecución, dar órdenes o no hacer nada, coincidiendo con las respuestas que se presentan en el cuestionario de liderazgo utilizado como referencia (Blake and Mounton) y que, a la postre, definen el estilo de liderazgo del participante.

Las tomas de decisión de comunicación se diseñaron de manera que hicieran referencia a respuestas en base a información que proviene del grupo. En este caso, el participante preguntaría al grupo, recopilaría información tanto del estado de los demás integrantes del equipo, como de la postura u opinión que tenían en cada momento, y tomaría la decisión última en base a esta información. En el diseño de las situaciones, lo determinante no fue tanto la decisión que el participante tomaría finalmente, sino más bien el camino que se recorre para tomarla. Según el diseño seguido, las tomas de decisión de comunicación corresponderían a un líder empático, donde el grupo es lo más importante. La pregunta 9 del cuestionario de referencia (“pediría a los miembros del grupo que expresasen sus reacciones ante mis ideas”) es ilustrativa de este tipo de comportamiento.

Las tomas de decisión en base a toma de iniciativa o ejecución se diseñaron de manera que hicieran referencia a situaciones en que el participante llevaba a cabo la acción, sin preguntar y sin tener en cuenta la opción del grupo. En este caso, al no tener en cuenta la opinión del grupo o equipo se reflejaría la baja confianza que depositaría en ellos y, a

la vez, la relevancia que presenta el tener que tomar una decisión sin perder tiempo. Esta opción estaría más focalizada a las tareas, y menos hacia la opinión ni el estado emocional del grupo. Los participantes con estas decisiones se alinearían con un estilo de liderazgo más focalizado en la ejecución y la confianza en sí mismos a los que no les sería necesario convivir con un equipo, pudiendo trabajar mejor solos que acompañados. La pregunta 34 del cuestionario de referencia (“actuaría sin consultar al grupo”) es ilustrativa de este tipo de comportamiento.

Las tomas de decisión basadas en dar órdenes se diseñaron de manera que tampoco fuera relevante la opinión del equipo, pero a la vez sí los involucrara. En esta opción, la orientación a personas sería baja, mientras que la orientación a tareas sería moderada, pues no tenía en cuenta la opinión ni estado del equipo, pero tampoco se llevaba a cabo la acción sin ellos. La pregunta 20 del cuestionario de referencia (“decidiría yo lo que se ha de hacer y la forma de hacerlo”) es ilustrativa de este tipo de comportamiento.

Las tomas de decisión basadas en no hacer nada se diseñaron de manera que reflejaran pasividad, muy característica de liderazgo pasivo-evitativo o *laissez faire*. La pregunta 32 del cuestionario de referencia (“dejaría que el grupo marcara su ritmo”) es ilustrativa de este tipo de comportamiento.

A continuación, se presentan cada una de las situaciones con las tomas de decisión o caminos concretos que el participante puede tomar.

Situación 0. Introducción

En esta primera situación el participante conoce al resto de personajes y se realiza una introducción a la historia, por lo que no debe llevar a cabo ninguna toma de decisión.

Al comenzar la situación, el participante está solo en la cubierta de un barco. Puede observar el barco y el entorno moviendo la cámara y recibe un pequeño tutorial de cómo interactuar con el juego. El único objeto interactivo que puede tocar es una Tablet que hay cerca. Al acercarse a ésta, se reproduce un audio con la presentación del juego y las fichas de personajes:

Durante los próximos días estas invitado a compartir con nosotros una experiencia inolvidable. En tu aventura serás acompañado por otros cuatro pasajeros y, por supuesto, por el patrón del barco. A continuación, te presentaremos a tus compañeros.

Cuando termina el audio comienza la acción. El capitán sale del camarote seguido de los compañeros de viaje.

[Capitán]

-Hola, mientras te esperábamos estaba enseñándoles a tus compañeros los camarotes – Afirma animado – Parece que ahora ya estamos todos. Tengo que revisar unas cosas antes de zarpar. Mientras tanto podéis ir conociendoos. Zarparemos en un momento.

[Marcos]

Diseño y desarrollo de juego serio en entorno virtual

– *Hola, ¿qué tal?* – Dice con efusividad – *Me llamo Marcos.* – Dice con una sonrisa mientras se separa para dejar espacio al resto.

[Martina]

– *Hola, yo soy Martina* – Dice alargando las vocales y con tono de jado. Posteriormente, se aparta.

[Susana]

– *Susana, encantada.* – Dice casi en un susurro, pero cordialmente.

[Alberto]

– *¿Qué tal? Alberto.* – Dice levantado las cejas y, automáticamente, sigue observando el barco.

Excepto Alberto, el resto de personajes se reúne en grupo y hablan animadamente. Se escucha alguna risa forzada.

Situación 1. Mala memoria

Día 1. 11:00 am. Soleado. Embarcadero.

Todos los miembros del grupo están en la cubierta hablando entre ellos. El participante se encuentra sólo, observando el velero. Fuera de cámara, el capitán está en uno de los camarotes revisando algo.

[Capitán]

– *Bueno, ¿qué? ¿Estáis listos para salir?* – Vocea el capitán mientras sube a cubierta.

[Marcos]

– *Por supuesto.*

El resto afirman con la cabeza mientras miran hacia el capitán. El Capitán se dirige hacia la maroma que sujeta el barco. Justo detrás del jugador.

[Susana]

– *¡Esperad, esperad un momento!* – Preocupada, intenta recordar algo, se agita. No consigue ordenar las ideas en su cabeza. – *No podemos irnos aún, tengo que volver al hotel. He olvidado algo allí* – Se acerca hacia el capitán y el jugador – *Esperad, por favor, es muy importante.*

Mientras tanto, el resto de personajes se han ido acercando y todos se quedan en posición de espera. Susana se gira de espaldas al grupo y, mira directamente al participante, mirando de reojo de vez en cuando al capitán con preocupación. El capitán se encoge de hombros indicando que no es decisión suya.

En este momento, se activa el sistema de decisión, en el cual la aplicación se queda a la espera de que el usuario tome una decisión. La Figura 11 representa las diferentes opciones de respuesta del participante en esta situación.

Una vez tomada la decisión, tanto de ir al hotel como de no hacer caso a Susana, finalmente el barco zarpa.

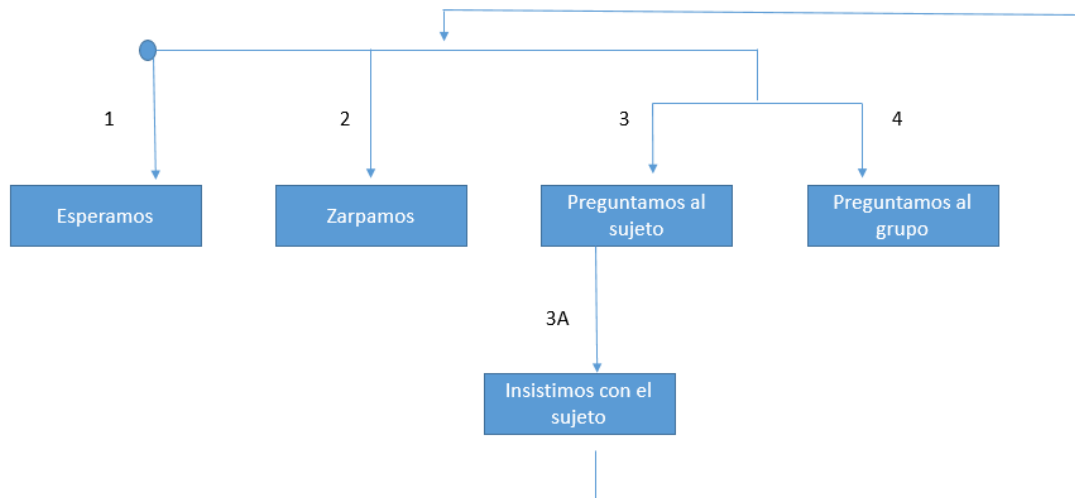


Figura 11. Diagrama de decisión en situación 17

Situación 2. El abandono

Día 1. 11:20 am. Soleado. A vista de costa.

Marcos y Martina están sentados en cubierta hablando entre ellos. En cambio, se observa a Susana ligeramente apartada y mirando hacia otro lado. De vez en cuando, mira a Marcos y Martina. Alberto está en la proa observando el mar, pero el capitán no está a la vista. El jugador se encuentra relativamente cerca del grupo observando la escena. Mientras hablan, Alberto pasa por el lado y pasa de largo, se mete en un camarote y sale poco después con una Tablet en la mano, lo que da pie a una conversación.

[Martina]

-Sinceramente, no sé qué esperar de esto, pero mira, mientras tanto, un fin de semana de descanso no me viene mal.

[Marcos]

- ¿Habías ido en velero alguna vez? – Dice mirando a ambas.

[Martina]

Sí, tenemos un amigo que tiene uno y nos ha invitado a mi marido y a mí a pasar el día alguna vez. Pero nunca en mar abierto.

[Susana]

-No. Nunca – Se gira un segundo y luego vuelve a mirar al infinito.

[Marcos]

⁷ Siendo 1=no hacer nada, 2=ejecución, 3 y 4=comunicación

Yo tampoco, pero...

[Martina]

– *Creo que éste es más grande, aunque no lo sé. Es tan distinto... no sé* – interrumpe Martina

– *No sé, no se parecen mucho, la verdad...*

[Marcos]

– *Parece que Alberto sí ha navegado* – Dice mientras lo mira pasar de largo.

[Alberto]

– *Muchas veces...* – Sigue andando sin girarse.

[Martina]

– *Escucha, ¿y quién nos va a hacer la comida? ¿El capitán también?* – Se ríe incómoda.

[Marcos]

– *Supongo que nosotros, ¿no? El capitán ya debe tener bastante.*

[Martina]

– *¿Nosotros?* – Dice con indignación – *Si no lo hago en mi casa, lo voy a hacer aquí. Vamos, vamos...*

[Marcos]

Pues yo creo que sí, creo que debe formar parte del juego.

[Alberto]

– *Muchachos, tengo noticias* – Se acerca extendiendo la mano con una Tablet en ella.

[Voz en off]

Queridos participantes, ahora es cuando comienza su viaje. Sin que ustedes se hayan dado cuenta, el patrón ha abandonado el barco. Su grupo, como todos los grupos que han participado, tienen entre sus participantes un experto en navegación para que les ayude en la travesía. La aventura consiste en llegar al lugar que hemos marcado en su mapa de navegación. Su puntuación dependerá del tiempo que inviertan en llegar. A bordo tienen todo lo que necesitan para navegar sin peligros ni riesgos. El resto de la travesía dependerá estrictamente de sus habilidades. Además de todos los sistemas habituales, disponen de un terminal de emergencia que, ante cualquier eventualidad, les pondrá en contacto directo con nosotros. Dicho dispositivo de emergencia está programado para realizar una única llamada. Buena suerte y buena travesía. La experiencia que van a vivir es única e irrepetible. Esperamos, sinceramente, que disfruten de la ella. Hasta pronto.

[Martina]

– *Esto es increíble* – Muy indignada.

[Susana]

– *Menuda encerrona, no puedo creerlo.*

[Martina]

¡Hala! Ya estáis usando la llamada de emergencia. Me niego a ir a la deriva a ninguna parte. Ni hablar.

[Marcos]

Esto lo han debido hacer ya con mucha gente. No nos van a dejar tirados en el mar. Calma. Seguro que esta gente sabe lo que hace.

[Martina]

Es que me da igual si saben lo que hacen o no. Me da igual.

Susana está muy inquieta. Tiene una mano en la frente y la otra en la cintura, y mira para todos lados.

[Alberto]

– A ver, a ver, ahora no es momento de eso. Lo primero es averiguar el rumbo, dónde estamos y dónde vamos – Replica en tono despectivo.

[Martina]

– Oye, oye...

[Alberto]

– Oye, oye nada. Si queréis ayudar, ayudáis. Si no, os poneis a tomar el sol. Trae el mapa, voy a revisar el velamen. No hay tiempo que perder. Ve al timón y comprueba si el rumbo está entre “230-280” – Dice al participante.

En este momento, se activa nuevamente el sistema de decisión. La Figura 12 representa las diferentes opciones de respuesta del participante en esta situación.

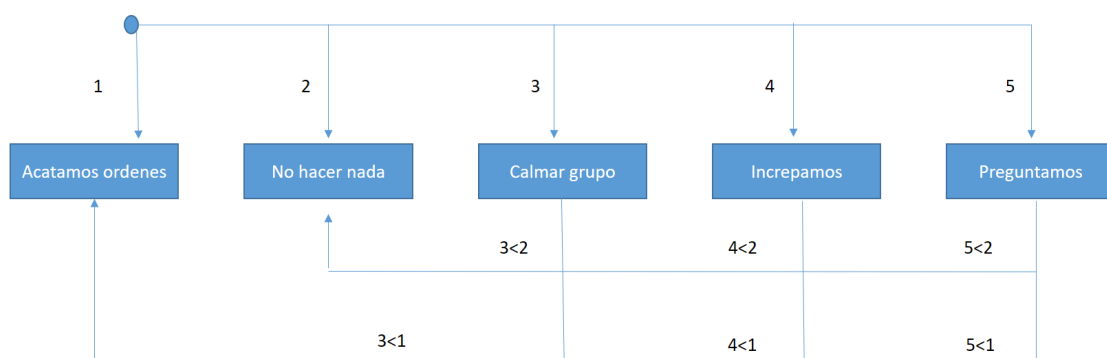


Figura 12. Diagrama de decisión en situación 2. ⁸

Situación 3. Mala cobertura

Día 1. 15:20 pm. Soleado.

⁸ Siendo 1=ejecución, 2=no hacer nada, 3 y 5=comunicación y 4= dar ordenes

Martina está en la proa hablando por teléfono con su marido. Sigue enfadada por el abandono. Está contándole lo que ha pasado con indignación, muy seria y muy enfadada. Mueve las manos con gestos de incredulidad. El participante, en un punto intermedio en cubierta, observa al resto de personajes repartidos por ella. De repente, Alberto se acerca acompañado de Marcos hacia donde está el participante.

[Alberto]

He estado revisando la radio. No funciona. Está hueca, nunca ha funcionado. Además, hace un rato que he dejado de tener cobertura móvil. Es raro, aún debería tener cobertura.

[Marcos]

Yo también he perdido la cobertura. He ido a cargar el móvil, que por cierto no hay forma de cargarlo, y he visto que no había cobertura.

[Susana]

¿Y Martina? ¿Cómo es que ella tiene? ¿Tendrá un teléfono vía satélite de esos? Es raro. Voy a preguntarle.

En este momento, se activa nuevamente el sistema de decisión. La Figura 13 representa las diferentes opciones de respuesta del participante en esta situación. El participante puede elegir entre ir tras ella a hablar con Martina, o hablar con el grupo.

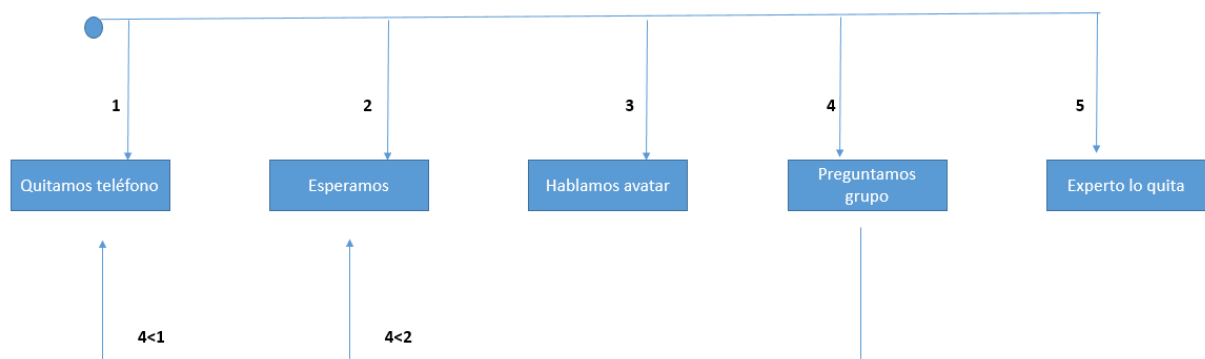


Figura 13. Diagrama de decisión en situación 3⁹

Situación 4. La carta

Día 2. 20:15 pm. Anochece. Mar abierto

La acción comienza en el camarote. El participante encuentra una carta en el suelo. Se ha salido del sobre que la contenía. El sobre está roto, no tiene destinatario. La carta también está rota por el mismo sitio. La única acción posible es seleccionarla. Al hacerlo, la carta aparece en primer plano y se puede leer en pantalla el texto que se cita a continuación.

⁹. Siendo 1=ejecución, 2=no hacer nada, 3 y 4= comunicación; 5: dar ordenes

“... en relación con la demanda y la citación del día XX para el juicio oral el día (dos días después de la fecha actual) y, dado que los últimos acontecimientos no están muy a su favor, es imprescindible replantearnos su defensa o una alternativa.

Creemos que es importante reunirnos con el demandante y llegar a un acuerdo antes del juicio. Por favor, acuda a “esta dirección” “este día y hora”. Ante cualquier contratiempo, comuníquese con nosotros llamando a este número privado “666787142”....”

Tanto la fecha como la hora indicada en la carta se personalizan a la fecha de la experiencia, haciendo más real la situación.

En este momento, se activa nuevamente el sistema de decisión. La Figura 14 representa las diferentes opciones de respuesta del participante en esta situación.

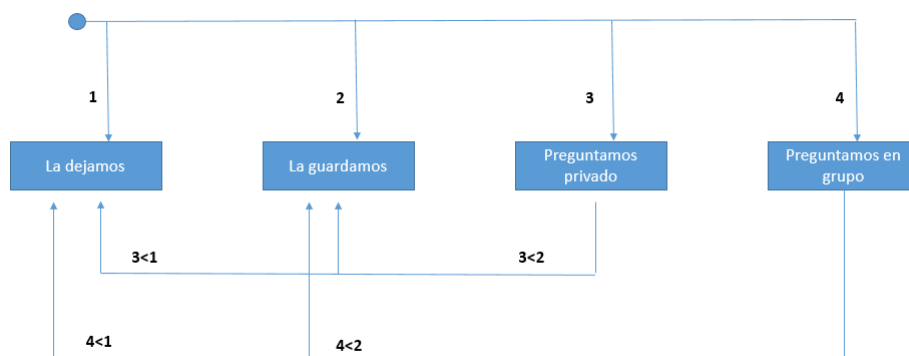


Figura 14. Diagrama de decisión en situación 4. ¹⁰

Situación 5. Síntomas

Día 2. 08:20 am. Soleado. Mar abierto.

Parte 1. Ayudar o no

Marcos y Martina están tumbados en el camarote principal presentando muy mala cara. Están enfermos. Alberto está dentro del camarote, pero no está tumbado. Se encuentra bien. La acción comienza con el participante delante de la puerta del camarote. Susana está justo delante de la puerta, como si le hubiera llamado el participante y acabara de llegar.

[Susana]

Tenemos un problema. Martina y Marcos se encuentran muy mal. Martina tiene fiebre y todo. Creo que se han intoxicado. Ven. – Dice nerviosa

Susana se gira y entra en el camarote. El jugador la sigue. Hay una conversación iniciada cuando ambos llegan.

[Martina]

¹⁰ Siendo 1=no hacer nada, 2=ejecución, 3 y 4=comunicación

Diseño y desarrollo de juego serio en entorno virtual

[...] *Todo bien con el mal de mar, pero ¿y la fiebre? Además, llevo toda la noche vomitando...*

[Marcos]

Ya, Martina, pero eso puede ser por el movimiento del barco.

[Martina]

A ver ... que ayer pasé todo el día perfectamente. Tiene que haber sido la cena. Mira cómo estás tú también, Marcos. Tú también has vomitado esta noche, ¿o no?

[Marcos]

Sí, es verdad, pero me he tomado hace un rato el Cinfamar¹¹ y me encuentro mejor. No sé, tal vez tengas razón, pero todos hemos comido lo mismo...

[Martina]

¿Y qué me quieres decir con eso? Tengo diarrea, vómitos y fiebre. A ver ... que yo sé cómo me encuentro. Además, me parece mucha casualidad. Ninguno se ha encontrado mal hasta esta noche.

[Alberto]

Pero si todos hemos cenado lo mismo...

[Martina]

¡Ay!, pero a cada uno le sienta de una forma – Dice con impaciencia – No sé, igual cada uno comió una cosa...

[Susana]

Hay que llamar, esto es más peligroso de lo que parece.

[Alberto]

Relájate, que tampoco hay que montar un drama.

[Martina]

Yo sugiero que no comamos nada fresco por si acaso. Hay latas y otras cosas.

[Susana]

A ver, que ayer también comimos latas, no sólo fresco. ¿Y si es botulismo o algo así?

[Alberto]

¡Pero qué dices!

[Susana]

¹¹ Cinfamar es un fármaco que está indicado en la prevención y tratamiento de los síntomas del mareo producidos por los medios de transporte por tierra, mar o aire, tales como náuseas, vómitos y/o vértigos.

¡Y tú qué sabes lo grave que es! ¿También eres médico ahora? A este paso se va a deshidratar. Lo que tenemos que hacer es no comer nada, llamar o incluso volver a la costa – Pone mucho énfasis en volver – Yo no pienso jugármela con algo así en medio del mar.

[Alberto]

¡Cálmate! Estás histérica.

Susana se va.

[Marcos]

Hasta que no estemos seguros, la verdad es que creo que es mejor que no comamos fresco por si acaso.

[Martina]

Porque el agua no puede ser, ¿verdad?

[Alberto]

No, mujer, ¡qué va a ser el agua!

[Martina]

Es que estoy pensando que yo ayer casi no cené nada.

[Alberto]

Descansad un rato ahora. En unas horas vemos a ver cómo evoluciona.

[Martina]

Deberíamos usar la llamada de emergencia, esto no es una broma...

Se oyen portazos. Una puerta está golpeando repetidamente. Alberto sale corriendo

[Alberto]

Me cago en su...

Martina hace gestos de querer vomitar e intenta incorporarse.

En este momento, se activa nuevamente el sistema de decisión. La Figura 15 representa las diferentes opciones de respuesta del participante en esta situación.

Parte 2. Situación de crisis

El participante está en la cubierta. Desde su posición ve la puerta del almacén abierta, la cual estaba cerrada con llave. Las estanterías superiores están vacías y hay algunas cosas por el suelo. Fuera de la vista del participante, Alberto intenta impedir a Susana que tire la comida.

[Alberto]

[...] ¿Qué haces? ¿Te has vuelto loca? Pero... ¿en qué narices estás pensando? ¡Estás tirando hasta el agua!

[Susana]

¡Volver o volver! ¡Ya no hay más alternativas!

[Alberto]

¡Ayudadme, coño!

En este momento, se activa nuevamente el sistema de decisión para decidir quien controlará la llave del almacén y por tanto el resto de comida que hay en el barco. La Figura 15 representa las diferentes opciones de respuesta del participante en esta situación.

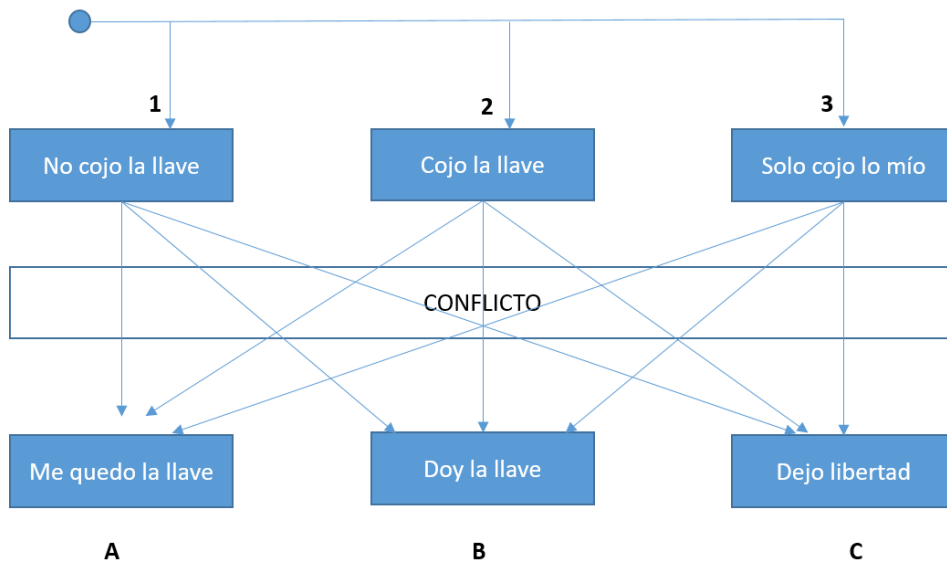


Figura 15. Diagrama de decisión en situación 5.¹²

Situación 6. Calma total

Día 2. 12:20 pm. Soleado. Mar abierto.

Todos se encuentran en cubierta descansando. Alguno está tumbado, tomando el sol. Otros, sentados en algún tramo de cubierta. Susana está más tranquila pero esquiva la mirada de Alberto y busca, por el contrario, la mirada de Martina y Marcos. No hay casi brisa, ni ruido de olas. Sólo el crujir del barco. El barco y la cámara permanecen inmóviles. El horizonte está liso, no hay olas.

[Susana]

Hace calor. No corre nada de brisa.

¹² Siendo la primera iteración 1= no hacer nada, 2=dar ordenes, 3=ejecución. Y la segunda iteración 1.A=Cambio de actitud "comunicación", 2.A=no cambio de actitud: dar ordenes, 3.A=cambio de actitud "comunicación"; 1.B= no cambio de actitud: no hacer nada, 2.B=cambio de actitud: comunicación, 3.B=cambio de actitud: comunicación; 1.C=cambio de actitud "comunicación, 2.C= cambio de actitud: comunicación, 3.C= no cambio de actitud: ejecución y comunicación

[Alberto]

Hace un rato que ha cesado el viento. Voy a subir la potencia del motor.

[Martina]

¡Uy, claro! Si estamos casi parados... ¿Hemos estado navegando a vela todo el tiempo?

[Marcos]

Casi. Hasta ahora hemos tenido buen viento todo el camino. Debemos estar cerca, creo.

[Martina]

Pues ni idea. Si me dices que hemos estado aquí parados toda la mañana, me lo creo. ¿Cuánto habremos recorrido?

[Marcos]

Ni idea. Alberto lo sabrá.

Alberto llega con un papel en la mano.

[Alberto]

Más sorpresas.

[Martina]

¿Qué pasa ahora?

[Alberto]

Han trucado el depósito de combustible. Resulta que tenemos dos tanques. Uno vacío y uno lleno.

[Marcos]

¿Y cuál es el problema?

[Alberto]

El problema es exactamente éste - Enseña el papel al participante, donde se muestra como un tanque está vacío y no se puede usar

[Martina]

Pues parece que está claro lo que hay que hacer, ¿no?

[Alberto]

Pues no tanto como crees...

[Martina]

¿Qué quieres decir?

[Alberto]

Si no usamos el combustible y el viento para por completo, nos quedaremos tirados en medio del mar.

Diseño y desarrollo de juego serio en entorno virtual

[Martina]

Pero ese cartel está ahí por algo. ¿Y si explota o algo?

[Alberto]

A ver, no nos van a poner aquí una bomba para que explotemos. Esto está hecho a propósito para tomarnos el pelo, como lo de la radio, el mapa y todo lo demás.

[Marcos]

Desde luego, ese cartel no está ahí por azar. Está ahí para algo. Lo que no sé es si es una norma o algo más importante.

[Alberto]

No tenemos más opción que conectar el segundo tanque y continuar hasta que haya viento de nuevo. Si no, olvidaos de llegar a tiempo a la isla. Cuanto más tiempo estemos así, más difícil será calcular el rumbo.

[Susana]

Sinceramente, a estas alturas a mí me da igual llegar a la isla a tiempo o no. Lo que quiero es llegar a donde sea y acabar con esto. Me da igual si rompemos las normas o no. Lo que no quiero es quedarme tirada en mitad del mar por una estúpida norma.

[Martina]

No sé, yo creo que con una regla tan clara y estricta deberíamos respetarla. A mí no me da lugar a dudas.

[Marcos]

A lo mejor, el viento vuelve a soplar. Hasta hace una hora soplaba tanto viento que no nos hemos preocupado por el motor. Si rompemos las reglas, ya no tendrá solución. Deberíamos esperar a ver qué pasa.

[Alberto]

Si esperamos y no vuelve a hacer viento, estaremos en peor situación si cabe que ahora. Habremos perdido el tiempo y tendremos que usar el combustible de todos modos. No tenemos opción, hay que arrancar el motor y ya, o perderemos de todos modos.

[Marcos]

Deberíamos esperar un rato a ver qué pasa. Si rompemos la norma, no habrá vuelta atrás. Creo que en este barco, nada pasa al azar.

[Martina]

Si es una norma, deberíamos respetarla. Al fin y al cabo, que no se nos olvide para qué hemos venido.

[Susana]

Me da igual si es un juego o no, si ganamos o perdemos. Hay cosas más importantes. – Replica a Marcos

En este momento, se activa nuevamente el sistema de decisión. La Figura 16 representa las diferentes opciones de respuesta del participante en esta situación.

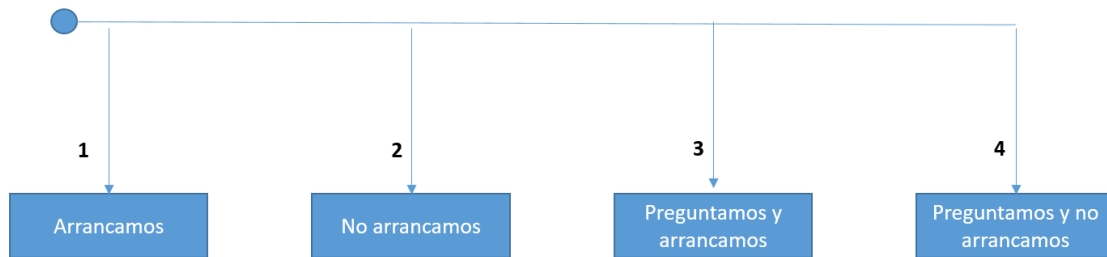


Figura 16. Diagrama de decisión en situación 6. ¹³

Situación 7. Supervivencia

Día 2. 17:15 pm. Soleado. Mar abierto.

Hay una calma aparente en cubierta. Martina y Susana se encuentran sentadas tomando el sol. Alberto y Marcos están ligeramente separados de ellas, hablando de cosas del barco. Aparentemente, Marcos está preguntándole algo a Alberto. Están suficientemente cerca para escuchar la conversación. Llegado un momento, los cuatro se ponen a hablar. Martina parece discutir con Alberto. Susana se mantiene al margen y Marcos parece intentar mediar en la discusión. Alberto señala a Susana, ésta se levanta y parece que todos discuten acaloradamente. Martina deja el grupo y con aparente tranquilidad se acerca al participante.

[Martina]

¿Me puedes dar mi botella de agua? – Pregunta con cara de póker – Sé que ya me he terminado la que me tocaba. Dame la que me toca esta noche, por favor.

Mientras tanto, el resto del grupo se ha acercado al participante.

[Alberto]

Ni hablar. No le corresponde más agua. Estamos todos aguantando la sed y ella está tomando el sol como si nada.

[Marcos]

Tenemos que intentar ser racionales con el agua. No sabemos hasta cuándo la vamos a necesitar y queda muy poca. Hay que tratar de ser más cuidadosos.

[Susana]

Tampoco es para tanto. Ha pasado vomitando toda la noche. Es normal que tenga que beber más agua. Dale la mía de esta noche. Yo me aguantaré sin beber.

[Alberto]

¹³ Siendo 1= ejecución, 2= no hacer nada, 3= comunicación y dar órdenes, 4= comunicación y consenso

Diseño y desarrollo de juego serio en entorno virtual

*Ni hablar. Te recuerdo que esta situación la has generado tú. Si estamos sin agua ni comida es por culpa tuya, así que deja de negociar con tu ración de agua. ¡Joder! ¡Que han estado tomando el sol toda la tarde!
¡Que espere hasta el siguiente reparto!*

[Susana]

Ya he pedido perdón mil veces. Perdí los nervios. ¡Deja ya de castigarme! Es mi agua. Si quiero dársela, se la doy. ¿No ves que la necesita?

[Alberto]

No es tu agua, es la de todos.

En este momento, se activa nuevamente el sistema de decisión. La Figura 17 representa las diferentes opciones de respuesta del participante en esta situación.

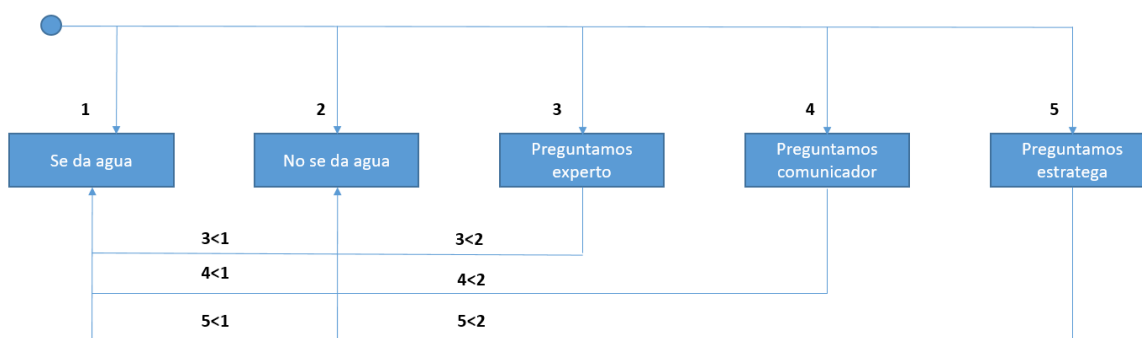


Figura 17. Diagrama de decisión en situación 7¹⁴

Situación 8. La tormenta

Día 2. 08:15 am. Cubierto y orcuró. Mar abierto.

La acción comienza en cubierta. Susana y Martina están en la bañera del barco¹⁵, recién levantadas. Marcos está observando el cielo. Alberto está en proa. Ha recogido el foque¹⁶. Sólo quedan la mayor y la mesana. Durante su guardia, ha visto caer el barómetro. Sabe que se avecina tormenta. Un golpe de viento muy fuerte escora el barco un poco.

[Alberto]

Será mejor que nos preparemos – Dice mientras se acerca al grupo.

[Marcos]

¿Qué pasa?

¹⁴ . Siendo 1= ejecución; 2=no hacer nada; 3,4,5=comunicación; 3.1, 4.2, 5.1= comunicación; 3.2, 4.1, 5.2=dar ordenes

¹⁵ Parte posterior del barco.

¹⁶ Conjunto de velas en un velero

[Alberto]

Vamos a tener tormenta.

[Martina]

¿Tormenta?

[Alberto]

Hace un buen rato que la veo venir.

[Martina]

Pero, ¿es peligroso?

[Alberto]

No tendría por qué, pero estoy yo solo...

[Martina]

¿Cómo que solo?

[Alberto]

Créeme, solo. Necesito que dos de vosotros os quedéis conmigo. Loos otros dos, bajad bajo y trincadlo todo. Cajones, armarios, cacerolas y os quedáis ahí.

[Martina]

¿Qué hagamos qué?

[Alberto]

Que sujetéis todo lo que esté suelto. Aseguraos de que nada puede moverse. Cerrad todas las puertas. Cerrad cualquier cosa por donde pueda entrar el agua. Y quedaos abajo. Aseguraos. Si veis algo que pueda moverse, lo trincáis.

[Susana]

¿Por qué nos tenemos que quedar abajo?

[Alberto]

No podemos estar los cinco en cubierta si no sabemos lo que hacer. Será más seguro para todos que arriba estemos los necesarios.

[Susana]

Yo prefiero estar abajo, aquí solo voy a molestar.

[Alberto]

¿Quién se queda arriba?

Poco a poco, aunque el mar quedara duro, ya no lloverá ni habrá relámpagos... el viento será más suave. La pantalla se funde en negro y aparece la imagen del barco con los dos personajes de abajo en la bañera y el mar tranquilo.

Susana está aún muy nerviosa todavía pero el otro personaje seleccionado para acompañar se presenta tranquilo.

En este momento, se activa nuevamente el sistema de decisión. La Figura 18 representa las diferentes opciones de respuesta del participante en esta situación, donde debe tomar decisiones sobre las órdenes de recogida y acciones que presenta el experto.

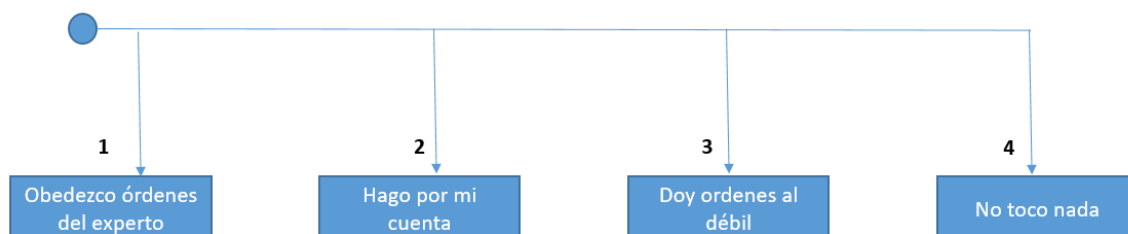


Figura 18. Diagrama de decisión en situación 8. ¹⁷

Situación 9. El duelo

Día 3 13:15 pm. Semi cubierto. Mar abierto.

Todos los personajes están en cubierta, callados y preocupados. Martina mira por todas partes, nerviosa.

[Martina]

¿Tienes idea de dónde estamos?

[Alberto]

Más o menos. Deberíamos ver tierra en cualquier momento.

[Susana]

¿Tierra? ¿Dónde? ¿Allí? ¿Allí? ¿Allí? No tienes ni idea de dónde estamos. Reconócelo.

[Alberto]

¡Esto no es una carretera en línea recta, ¿sabes? ¡Es mucho más complicado! Pero estoy seguro de que estamos casi llegando.

[Susana]

¿Cómo lo sabes? Dime, ¿cómo lo sabes? No tenemos un mapa decente. Después de la tormenta no sabes cuánto nos hemos desviado del rumbo.

[Alberto]

Llevo años navegando... ¿vas a venir tú a decirme lo que sé y lo que no sé?

[Susana]

¹⁷ Siendo 1: comunicación; 2: ejecución; 3: dar órdenes; 4: no hacer nada

Lo único que sé es que al oeste está el continente. No importa dónde estemos, pero está al oeste. ¡Tierra! Hemos ido muy lentos estos días. Si ponemos el motor a tope y encontramos viento a favor, llegaremos a tierra seguro. Al este no sabemos ni lo que hay. Si nos hemos desviado mucho... puede que ni encontremos la isla. ¡Tenemos que ir sobre seguro!

[Alberto]

Llevamos dos días en el mar. ¿Cuánto crees que vamos a tardar ahora en llegar de nuevo a la costa? No nos queda agua ni comida. No podemos llamar a nadie. Sólo podemos seguir hacia delante.

[Susana]

¿Pero cuánto? ¿Cuánto? ¿Tenemos que seguir hasta que se nos acabe el agua en medio de la nada? ¿Cuánto más?

[Alberto]

¡No lo sé, joder! ¡No podemos habernos desviado tanto! La tormenta nos desvió sólo un poco. Tenemos que seguir. Es la única posibilidad.

[Susana]

Reconoce que estamos perdidos. No tienes in idea de dónde vamos. Tu maldito orgullo nos va a dejar a la deriva.

[Marcos]

Tenemos que tomar una decisión. No podemos partir el barco en dos. Los que queráis seguir, levantad la mano

Martina y Alberto la levantan.

[Susana]

Yo quiero volver. Es lo único que sabemos seguro. Volvamos, por favor – Dice mirando al participante.

[Marcos]

No sé qué pensar. Todos tienen un poco de razón. Lo dejo en tus manos. Votaré lo que tú votes. – Dice al participante.

En este momento, se activa nuevamente el sistema de decisión. La Figura 19 representa las diferentes opciones de respuesta del participante en esta situación.

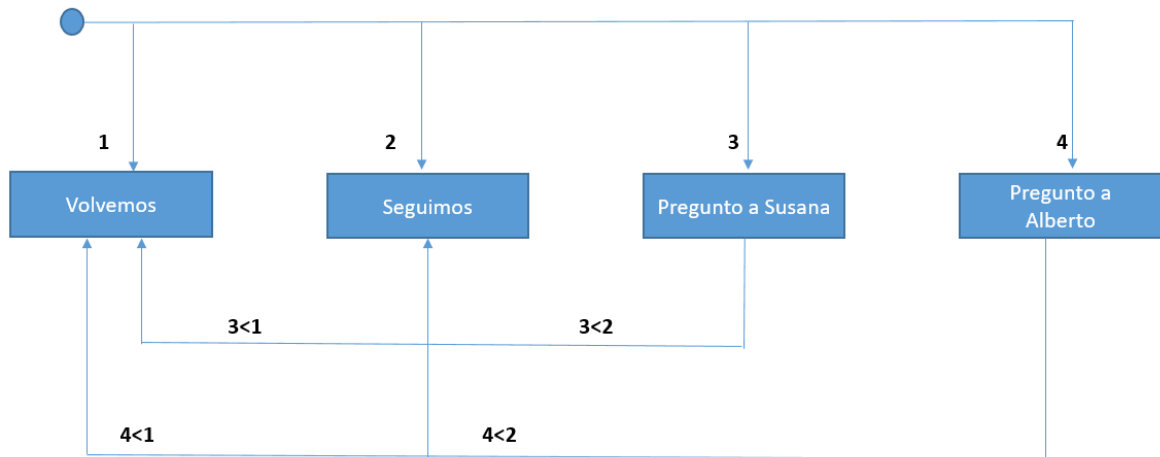


Figura 19. Diagrama de decisión en situación 9¹⁸

Decisión 1. Volver

[Alberto]

*No, no estoy de acuerdo. No pienso volver. Soy yo quien maneja el puto barco. No pienso dar la vuelta. –
Dice muy enfadado.*

[Susana]

¿Y qué vas a hacer? Dime. ¿Qué vas a hacer? ¿Atarnos? Somos mayoría.

[Alberto]

Apártate, estúpida... - Sigue muy enfadado.

Marcos interviene en la disputa entre ambos. En el forcejeo, Susana le empuja sin querer al intentar zafarse. Marcos cae y se rompe la pierna.

[Marcos]

¡Joder!

[Susana]

Lo siento Marcos, ha sido sin querer ¿Estás bien?

[Marcos]

¡Mierda! ¡Mierda! Me duele mucho

Marcos tiene visiblemente la pierna rota. Martina se acerca.

[Martina]

Se ha partido la pierna.

[Martina]

¹⁸ . Siendo 1 y 2= ejecución, 3 y 4: comunicación: 3<2 y 4<1=dar órdenes, 3<1 y 4<2: comunicación

¿Qué hacemos ahora? Tiene mala pinta. Necesitamos un médico ya. ¿Qué hacemos?

[Alberto]

Ahora más que nunca que tenemos que ir hacia delante. Tenemos que estar al llegar, hazme caso. No puede faltar mucho. Necesitamos ayuda.

[Susana]

No, todo esto es culpa tuya. ¡Joder, joder, joder! Lo siento.

El usuario elige una vez más entre volver o seguir.

Decisión 2. Seguir

[Susana]

¡No, por favor! No tiene sentido seguir. Si hacemos un esfuerzo podemos llegar a tierra con el combustible que queda... En un día estamos. La dirección es segura, no hay pérdida. Hacia delante no hay más que agua. Sí, habrá una isla o ¡mil! Pero no sabemos dónde o cuándo la encontraremos. Este tío nos va matar.

[Alberto]

Deja ya de marear. Ya hemos tomado una decisión. Has hecho imposible todo el maldito viaje. Si alguien ha estado a punto de matarnos has sido tú cuando tiraste la comida. Cállate ya, estúpida.

[Susana]

¿De qué vas?

Susana se abalanza. Marcos interviene en la disputa entre ambos. En el forcejeo, Susana le empuja sin querer al intentar zafarse. Marcos cae y se rompe la pierna.

[Marcos]

¡Joder!

[Susana]

Lo siento Marcos, ha sido sin querer ¿Estás bien?

[Marcos]

¡Mierda! ¡Mierda! Me duele mucho

Marcos tiene visiblemente la pierna rota. Martina se acerca.

[Martina]

Se ha partido la pierna.

[Martina]

¿Qué hacemos ahora? Tiene mala pinta. Necesitamos un médico ya. ¿Qué hacemos?

[Susana]

Ahora más que nunca que tenemos que volver. No podemos vagar a la deriva con Marcos así. Necesitamos un regreso seguro. Tenemos que volver.

[Alberto]

La isla debe estar delante de nuestras narices.

Situación 10. La isla

Día 3. 16:20 pm. Brumoso. Mar abierto.

Alberto está en proa. Susana, Martina y Marcos están descansando en cubierta. Marcos es atendido por Martina.

[Martina]

¡Chicos, mirad, mirad...! – Señala con el dedo – ¡Está ahí! ¡Está ahí!

[Susana]

¿Qué dices? ¿Dónde?

[Martina]

¡Hemos llegado! ¡Hemos llegado!

[Alberto]

No... Todavía no. Eso de ahí no es más que un islote.

[Martina]

¿Qué quieres decir?

[Alberto]

Que no es nuestra isla, pero la nuestra debe estar cerca.

[Susana]

Pero tenemos que bajar y buscar ayuda. ¡No nos pueden haber dejado tirados! Nos estarán buscando o algo. Bajemos y hagamos fuego. Sea o no sea nuestro destino, si ven fuego y humo nos verán y vendrán a ayudarnos. Tenemos que bajar.

[Alberto]

No podemos bajar así como así – Dice contenido – Debemos estar a una media hora de esa isla que veis. Tenemos que desviar el rumbo. Desconozco dónde se puede fondear en esta zona. Tenemos que ir con cuidado y no podemos acercarnos demasiado. Una vez fondeemos, hay que coger el bote e ir hasta allí y... seguramente volver – Dice resignado – En total, calcula un par de horas de tiempo para nada. Yo no bajo. Hay que seguir.

[Susana]

¿Me estás diciendo que vemos tierra y vamos a seguir navegando a cualquier parte? ¿Tú crees que Marcos puede esperar más tiempo?

[Alberto]

Si querían que viniéramos hasta aquí, no nos iban a llevar a un islote desierto – Dice con una calma forzadísima – Hacedme caso, tenemos que seguir. Lo debemos tener delante de las narices.

[Martina]

Ni hablar. Vamos a bajar aquí.

[Alberto]

Está bien. Bajad si queréis. Yo sigo adelante. Os acercaré un poco y seguiré.

[Martina]

Ok. De acuerdo. Separémonos en dos grupos. No me importa. Yo voy a la isla.

[Susana]

¿Cómo?... No. O bajamos todos o nadie. Ya no confío en nadie. O todos o ninguno.

En este momento, se activa nuevamente el sistema de decisión. La Figura 20 representa las diferentes opciones de respuesta del participante en esta situación.

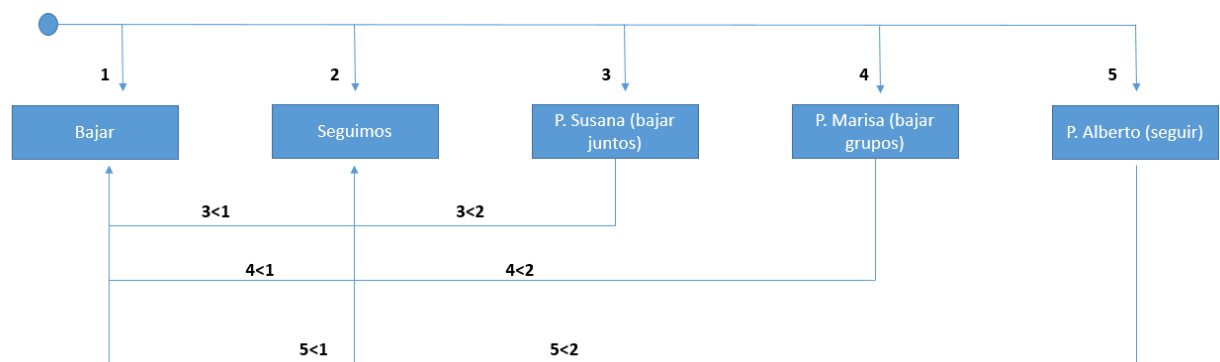


Figura 20. Diagrama de decisión en situación 10. ¹⁹

Tras esta decisión aparece una imagen del barco, y el logo del Neurosteps, la experiencia ha terminado.

A continuación, se presentan los modelos de competencia TOL/ROL y sus indicadores relativos. Para cada uno de los modelos de competencia presentamos un modelo gráfico de los indicadores (observables-tareas y datos recopilados del desempeño del usuario e inobservables- construcciones teóricas de liderazgo).

¹⁹ Siendo 1 y 2: ejecución; 3, 4 y 5: comunicación; 3<1, 4<1 y 5<2: comunicación con el grupo; 3<2, 4<2 y 5<1: dar ordenes

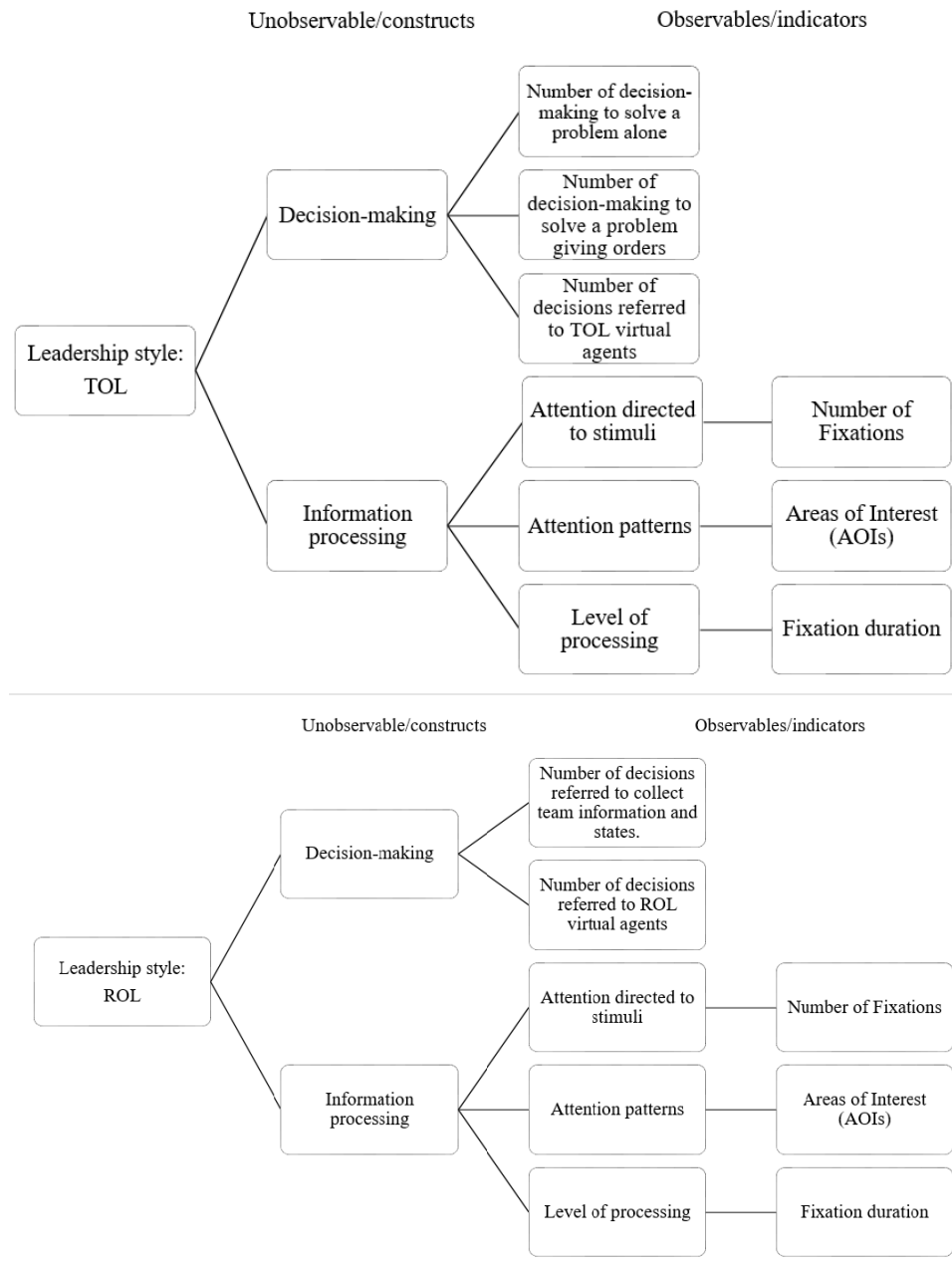


Figura 21. Constructos e indicadores de cada estilo de liderazgo

Comportamiento visual

Como se ha comentado, para determinar el estilo de liderazgo de los participantes se tuvo en cuenta también el comportamiento visual de los mismos. Para ello se definieron diversas áreas en personajes y objetos de cada una de las escenas de cada situación, en las cuales se analizaron los parámetros de comportamiento visual independientemente.

Para definir las áreas de interés en los personajes se consideraron no sólo los rasgos específicos de personalidad y competencias según los estilos ROL y TOL, representados en cada uno de los cuatro personajes, sino también el rol activo o pasivo que

desempeñase el personaje en cada escena. Para ello, se determinaron los diferentes roles que desempeñaban los personajes, y también objetos y escenario, en cada una de las situaciones. Específicamente, se diferenciaron entre roles básicos y roles comportamentales.

Los roles básicos hacen referencia a la acción básica de atención en el contexto, y se clasificaron en activo, pasivo o escenario. Los roles activos se refieren al centro de atención de la situación (por ejemplo, un personaje que habla, un objeto que se muestra, etc...). Los roles pasivos se refieren a personajes y/u objetos que no son el centro de la situación (por ejemplo, un personaje en segundo plano cuando está hablando otro). Los roles escenarios se refieren al resto de elementos que están en la escena, pero que no son ni objetos ni personajes. El objetivo de definir estos roles fue posibilitar interpretar aquellas situaciones en que la atención se focaliza en elementos que están fuera del foco atencional de la situación, lo cual podría indicar interés hacia la exploración del entorno. En la Figura 26 se presenta un ejemplo de roles básicos.

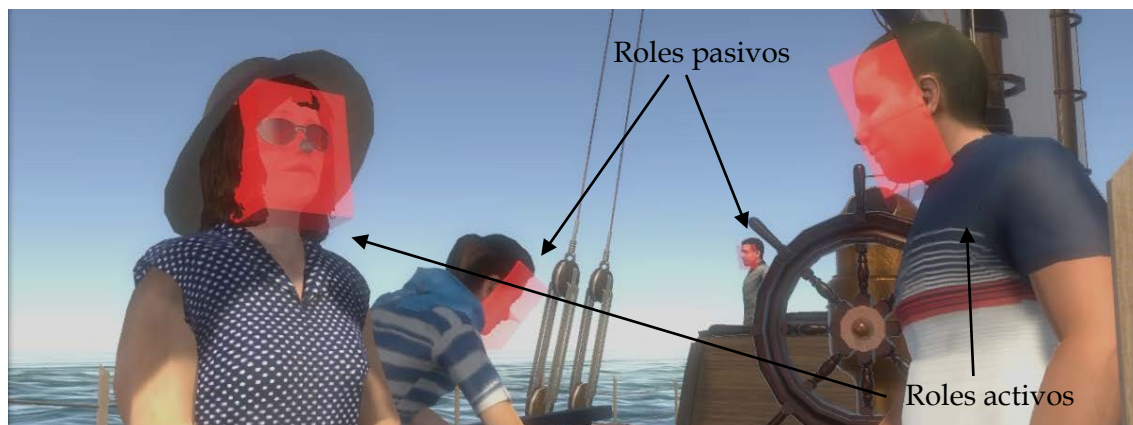


Figura 22. Ejemplo de roles básicos

Los roles comportamentales, por su parte, dependen de la situación y de las conductas que muestran los personajes en cada momento, por lo cambian a lo largo del juego. Se definieron cinco roles comportamentales, dependiendo de la situación y de los comportamientos específicos manifestados por cada agente virtual en cada situación durante el juego serio: a) rol informativo, aquellos elementos virtuales o personajes de los cuales el participante pudo obtener más información para tomar la decisión; b) rol de empatía, aquellos personajes que explícitamente piden o podrían necesitar ayuda emocional; c) rol de toma de decisiones, elementos o personajes con los que es posible tomar una decisión directa; d) roles autoritarios; y e) roles de apoyo, personajes con rasgos de personalidad específicos..

La Figura 23 muestra una escena de la Situación 1, en la que Susana pide volver al hotel a recoger algo de lo que no quiere hablar.

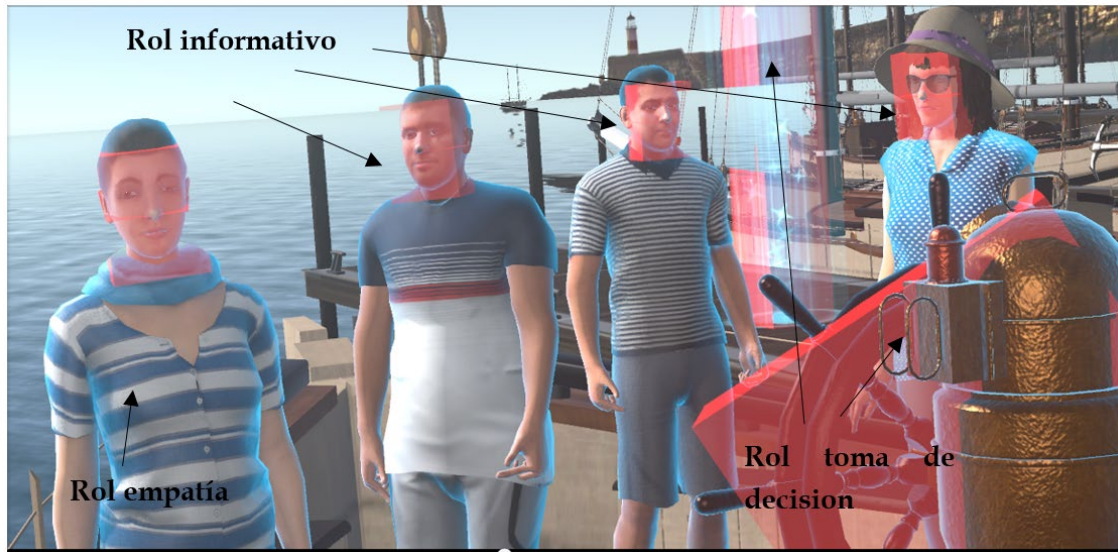


Figura 23. Ejemplo de roles comportamentales

Los roles comportamentales podrían aportar información adicional, ya que no sólo dependen del personaje, sino de la acción o situación en la que se encuentre. Independientemente de la toma de decisión que se lleve a cabo en este momento, resulta de gran interés el análisis visual que los participantes hacen de la escena.

Capítulo 4 . Estudio 2: Sensibilidad de medidas comportamentales y de actividad ocular durante la interacción con un juego serio de realidad virtual para discriminar estilos de liderazgo

Objetivo

El objetivo de este estudio fue determinar la sensibilidad para discriminar entre estilos de liderazgo TOL y ROL de las medidas comportamentales y de actividad ocular derivadas durante la interacción con un juego serio diseñado específicamente con tal fin, el cual se describe en el Capítulo 3. En concreto, se investigó el uso de las decisiones tomadas durante la interacción con el juego serio y las fijaciones visuales durante el mismo.

La hipótesis del presente estudio fue, coincidiendo con la tercera hipótesis secundaria de la tesis doctoral, que es posible discriminar entre estilos de liderazgo TOL y ROL mediante el análisis de variables comportamentales y atencionales elicítadas mientras se interacciona con un juego serio de realidad virtual.

Materiales y métodos

Participantes

Los centros de reclutamiento y criterios de participación fueron los mismos que en el Estudio 1 (ver Capítulo 2). Se contactó a los participantes del estudio y todos accedieron a participar en el nuevo estudio. Adicionalmente a estos participantes se reclutaron cuatro estudiantes, por lo que, finalmente, se incluyeron 56 sujetos, 24 mujeres y 32 hombres, todos ellos caucásicos, que tuvieron una edad media de 38,8 años. La muestra incluyó 40 profesionales de las mismas áreas, incluyendo la industria farmacéutica, banca y consultoría, y 16 estudiantes universitarios. La muestra fue igualmente caucásica y el nivel de educación fue universitaria en el caso de profesionales y preuniversitaria en el caso de estudiantes, ya que en todos los casos se trataban de estudiantes de último curso de carrera.

Instrumentación

Hardware

La actividad visual se midió utilizando el dispositivo de seguimiento ocular Tobii EyeX (Danderyd, Sweden) (Gibaldi et al., 2017). El sistema EyeX consiste en una barra de 31.8 x 2.0 x 1.5 cm y 91 g de peso que incorpora sensores de luz infrarroja que permiten detectar la actividad ocular de un sujeto situado entre 50-90 cm del dispositivo con una frecuencia de muestreo de 70 Hz (Figura 24).

Estudio 2. Sensibilidad de medidas comportamentales y de actividad ocular durante la interacción con un juego serio de realidad virtual para discriminar estilos de liderazgo



Figura 24: Dispositivo de registro de comportamiento visual

La estimulación audiovisual se facilitó mediante un portátil de 17 pulgadas con una resolución de 1920x1080 píxeles, que contaba con altavoces integrados y una tarjeta gráfica dedicada NVIDIA GeForce GT 740 y 2 GB de RAM (Figura 25).



Figura 25: Set de instrumentación

El uso de dispositivos inmersivos, como cascos de realidad virtual, se descartó previamente a la experimentación por diversos motivos, los cuales se explican a continuación. Primero, la duración de la interacción con el sistema, de aproximadamente 40 minutos, que, como se ha descrito anteriormente, incluyó 10 situaciones distintas en las cuales el usuario debía tomar un conjunto de decisiones, se consideró excesiva para garantizar la total comodidad de los participantes. Segundo, el registro de la actividad ocular impidió el uso de dispositivos inmersivos. Cabe destacar que los estudios se llevaron a cabo en 2017 y, por entonces, no existían soluciones robustas de *eye-tracking* integradas en dispositivos comerciales. Finalmente, se determinaron las metáforas de

interacción en base al recorrido de un cursor por la pantalla, controlable con el ratón, para una mejor experiencia con el sistema. La sustitución de la interacción con ratón por otras interfaces propias de RV podrían haber afectado a la experiencia.

Software

La interacción de los participantes con el entorno, determinada por la pulsación en botones y las opciones seleccionadas en cada toma de decisión del sistema, fue registrada por en entorno virtual.

Como se comentó en el capítulo anterior, para el diseño y desarrollo del juego serio se usó el motor de desarrollo para gráficos en tiempo real Unity versión 2.5 (San Francisco, California, EEUU).

Procedimiento

De manera análoga al Estudio 1, se solicitó a todos los participantes que no tomaran alcohol en las 12 h previas al estudio, ni café en las 4 h anteriores al mismo, de modo que el consumo de estas sustancias no interfiriera en sus respuestas cerebrales o psicofisiológicas (Massaro, S., & Pecchia, L., 2019). Todos los participantes refirieron no haber tomado drogas ni medicación en los últimos días.

La experimentación tuvo lugar en una sala experimental dedicada, libre de distractores. Todos los participantes fueron informados del propósito del estudio a su llegada. En primer lugar, se determinó el estilo de liderazgo de los participantes mediante el cuestionario *The Blake and Mouton Managerial Grid Leadership Self-Assessment Questionnaire* (Blake, 1964). Tras completar el cuestionario, los participantes se sentaron frente a una mesa en la que se había colocado previamente el portátil y el sistema de seguimiento visual. Los participantes se sentaron a una distancia promedio de 60 cm del dispositivo de *eye-tracking* para garantizar el correcto funcionamiento del sistema. Seguidamente, se calibró el sistema de seguimiento visual para cada participante, el cual consistió en mirar a una serie de puntos dispuestos por la pantalla. Finalmente, los participantes interactuaron con el juego desarrollado. Los participantes jugaron desde el principio al final del juego de manera ininterrumpida, lo que les llevó un tiempo variable pero aproximado de 40 minutos.

Análisis de los datos

Análisis de comportamiento

Se extrajeron 29 variables que definieron las decisiones tomadas por el participante a lo largo de las 10 situaciones diferentes. Estas variables definieron qué acción eligieron hacer en una situación particular, con qué personaje prefirieron realizar alguna acción, la cantidad de veces que preguntaron a los personajes en una situación particular, etc. (Tabla 6). Para ello, cada una de las variables se registró conjuntamente al instante temporal en que ocurrió el evento.

Estudio 2. Sensibilidad de medidas comportamentales y de actividad ocular durante la interacción con un juego serio de realidad virtual para discriminar estilos de liderazgo

| Grupo de variables | Definición | Número de variables |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|
| <i>Situaciones</i> | <i>Tomas de decisión</i> | 29 |
| S1 | S1Accion | 4 |
| | S1Pregunta | |
| | S1Personaje | |
| | S1Repeticion | |
| S2 | S2Accion1 | 3 |
| | S2Accion2 | |
| | S2Repeticion | |
| S3 | S3Accion | 1 |
| S4 | S4Accion | 4 |
| | S4Pregunta | |
| | S4AQuien | |
| | S4Secuencia | |
| S5 | S5Team | 5 |
| | S5AccionInicial | |
| | S5Almacen | |
| | S5Comida | |
| | S5LlaveFinal | |
| S6 | S6Decision | 2 |
| | S6Repeticion | |
| S7 | S7RoturasPercididas | 3 |
| | S7Bocina | |
| | S7RoturasIrreparablesPercibidas | |
| S8 | S8Apoyo1 | 3 |
| | S8Apoyo2 | |
| | S8ApoyoGeneral | |
| S9 | S9Unidos | 2 |
| | S9Apoyo | |
| S10 | S10Bajar | 2 |
| | S10Seguir | |

Tabla 6: Variables de tomas de decisión

Análisis de señal

Las fijaciones y su duración se determinaron mediante el kit de desarrollo EyeX SDK (Watford, Hertfordshire, WD18 9PX, United Kingdom) para el motor gráfico Unity. El SDK proporciona las fijaciones de los participantes en la pantalla. El número y duración de las fijaciones en cada área de interés definida fue calculado por el juego, identificando a qué elemento virtual correspondían y qué rol básico y comportamental tenía en ese momento. En total, se calcularon 56 variables de comportamiento visual asociadas a cuatro medidas diferentes (Tabla 7 y Tabla 8).

| Grupo de variables | Definición | Número de variables | |
|--------------------|---|---|---|
| Eye Tracking | Media de tiempo (s) | 9 | |
| | Rol del agente virtual al que el participante está mirando en el momento (autoritario, pasivo, activo...) | Media del número de fijaciones (n) | 9 |
| | | Media del tiempo de fijación (s) | 9 |
| | | Media del tiempo de la primera fijación (s) | 9 |
| | | Media de tiempo (s) | 5 |
| | | Media de número de fijaciones (n) | 5 |
| | Agente virtual al que el participante está mirando | Media del tiempo e fijación (s) | 5 |
| | | Media de tiempo de la primera fijación (s) | 5 |

Tabla 7. Descripción de las variables extraídas de las decisiones tomadas y el comportamiento del participante en cuanto al movimiento ocular durante el juego serio

| Métrica | Definición |
|--|---|
| Media de tiempo(s) | Media de tiempo que el participante está mirando a un elemento virtual/rol durante toda la experiencia. |
| Media de número de fijaciones (s) | Media de número de veces que el participante fija la mirada en un elemento virtual/rol durante toda la experiencia. |
| Media de tiempo de fijación (s) | Media de tiempo que dura cada fijación en un elemento virtual/rol durante toda la experiencia. |
| Media de tiempo de la primera fijación (s) | Tiempo hasta la primera fijación, es decir, tiempo que transcurre desde el inicio de la escena hasta la primera vez que los ojos se fijan en un elemento/rol virtual. Esta métrica define el tiempo medio hasta la primera fijación después de toda la experiencia. |

Tabla 8. Medidas de eye tracking extraídas durante el juego serio.²⁰

Análisis estadístico

De todos los participantes, uno no completó el cuestionario de liderazgo en su totalidad, por lo que se analizaron las respuestas de los 55 sujetos restantes. Se realizó un análisis de valores atípicos multivariados (Filzmoser, 2004) para detectar y eliminar a cualquier participante cuya puntuación de liderazgo pudiera considerarse extrema. Para ello, se calculó la distancia de Mahalanobis entre los participantes utilizando sus puntuaciones ROL y TOL. Se calculó la probabilidad de que esta distancia perteneciera a una distribución Chi-cuadrado. Si esta probabilidad resultó ser inferior a 0.01, las puntuaciones del participante se definieron como valores atípicos y, por lo tanto, se excluyó al participante de análisis adicionales. Después de estos análisis, se retiraron 4 participantes. Por lo tanto, el número final de participantes que permanecieron en el análisis fue 51.

Ambas subescalas de liderazgo se categorizaron en puntuaciones altas o bajas según la media de cada variable, ya que las puntuaciones en las escalas mostraron seguir una

²⁰ Una fijación se define como la acción de fijar la vista en un objeto/agente virtual en particular

Estudio 2. Sensibilidad de medidas comportamentales y de actividad ocular durante la interacción con un juego serio de realidad virtual para discriminar estilos de liderazgo distribución normal, lo que se confirmó con una prueba de Shapiro-Wilk. Se realizaron contrastes de hipótesis para encontrar cualquier diferencia estadísticamente significativa que pudiera estar relacionada con las puntuaciones de liderazgo. Para ello, utilizando la categorización de las puntuaciones de liderazgo para definir ambos grupos, se aplicaron diferentes pruebas estadísticas a las variables comportamentales y de actividad visual, en función de su naturaleza (numérica/categorica) y normalidad. Las diferencias entre los grupos de participantes identificados con estilos de liderazgo TOL y ROL en las variables numéricas se investigaron con pruebas *t* o pruebas de Wilcoxon, según su gaussianidad. Las diferencias en variables categóricas se investigaron con pruebas de Chi-cuadrado. El nivel de significación estadística se estableció en $\alpha < 0,05$.

Análisis de machine learning

Se utilizó *machine learning* para construir modelos de reconocimiento de liderazgo basados en el comportamiento registrado en el juego serio. Se consideraron los modelos *Generalized Linear Model*, *Support Vector Machines*, y *K-Nearest Neighbor*.

Primero, se realizó una selección de variables para reducir la dimensionalidad de los modelos. El número máximo de variables que pudo seleccionar un modelo se estableció en 15 para evitar el sobreajuste. Esta selección de características se realizó utilizando un contenedor secuencial hacia atrás (Doak, 1992). Este método comienza a construir un modelo, utilizando cualquier algoritmo de *machine learning* con todas las variables disponibles y midiendo su rendimiento para, en cada paso, eliminar una variable. La variable cuya eliminación aumenta más la medida de rendimiento (es decir, la Kappa de Cohen) se elimina del conjunto de variables que se utilizarán en el siguiente paso.

Una vez que se obtuvo el conjunto de mejores variables, se realizó el ajuste de hiperparámetros. Se optimizaron diferentes hiperparámetros para cada algoritmo de *machine learning* investigado (Tabla 7). Se evaluaron 10 valores de igual tamaño en el rango definido. Este ajuste fue limitado y no continuo, por lo que los hiperparámetros finales no podían ser óptimos, lo cual también podría ayudar a evitar el sobreajuste.

| Algoritmo | Parámetros | Valores |
|------------------|-------------------|------------------|
| GLM | Alpha | (0, 1) |
| SVM | C | $2^{(-10, 10)}$ |
| | Sigma | $2^{(-10, 10)}$ |
| kNN | K | (3, 5, 7, 9, 11) |

Tabla 9. Algoritmos de aprendizaje automático utilizados, hiperparámetros ajustados y valores probados. ²¹

Después de obtener el mejor conjunto de variables e hiperparámetros para cada algoritmo de *machine learning*, se entrenó y validó el modelo y se obtuvieron sus métricas. En concreto se investigó la precisión, Kappa de Cohen, sensibilidad (tasa de verdaderos positivos) y especificidad (tasa de verdaderos negativos). La selección de variables, el

²¹ Cada algoritmo representa una familia diferente de algoritmos

ajuste de hiperparámetros y la construcción de modelos se validaron mediante una validación cruzada repetida (5 *folds*, 2 veces).

Tanto los análisis estadísticos y de *machine learning* se realizaron en el *software* R (versión 3.6.1).

Resultados

Estilos de liderazgo

Los participantes puntuaron una media de $9,43 \pm 3,10$ en la subescala ROL y $6,64 \pm 2,19$ en TOL en el cuestionario administrado. La Tabla 10 muestra la distribución de participantes en los dos grupos en los que se dividieron estas subescalas, correspondientes a puntuaciones altas y bajas. El 55% de los participantes obtuvo una puntuación alta en la subescala ROL, mientras que el 49% de los participantes obtuvo una puntuación alta en la subescala TOL.

| Subescala | Nivel | N | Media | Desviación estandar | Significación |
|---|-------|----|-------|---------------------|---------------|
| <i>Liderazgo orientado a relaciones (ROL)</i> | Alto | 28 | 11.8 | 0.92 | <0.001 |
| | Bajo | 23 | 7.26 | 1.76 | |
| <i>Liderazgo orientado a tareas (TOL)</i> | Alto | 25 | 8.2 | 1.12 | <0.001 |
| | Bajo | 26 | 3.07 | 0.41 | |

Tabla 10. Estadística descriptiva y análisis estadístico de las subescalas de liderazgo de los participantes.²²

Sensibilidad de las medidas comportamentales y de actividad ocular para discriminar estilos de liderazgo

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuatro de las variables comportamentales y de actividad ocular entre los grupos de participantes con niveles altos y bajos de cada estilo de liderazgo (Tabla 11), las cuales se describen a continuación. Primero, la variable “S5Team” describe qué equipo eligió el participante en la Situación 5. Es decir, si el participante eligió coger la llave, es porque está ayudando a Alberto (team 1), si no la coge, ayuda a Susana (team 2), mientras que, si la opción es solo coger mi comida, no está uniéndose a ningún equipo. Segundo, la variable “PassiveRole_MeanTime” describe el tiempo de fijación medio del participante en los agentes virtuales con rol pasivo durante toda la interacción. Tercero, la variable “AOIMartina_MeanTime” describe el tiempo de fijación medio del participante en Martina, que tuvo un rol organizador, durante toda la interacción. Finalmente, la variable “SupportiveRole_MeanFixation” describe el número de fijaciones medio del participante en los agentes virtuales con rol de apoyo durante toda la interacción.

Los participantes con un alto nivel de liderazgo ROL tendieron a no elegir ningún equipo en la Situación 5, a mirar más tiempo a los agentes virtuales con rol pasivo y a mirar a

²² La columna del valor p proporciona la significancia de las diferencias estadísticas entre los participantes con puntajes altos y bajos en cada subescala de liderazgo

Estudio 2. Sensibilidad de medidas comportamentales y de actividad ocular durante la interacción con un juego serio de realidad virtual para discriminar estilos de liderazgo

Martina durante menos tiempo con respecto a los que tenían un nivel bajo. Los participantes con una puntuación ROL más baja eligieron con más frecuencia el equipo negativo en la Situación 5. Los participantes con un nivel más alto de liderazgo TOL realizaron más fijaciones en agentes virtuales con rol de apoyo que aquéllos que tenían nivel bajo.

| Variable | Subescala | Test | Significación | Nivel alto | Nivel bajo |
|------------------------------------|-----------|------------|---------------|-------------------------------|---------------------------------|
| <i>S5Team</i> | ROL | Chi-square | 0.040 | +: 7%, -: 7%, None: 86% | +: 13%, -: 26%, None: 61% |
| <i>PassiveRole_MeanTime</i> | ROL | Wilcoxon | 0.036 | 9.66 ± 1.06 | 9.02 ± 1.05 |
| <i>AOIMartina_MeanTime</i> | ROL | Wilcoxon | 0.047 | 1.02 ± 1.01 | 9.57 ± 1.09 |
| <i>SupportiveRole_MeanFixation</i> | TOL | T-test | 0.048 | 0.99 ± 0.40 | 0.80 ± 0.22 |

Tabla 11. Variables en las que se encontraron diferencias estadísticamente significativas relacionadas con el nivel de liderazgo.²³

El análisis de *machine learning* identificó modelos de reconocimiento de liderazgo para ROL y TOL, que lograron 79% y 76% de precisión, respectivamente (Tabla 10). Ambos modelos lograron un kappa superior a 0.5, lo que también se reflejó en el equilibrio entre la tasa de verdaderos positivos y negativos. Por lo tanto, los modelos permitieron identificar correctamente a los participantes con liderazgo TOL y ROL con más del 70% de precisión. En cuanto al número de característica seleccionadas, el modelo ROL utilizó 15 características, 9 de las cuales reflejaron decisiones tomadas por el participante (Tabla 11). De éstas, cuatro estuvieron relacionadas con la comunicación, cuatro con la ejecución y una con la indicación de órdenes. El modelo TOL seleccionó 10 características, de las cuales 7 estuvieron relacionadas con el rol de los agentes virtuales en los que los participantes realizaron fijaciones (Tabla 12).

Con relación a las características seleccionadas por el modelo para ROL, se puede observar una mayor tendencia a características relacionadas con las tomas de decisión, en su gran mayoría de comunicación. Estas características de comunicación están representadas con comportamientos como preguntar al equipo o algún miembro del mismo antes de tomar una decisión o modificar una decisión tras analizarlo conjuntamente con el equipo. Ambos estilos de comunicación son eficaces a la hora de tener en cuenta la opinión del equipo y por tanto relacionado con los comportamientos que se relacionan con el estilo ROL.

Con relación a las características seleccionadas por el modelo para TOL destacan comportamientos visuales, en su gran mayoría vinculados con los roles de los personajes.

| Subescala | Algoritmo | Decisiones | Rol | Agente virtual | Exactitud | Kappa | TPR | TNR |
|-----------|-----------|------------|-----|----------------|-----------|-------|------|------|
| ROL | kNN | 9 | 3 | 3 | 0.79 | 0.51 | 0.71 | 0.82 |
| TOL | GLM | 2 | 7 | 1 | 0.76 | 0.52 | 0.77 | 0.76 |

²³ La prueba realizada se seleccionó de acuerdo con la naturaleza de la variable

Tabla 12. Mejor modelo logrado para cada subescala de liderazgo y la categoría de características seleccionadas por ellas. Los valores mostrados por cada métrica son los valores medios de las iteraciones de validación cruzada repetidas 5x2

| Características del liderazgo orientado a relaciones | | |
|---|---|--|
| <i>Decisiones</i> | 9 | Situación 4: comunicación (preguntas en privado y tomas decisión) Situación 4: comunicación (preguntas al grupo y tomas la decisión) Situación 5: comunicación (cambio de actitud después de hablar con equipo) Situación 5: comunicación (cambio de actitud después de hablar con personaje) Situación 9: ejecución (tomo decisión de volver individualmente) Situación 9: ejecución (tomo la decisión de seguir individualmente) Situación 1: ejecución (tomo la decisión sin preguntar) Situación 3: ejecución (quito el teléfono y tomo decisión sin preguntar) Situación 7: dar órdenes (se prohíbe al equipo dar agua) |
| <i>ET: Rol</i> | 3 | Rol: tiempo medio Rol Empatía: tiempo medio primera fijacion Rol escenario: tiempo medio |
| <i>ET: AOI</i> | 2 | AOIMARTINA: tiempo medio (organizadora) AOISUSANA: tiempo medio (estratégica) |

Tabla 13. Selección de características del liderazgo orientado a relaciones

| Características del liderazgo orientado a tareas | | |
|---|---|---|
| <i>Decisiones</i> | 2 | Situación 4: comunicación (pregunto de forma privada y tomo decision) Situación 5: ejecución (tomo decisión sin preguntar) |
| <i>ET: Rol</i> | 7 | Rol apoyo: tiempo medio Rol apoyo: media número fijaciones Rol toma de decisión: tiempo medio Rol toma de decisión: tiempo medio de primera fijacion Rol informativo: tiempo medio Rol pasivo: tiempo medio de fijación Rol escenario: media número de fijaciones |
| <i>ET: AOI</i> | 1 | AOI MARCOS: tiempo medio (Comunicativo) |

Tabla 14. Selección de características del liderazgo orientado a tareas

Discusión

Este estudio investigó la sensibilidad para discriminar entre estilos de liderazgo TOL y ROL de las tomas de decisiones y fijaciones realizadas durante la interacción con un juego serio diseñado específicamente con este fin. Los resultados mostraron diferencias en diversas variables comportamentales y de actividad ocular entre los grupos de participantes con niveles altos y bajos de cada estilo de liderazgo, e identificaron

Estudio 2. Sensibilidad de medidas comportamentales y de actividad ocular durante la interacción con un juego serio de realidad virtual para discriminar estilos de liderazgo modelos de *machine learning* que permitieron clasificar a los participantes según su estilo de liderazgo con más del 70% de precisión.

Los hallazgos del estudio mostraron que el 55% de los participantes obtuvieron puntuaciones altas de liderazgo ROL, mientras que el 49% obtuvieron una puntuación alta de liderazgo TOL e identificaron diferencias significativas en los estilos de ROL y TOL altos y bajos. La interacción con el juego serio desarrollado mostró que ambos estilos se diferenciaron principalmente por medidas implícitas relacionadas con los patrones sociales de mirada. Específicamente, los participantes con un alto nivel de ROL tendieron a mirar más tiempo a los agentes virtuales cuando tuvieron un rol pasivo, mientras miraron al agente virtual organizador (Martina) por menos tiempo. Los participantes con un TOL más alto tendieron a fijar su vista más veces en agentes virtuales con rol solidario. Estos resultados parecen sugerir que el juego serio interactivo y dinámico es capaz de proporcionar comportamientos que reflejan la complejidad de los comportamientos de la vida real. Primero, y de acuerdo con el marco teórico de referencia, los comportamientos de los participantes con estilo ROL se relacionan con el apoyo a las personas y la motivación, fomentando la facilitación de la comunicación y reconociendo el trabajo en equipo (Anzalone, C. (2012), lo que viene apoyado en nuestros resultados por una mayor atención hacia roles pasivos y menos hacia roles organizadores. Segundo, los participantes con estilo TOL mostraron más atención a los avatares con rol de apoyo, lo que sugiere la importancia que estos individuos dan a la planificación y organización, así como a la monitorización del equipo (Manktelow, K., & Galbraith, N. (2012); Yukl, G., & Chavez, C. (2002). En otras palabras, aquellos que poseen un estilo de liderazgo con niveles más altos de ROL presentan conductas vinculadas con el análisis de roles pasivos, es decir, son sujetos que prestan más atención a aquellos roles pasivos centrándose más en el análisis de este tipo de personas, de modo que puedan entender y comprender aspectos mucho más generales de la situación para que la comprensión del equipo completo sea mayor y por tanto la comunicación con ellos sea fluida y más efectiva. En cuanto a las conductas de toma de decisiones, los participantes con mayor tendencia al estilo ROL tendieron a comunicarse más en situaciones de conflicto que en situaciones de resolución de problemas durante el juego (Tabla 13), aquellas situaciones en las cuales el conflicto era evidente, solían tomar la decisión de comunicarse con el equipo, mientras que en aquellas situaciones donde el conflicto era menor, la elección estaba más relacionada con la ejecución, sin tener en cuenta la opinión del equipo, ya que se centraban más en agilizar el proceso que en buscar consenso. Este resultado es coherente con la literatura existente sobre la tendencia de los líderes ROL a fomentar las relaciones positivas, la colaboración y el trabajo en equipo (Anzalone, C. 2012). Según nuestros resultados, las tomas de decisiones y las medidas implícitas durante la experiencia en el juego serio podrían identificar el estilo TOL y ROL, apoyando la primera hipótesis del estudio. Otro resultado interesante es que las tomas de decisiones parecen estar más relacionadas con estilos de liderazgo ROL y, por el contrario, los patrones de actividad ocular con estilos de liderazgo TOL.

El análisis mediante técnicas de *machine learning* confirmaron los resultados anteriores, logrando identificar los estilos de liderazgo a partir de medidas comportamentales y de actividad ocular con precisiones superiores al 75%. Como se mencionó anteriormente, el modelo de clasificación de estilos ROL se basó, principalmente, en las tomas de decisiones de los participantes, principalmente en aquellas relacionadas con la comunicación y la ejecución, las cuales consistieron en preguntar y recolectar información tanto del estado de los otros miembros del equipo, como del cargo u opinión que tiene. El objetivo de estos usuarios (con mayor ROL) era por tanto tener mayor conocimiento del estado del resto de personajes con el fin de poder tomar una decisión basada en el consenso y el equipo, favoreciendo el bienestar del grupo. Estos datos van en dirección con la definición concreta de un líder con alto ROL el cual deberá tener conocimiento de los participantes de su equipo para que la decisión sea lo más acorde al bienestar de los trabajadores. Esto es coherente con la literatura existente, pues la toma de decisiones de comunicación y por tanto colaboración y trabajo en equipo, ha sido relacionada principalmente con el estilo ROL (Anzalone, C., 2012). La toma de decisiones de ejecución, la cual consistió en tomar la iniciativa y elegir la opción de ejecución para resolver un problema en el juego serio, ha sido relacionada con ambos estilos (Casales, J. C. (1999), teniendo en cuenta que el predominio de un estilo de comunicación está vinculado con TOL o ROL, pero en ambos casos se presentan circunstancias contextuales que favorecen conductas individuales como es el caso de la ejecución. El modelo de clasificación de estilos TOL se basó, principalmente, en la actividad ocular, descrita en el juego serio por el número de fijaciones, que describe la atención dirigida a los estímulos, y por la duración de las fijaciones, que describe el nivel de procesamiento (Eckstein et al., 2017). La actividad ocular está relacionada con el análisis de la situación, al control de los estímulos presentes en el entorno y recopilación de información, no tanto vinculada al bienestar del equipo sino más bien a las diferentes opciones que se presentan en el contexto y como éstas puede favorecer o dificultar llegar a unos objetivos, aspecto similar al comportamiento vinculado en la literatura con líderes con TOL alto.

Las 7 características de actividad ocular relacionadas con los roles estuvieron principalmente centradas en roles conductuales según las situaciones y menos con el rol activo o pasivo en un momento específico de una situación, lo que sugiere que, según el problema a resolver, los individuos con mayor tendencia a estilos TOL centraron más su atención en las actitudes antes de tomar la decisión final. De hecho, el estilo de liderazgo TOL identifica a líderes más enfocados en conseguir tareas para lograr metas específicas de desempeño, cuyos principales comportamientos están relacionados con planificar los trabajos y los roles, organizar eficientemente los recursos y monitorizar el progreso dentro del equipo (Manktelow, K., & Galbraith, N. (2012); Yukl, G., & Chavez, C. (2002), aspecto que podría estar relacionado con la focalización de la atención en la recopilación de información para tomar decisiones planificadas en el juego serio.

La aplicación de una medida no intrusiva común de la neurociencia, como es la actividad ocular, y un entorno virtual para elicitación y medir las respuestas de los participantes en

Estudio 2. Sensibilidad de medidas comportamentales y de actividad ocular durante la interacción con un juego serio de realidad virtual para discriminar estilos de liderazgo situaciones complejas, podría ampliar la teoría que integra los estilos de toma de decisiones directivas y conductuales con la tarea y las relaciones sociales con la orientación al individuo (Camarer et al. 2005). La mayoría de los estudios empíricos hasta la fecha evalúan los comportamientos de los líderes y las respuestas basadas en decisiones usando medidas subjetivas de autoinforme (Brief, 1998, Simon, 1976). Este estudio está en línea de estudios como el de Hannah y colaboradores, los cuales también emplearon métodos de neurociencia organizacional para recoger tomas de decisión adaptativa en situaciones complejas del líder (Hannah, S. T. & Waldman, D. A. (2015). Dado que se teoriza que la toma de decisiones estratégica está relacionada con la complejidad cognitiva de un individuo (Iederan, Curşeu y Vermeulen, 2009), el uso de la actividad ocular podría ayudar a revelar respuestas socio-cognitivas, manifestadas a través del tiempo medio y el recuento de las fijaciones, ante una situación compleja. Por lo tanto, el presente estudio podría establecer una base neuropsicológica no intrusiva para la teoría del estilo de decisión de Rowe y Boulgarides (Rowe, A. J., & Boulgarides, J. D. (1992), además de ampliar los trabajos de Gerpott y colaboradores, quienes utilizaron la teoría de la atención social para estudiar a los líderes emergentes frente a los no emergentes usando patrones oculares (Gerpott, F. H., et al (2018). No en vano, estos autores sugirieron la realización de futuras investigaciones para probar otras suposiciones de comportamiento visual relacionadas con el liderazgo efectivo y este estudio contribuye a esta teoría, ya que aplica este método para identificar estilos de liderazgo. Además, esta investigación constituye un examen empírico de la taxonomía de investigación del comportamiento visual, propuesta por Meißner & Oll (Meißner, M., & Oll, J. (2019). Siguiendo esta taxonomía, el estudio utilizó las medidas de actividad ocular con el objetivo de elaborar constructos psicológicos relacionados con la excitación emocional.

Del mismo modo que se presentan implicaciones teóricas de nuestro estudio, las implicaciones del mismo en la práctica, radican en cómo, los fundamentos neurológicos del estilo de toma de decisiones de un individuo, pueden volver a capacitarse en los casos en que los comportamientos exhibidos son contraproducentes para el lugar de trabajo.

La aplicación práctica de los resultados del presente estudio se centra en el reentrenamiento de las conductas laborales negativas. Existe un debate en la neurociencia organizacional sobre la relevancia de la plasticidad cerebral en el reentrenamiento y el desarrollo del cerebro en el contexto de conductas laborales negativas (Balthazard, 2011; Lindebaum & Jordan, 2014). Diversos estudios han mostrado que las medidas fisiológicas y biológicas podrían ayudar a desarrollar intervenciones para abordar las conductas negativas (Scherbaum & Meade, 2013).

Los resultados del presente estudio deben interpretarse teniendo en cuenta el pequeño tamaño de la muestra, el cual podría comprometer la generalización de las conclusiones del mismo. Sin embargo, cabe señalar que el objetivo del estudio no fue lograr un modelo predictivo que pudiera aplicarse a una población general amplia, sino investigar la

posibilidad de utilizar los comportamientos registrados en un juego serio para reconocer estilos de liderazgo.

Capítulo 5 . Conclusiones y futuros trabajos

Las empresas viven actualmente momentos de incertidumbre, riesgo y caos. Una de las principales características del contexto socioeconómico actual es la innovación y el cambio. Esto ha llevado a un cambio de paradigma en la gestión organizacional de un modelo mecanicista taylorista a un paradigma más complicado basado en relaciones complejas no lineales. Por ello, hoy en día los líderes de las empresas deben poseer o desarrollar un conjunto de competencias horizontales diversas y complementarias tales como la resolución de problemas, el cuestionamiento del statu quo, la creatividad, la autogestión y el liderazgo de equipos, entre otras, que son cruciales para la propia organización.

Actualmente, existe un compromiso importante entre las actividades de formación y los métodos de evaluación de liderazgo, ya que la formación se centra en habilidades del siglo XXI (tales como la tenacidad, la resiliencia, la empatía social y la resolución creativa de problemas) mientras que la evaluación sigue centrándose en metodologías del siglo XX.

Hasta la fecha, la mayoría de los constructos teóricos utilizados en gestión y organización, tales como el liderazgo, se basan en medidas explícitas, como el autoinforme y las entrevistas. Sin embargo, avances recientes en neurociencia muestran que la mayoría de los procesos cerebrales que regulan nuestras emociones, actitudes y comportamientos están fuera de nuestra conciencia. Es decir, son procesos implícitos que ningún ser humano puede verbalizar a diferencia de los procesos explícitos.

Existe una creciente evidencia científica que indica que gran parte del procesamiento cerebral que ocurre en el comportamiento en las organizaciones está fuera de la conciencia y, por lo tanto, son procesos implícitos que muchas veces el propio sujeto no es capaz de verbalizar ya que no es consciente de ellos. Esto no significa que el uso de medidas implícitas sea el único método válido, sino que el comportamiento humano en su complejidad no puede ser interpretado únicamente por verbalizaciones e interpretaciones conscientes de las personas.

Por todo ello, se cuestionan cada vez más las técnicas tradicionales basadas en medidas explícitas. En un artículo reciente titulado “Cómo conseguir trabajo en Google”, Lazlo Bock, vicepresidente senior de operaciones de personas en Google, afirmaba que “evaluar las habilidades de liderazgo es mucho más difícil y algo casi imposible de averiguar en una entrevista” (Friedman, T. L., 2014)

En los últimos años, se han propuesto una serie de metodologías, que, bajo el término de neurociencia organizacional, combinan técnicas de neurociencia y gestión organizacional para comprender, entrenar y medir mejor las capacidades horizontales requeridas por el líder moderno. Sin embargo, las técnicas de neurociencia

organizacional para medir procesos implícitos se están aplicando en situaciones reales, con la consiguiente pérdida de control de las variables contextuales que pueden afectar a las mediciones. También se están utilizando en laboratorios, donde es imposible reproducir el complejo contexto cotidiano de la empresa, lo que se traduce en una baja validez ecológica.

El presente trabajo pretende por tanto presentar alternativas a las medidas explícitas y disminuir los sesgos que éstas pueden presentar en la medición de comportamientos de liderazgo, poniendo de manifiesto la creciente necesidad actual del uso de metodologías mucho más adaptadas al estudio del comportamiento humano desde un punto de vista cerebral e implícito a través del uso de medidas naturales en contextos realistas usando la realidad virtual y técnicas de análisis de respuestas psicofisiológicas.

Los resultados del primer estudio han demostrado que, mediante el uso de métodos neuropsicológicos y comportamentales en entornos de estimulación emocional y contexto virtual, es posible hacer una discriminación efectiva entre estilos de liderazgo ROL y TOL.

En concreto, las medidas de EEG y asimetría frontal poseen la capacidad de discriminar el estilo ROL, pero no el estilo TOL. Del mismo modo, los resultados demuestran que las técnicas de aprendizaje máquina posibilitan la diferenciación de variables neurofisiológicas relacionadas con cada uno de los estilos Rol y TOL.

Adicionalmente, los resultados del segundo estudio demuestran que el uso de juegos serios 3D, permite originar conductas relacionadas con el estilo de liderazgo, estableciendo ciertas coherencias entre comportamientos y estilos usando un diseño centrado en la evidencia. La capacidad de estimular y favorecer comportamientos que permiten la discriminación entre TOL y ROL se ha comprobado eficazmente mediante el análisis de distintas tomas de decisión según el estilo predominante.

Por otra parte, dicho estudio ha demostrado también que el uso de medidas comportamentales no intrusivas basadas en la toma de decisiones, concretamente el comportamiento visual (eye tracking) permiten discriminar entre estilos de liderazgo TOL y ROL y capturar las reacciones diferenciales de sujetos cuando se exponen a situaciones que requieren comportamientos de liderazgo concretos. Concretamente los sujetos que presentaron niveles superiores en ROL miraban más a agentes virtuales con rol pasivo mientras que los participantes con TOL más alto miraban más a agentes virtuales con rol solidario permitiendo discriminar entre ambos estilos.

Se ha subrayado anteriormente que el especial interés que se muestra en las medidas implícitas no invalida las técnicas más tradicionales basadas en medidas explícitas. El presente trabajo, aboga por un equilibrio adecuado entre medidas implícitas y explícitas para mejorar sustancialmente los modelos de evaluación de estilos de liderazgo.

En un futuro cercano, se hipotetiza que los especialistas y consultores de recursos humanos utilizarán de forma rutinaria los sistemas de realidad virtual para permitir que

Conclusiones y futuros trabajos

los líderes desarrollen mejor sus capacidades. Como el participante se enfrentará a situaciones virtuales similares a las que tiene que afrontar a diario en el ámbito laboral, será posible obtener métricas en tiempo real de constructos psicológicos muy relevantes para cualquier líder. Esta capacidad de medición en tiempo real fomentará el desarrollo de arquitecturas de *neurofeedback* que, a su vez, modificarán las situaciones presentadas en tiempo real, con el fin de dotar a los líderes de sistemas de tutorización inteligente que les permitan mejorar sus capacidades. Si solo se utilizaran medidas explícitas, no sería posible desarrollar métodos de *neurofeedback* que permitieran adaptar el entorno virtual en tiempo real a los estados emocionales y cognitivos del usuario; la sensación de presencia en el entorno virtual se vería afectada negativamente cuando los sujetos verbalizaran sus procesos cerebrales internos y esto, a su vez, afectaría negativamente a la validez ecológica de las medidas y entrenamientos realizados.

Futuros estudios podrían combinar registros de la actividad cerebral y uso de tecnologías de estimulación avanzadas como la RV inmersiva y del procesamiento de datos, como las técnicas de aprendizaje máquina (*machine learning*), también utilizadas en el presente estudio.

También sería de interés investigar los comportamientos de los líderes más allá de los estilos ROL y TOL, e incluir el liderazgo transformacional y los mecanismos cognitivos asociados.

Finalmente, para extender el uso de la RV y la neurociencia organizacional, se sugiere el uso de humanos virtuales para simular encuentros interpersonales durante los procesos de selección y entrevista de trabajo. Los recientes avances en técnicas hiperrealistas de RV junto con técnicas de *machine learning*, van a permitir simular complejos comportamientos verbales y no verbales en humanos virtuales, lo cual, va a permitir sin duda, revolucionar el campo de la evaluación de capacidades horizontales, tales como el liderazgo.

Diseminación de los resultados de la tesis

Artículos en revistas científicas

Alcañiz, M., Parra, E., & Chicchi Giglioli, I. A. (2018). Virtual reality as an emerging methodology for leadership assessment and training. *Frontiers in psychology*, 9, 1658.

Parra, E., Chicchi Giglioli, I. A., Philip, J., Carrasco-Ribelles, L. A., Marín-Morales, J., & Alcañiz Raya, M. (2021). Combining Virtual Reality and Organizational Neuroscience for Leadership Assessment. *Applied Sciences*, 11(13), 5956.

Parra, E., García Delgado A, Carrasco-Ribelles LA, Chicchi Giglioli IA, Marín-Morales J, Giglio C and Alcañiz Raya M (2022) Combining Virtual Reality and Machine Learning for Leadership Styles Recognition. *Front. Psychol.* 13:864266.

Artículos en conferencias científicas

Parra, E., Juan Ripoll, C. D., Alcañiz Raya, M., & Chicchi Giglioli, I. A. (2018). Individuals' Variables in Cognitive Abilities Using a Narrative Serious Game. In *Joint International Conference on Serious Games* (pp. 109-119). Springer, Cham.

AlcañizRaya, M., Parra, E., Philip, J., Gomez-Zaragoza, L., Marín-Morales, J., and Delgado A.G., 2022. Neuroscience & HRM: Comparing the Semantics of Vocal Responses in Face-to-Face and VR Job Interviews. Accepted for presentation at the Academy of Management (AOM) annual meeting in Seattle, Washignton. **Best Paper within the AOM Organizational Neuroscience (NEU) division.*

Capítulos de libros

Parra, E.; Alcañiz M.; Giglio C.; Chicchi I.E (2022). Use of XR Technologies for the Assessment and Training of Leadership Skills. In Alcañiz M.; Sacco M.; Tromp J.G. (Eds). *Roadmapping Extended Reality Fundamentals and Applications* (pp. 321-331). Beverly, MA: Wiley Scrivener Publishing

Financiación

El trabajo realizado en la presente tesis doctoral ha sido parcialmente financiado por el proyecto “NEUROSTEPS: Advanced THERapeutical tools for meNtal hEAlth (DPI2016-77396-R)” del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (Madrid, España).

Bibliografía

- Abrisqueta-Gomez, J., Bueno, O. F. A., Oliveira, M. G. M., & Bertolucci, P. H. F. (2002). Recognition memory for emotional pictures in Alzheimer's patients. *Acta Neurologica Scandinavica*, 105(1), 51-54.
- Adair, J., & Menezo Garcia, D. (2014). El liderazgo según Confucio: principios eternos y universales para liderar mejor. *Confucius on leadership* (No. 658.3 Ad111 Ej. 1 024701). Empresa Activa
- Adolphs, R. (2010). What does the amygdala contribute to social cognition?. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1191(1), 42.
- Adolphs, R., & Spezio, M. (2009). Social cognition.
- Agle, B. R., Nagarajan, N. J., Sonnenfeld, J. A., & Srinivasan, D. (2006). Does CEO charisma matter? An empirical analysis of the relationships among organizational performance, environmental uncertainty, and top management team perceptions of CEO charisma. *Academy of management journal*, 49(1), 161-174.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211
- Alcañiz Raya, M., Marín-Morales, J., Minissi, M. E., Teruel Garcia, G., Abad, L., & Chicchi Giglioli, I. A. (2020). Machine learning and virtual reality on body movements' behaviors to classify children with autism spectrum disorder. *Journal of clinical medicine*, 9(5), 1260.
- Alcañiz, M., Rey, B., Tembl, J., & Parkhutik, V. (2009). A neuroscience approach to virtual reality experience using transcranial Doppler monitoring. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 18(2), 97-111.
- Alles, M. (2007). *Dirección Estratégica de Recursos Humanos: Gestión por competencias*. Buenos Aires: Granica
- Almond, R., Steinberg, L., & Mislevy, R. (2002). Enhancing the design and delivery of assessment systems: A four-process architecture. *The Journal of Technology, Learning and Assessment*, 1(5).
- Alvarez, M. C. G., Manrique-Losada, B., & Gasca-Hurtado, G. P. (2015). Assesment proposal of soft skills in software engineering through university-industry collaboration projects. *Revista Educación en Ingeniería*, 10(19), 131-140.
- Alvarez, R. P., Johnson, L., & Grillon, C. (2007). Contextual-specificity of short-delay extinction in humans: renewal of fear-potentiated startle in a virtual environment. *Learning & Memory*, 14(4), 247-253.

- Amodio, D. M., & Frith, C. D. (2006). Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nature reviews neuroscience*, 7(4), 268-277.
- Antonakis, J., Bendahan, S., Jacquart, P., & Lalive, R. (2010). On making causal claims: A review and recommendations. *The leadership quarterly*, 21(6), 1086-1120.
- Argote, L., & Miron-Spektor, E. (2011). Organizational learning: From experience to knowledge. *Organization science*, 22(5), 1123-1137.
- Armstrong, C. M., Reger, G. M., Edwards, J., Rizzo, A. A., Courtney, C. G., & Parsons, T. D. (2013). Validity of the Virtual Reality Stroop Task (VRST) in active duty military. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 35(2), 113-123.
- Avolio, B. J., Walumbwa, F. O., & Weber, T. J. (2009). Leadership: Current theories, research, and future directions. *Annual review of psychology*, 60, 421-449
- Baas, J. M. P., Van Ooijen, L., Goudriaan, A., & Kenemans, J. L. (2008). Failure to condition to a cue is associated with sustained contextual fear. *Acta psychologica*, 127(3), 581-592.
- Balconi, M., & Vanutelli, M. E. (2017). Cooperation and competition with hyperscanning methods: review and future application to emotion domain. *Frontiers in computational neuroscience*, 11, 86.
- Balthazard, P. A., & Thatcher, R. W. (2015). Neuroimaging modalities and brain technologies in the context of organizational neuroscience. In *Organizational neuroscience*. Emerald Group Publishing Limited.
- Balthazard, P. A., Waldman, D. A., Thatcher, R. W., & Hannah, S. T. (2012). Differentiating transformational and non-transformational leaders on the basis of neurological imaging. *The Leadership Quarterly*, 23(2), 244-258.
- Baños, R. M., Botella, C., Rubió, I., Quero, S., García-Palacios, A., & Alcañiz, M. (2008). Presence and emotions in virtual environments: The influence of stereoscopy. *CyberPsychology & Behavior*, 11(1), 1-8.
- Barsade, S. G., Ramarajan, L., & Westen, D. (2009). Implicit affect in organizations. *Research in organizational behavior*, 29, 135-162.
- Bass, B. M. (1985). *Leadership and performance beyond expectations*. New York: Free Press
- Bass, B. M., & Stogdill, R. M. (1990). *Bass & Stogdill's handbook of leadership: Theory, research, and managerial applications*. Simon and Schuster.
- Baumeister, R. F., Vohs, K. D., & Funder, D. C. (2007). Psychology as the science of self-reports and finger movements: Whatever happened to actual behavior?. *Perspectives on psychological science*, 2(4), 396-403.

- Becchio, C., Sartori, L., & Castiello, U. (2010). Toward you: The social side of actions. *Current Directions in Psychological Science*, 19(3), 183-188.
- Becker, S. M. W. J., Cropanzano, R., Sanfey, A. G., & From, J. S. C. (2011). Organizational Neuroscience. *Monographs in Leadership and Management*, 7, 189-211.
- Becker, W. J., & Cropanzano, R. (2010). Organizational neuroscience: The promise and prospects of an emerging discipline. *Journal of Organizational Behavior*, 31(7), 1055-1059.
- Bellotti, F., Kapralos, B., Lee, K., Moreno-Ger, P., & Berta, R. (2013). Assessment in and of serious games: an overview. *Advances in human-computer interaction*, 2013.
- Beugré, C. D. (2010). 15. Brain and human behavior in organizations: a field of neuro-organizational behavior. *Neuroeconomics and the firm*, 289.
- Beugré, C. D. (2018). *The neuroscience of organizational behavior*. Edward Elgar Publishing.
- Biocca, F. (1997). The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in Virtual Environments [1]. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2), 0-0.
- Blake, R. R., Mouton, J. S., & Sloma, R. L. (1965). The union-management intergroup laboratory: Strategy for resolving intergroup conflict. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 1(1), 25-57.
- Bohil, C. J., Alicea, B., & Biocca, F. A. (2011). Virtual reality in neuroscience research and therapy. *Nature reviews neuroscience*, 12(12), 752-762.
- Bono, J. E., & Judge, T. A. (2004). Personality and transformational and transactional leadership: a meta-analysis. *Journal of applied psychology*, 89(5), 901
- Boyatzis, R. E., Boyatzis, R., & McKee, A. (2005). *Resonant leadership: Renewing yourself and connecting with others through mindfulness, hope, and compassion*. Harvard Business Press.
- Boyatzis, R. E., Passarelli, A. M., Koenig, K., Lowe, M., Mathew, B., Stoller, J. K., & Phillips, M. (2012). Examination of the neural substrates activated in memories of experiences with resonant and dissonant leaders. *The Leadership Quarterly*, 23(2), 259-272.
- Boyatzis, R. E., Rochford, K., & Jack, A. I. (2014). Antagonistic neural networks underlying differentiated leadership roles. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 114.
- Bradley, B. P., Mogg, K., Falla, S. J., & Hamilton, L. R. (1998). Attentional bias for threatening facial expressions in anxiety: Manipulation of stimulus duration. *Cognition & emotion*, 12(6), 737-753.

- Bradley, B. P., Mogg, K., Millar, N., Bonham-Carter, C., Fergusson, E., Jenkins, J., & Parr, M. (1997). Attentional biases for emotional faces. *Cognition & Emotion*, 11(1), 25-42.
- Brief, A. P. (1998). *Attitudes in and around organizations* (Vol. 9). Sage.
- Bryman, A., Stephens, M., & a Campo, C. (1996). The importance of context: Qualitative research and the study of leadership. *The Leadership Quarterly*, 7(3), 353-370.
- Bunderson, C. V. (1989). The validity of the Herrmann Brain dominance instrument. *The creative brain*, 337-379.
- Butler, M. J. R., O'Broin, H. L. R., Lee, N., Senior, C. (2016). How organizational cognitive neuroscience can deepen understanding of managerial decision-making: A review of the recent literature and future directions. *International Journal of Management Reviews*, 18(4), 542-559.
- Byar, D. P., Simon, R. M., Friedewald, W. T., Schlesselman, J. J., DeMets, D. L., Ellenberg, J. H., ... & Ware, J. H. (1976). Randomized clinical trials: perspectives on some recent ideas. *New England Journal of Medicine*, 295(2), 74-80.
- C. Senior and M.J.R. Butler (eds) (2007). *The Social Cognitive Neuroscience of Organizations*. Boston, MA: Blackwell Publishing
- Camerer, C. F. (2013). A review essay about *Foundations of Neuroeconomic Analysis* by Paul Glimcher. *Journal of Economic Literature*, 51(4), 1155-82.
- Caplin, A., Dean, M., Glimcher, P. W., & Rutledge, R. B. (2010). Measuring beliefs and rewards: a neuroeconomic approach. *The quarterly journal of economics*, 125(3), 923-960.
- Carlyle, T. (1840). Lecture I. The Hero as Divinity. Odin. Paganism: Scandinavian Mythology. On heroes, hero-worship, and the heroic in history.
- Carter, E. J., and Pelphrey, K. A. (2008). Friend or foe? Brain systems involved in the perception of dynamic signals of menacing and friendly social approaches. *Soc. Neurosci.* 3, 151-163.
- Casales, J. C. (1999). Cuestionario para la medición del estilo de liderazgo manual de utilización: forma B. *Revista Cubana de psicología*, 16(1), 70-90.
- Cassady, J. C. (2004). The impact of cognitive test anxiety on text comprehension and recall in the absence of external evaluative pressure. *Applied Cognitive Psychology*, 18(3), 311-325.
- Chemers, M. M. (1997). *Leadership, change, and organizational effectiveness*. University of California, Santa Cruz.

- Clements, A., Buyer, M., & Uhrig, D. (2011). *Your brain and business: the neuroscience of great leaders/Srinivasan Pillay*. p. cm. ISBN-13: 978-0-13-706444-1 (hardback: alk. paper) ISBN-10: 0-13-706444-6.
- Colomer Granero, A., Fuentes-Hurtado, F., Naranjo Ornedo, V., Guixeres Provinciale, J., Ausín, J. M., & Alcaniz Raya, M. (2016). A comparison of physiological signal analysis techniques and classifiers for automatic emotional evaluation of audiovisual contents. *Frontiers in computational neuroscience*, 10, 74.
- Conger, R. D., Conger, K. J., Elder Jr, G. H., Lorenz, F. O., Simons, R. L., & Whitbeck, L. B. (1992). A family process model of economic hardship and adjustment of early adolescent boys. *Child development*, 63(3), 526-541.
- Craig, A., Tran, Y., Hermens, G., Williams, L. M., Kemp, A., Morris, C., & Gordon, E. (2009). Psychological and neural correlates of emotional intelligence in a large sample of adult males and females. *Personality and Individual Differences*, 46(2), 111-115.
- Crawford, J. A., & Kelder, J. A. (2019). Do we measure leadership effectively? Articulating and evaluating scale development psychometrics for best practice. *The Leadership Quarterly*, 30(1), 133-144.
- Damas-López, J., Rodríguez, J. F. M., & Carrión, J. L. (2005). Patrón neurofisiológico del retraso mental: Estudio de un caso con electroencefalografía cuantitativa. *Revista española de neuropsicología*, 7(2), 135-149.
- Davidson, R. J. (2004). Well-being and affective style: neural substrates and biobehavioural correlates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359(1449), 1395-1411.
- Davidson, R. J., & Irwin, W. (1999). The functional neuroanatomy of emotion and affective style. *Trends in cognitive sciences*, 3(1), 11-21.
- De Klerk, S., Veldkamp, B. P., & Eggen, T. (2015, June). The psychometric evaluation of a summative multimedia-based performance assessment. In *International Computer Assisted Assessment Conference* (pp. 1-11). Springer, Cham.
- De Pascalis, V., Cozzuto, G., Caprara, G. V., & Alessandri, G. (2013). Relations among EEG-alpha asymmetry, BIS/BAS, and dispositional optimism. *Biological psychology*, 94(1), 198-209.
- Deinert, A., Homan, A. C., Boer, D., Voelpel, S. C., & Gutermann, D. (2015). Transformational leadership sub-dimensions and their link to leaders' personality and performance. *The Leadership Quarterly*, 26(6), 1095-1120
- Denis, J. L., Langley, A., & Sergi, V. (2012). Leadership in the plural. *Academy of Management Annals*, 6(1), 211-283.

- Di Ferdinando, A., Schembri, M., Ponticorvo, M., & Miglino, O. (2015, June). Agent based modelling to build serious games: The learn to lead game. In *International Work-Conference on the Interplay Between Natural and Artificial Computation* (pp. 349-358). Springer, Cham.
- Dickerson, S. S., & Kemeny, M. E. (2004). Acute stressors and cortisol responses: a theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychological bulletin*, 130(3), 355.
- Diemer, J., Alpers, G. W., Peperkorn, H. M., Shiban, Y., & Mühlberger, A. (2015). The impact of perception and presence on emotional reactions: a review of research in virtual reality. *Frontiers in psychology*, 6, 26.
- Doak, J. (1992). An evaluation of feature selection methods and their application to computer security. Technical Report CSE-92-18.
- Dolan, P., Galizzi, M. M., & Navarro-Martinez, D. (2015). Paying people to eat or not to eat? Carryover effects of monetary incentives on eating behaviour. *Social Science & Medicine*, 133, 153-158.
- Duffy, E. (1951). The concept of energy mobilization. *Psychological Review*, 58(1), 30.
- Dulewicz, V., & Higgs, M. (2003). Leadership at the top: The need for emotional intelligence in organizations. *The International Journal of Organizational Analysis*.
- Dulewicz, V., & Higgs, M. (2005). Assessing leadership styles and organisational context. *Journal of managerial Psychology*.
- Durantín, G., Gagnon, J. F., Tremblay, S., & Dehais, F. (2014). Using near infrared spectroscopy and heart rate variability to detect mental overload. *Behavioural brain research*, 259, 16-23.
- Eckstein, M. K., Guerra-Carrillo, B., Singley, A. T. M., & Bunge, S. A. (2017). Beyond eye gaze: What else can eyetracking reveal about cognition and cognitive development?. *Developmental cognitive neuroscience*, 25, 69-91.
- Egloff, B., & Schmukle, S. C. (2002). Predictive validity of an implicit association test for assessing anxiety. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83(6), 1441.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review*, 14(4), 532-550.
- El Rhalibi, A., Baker, N., & Merabti, M. (2005, June). Emotional agent model and architecture for NPCs group control and interaction to facilitate leadership roles in computer entertainment. In *Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology* (pp. 156-163).

- Ensari, N., Riggio, R. E., Christian, J., & Carslaw, G. (2011). Who emerges as a leader? Meta-analyses of individual differences as predictors of leadership emergence. *Personality and Individual Differences*, 51(4), 532-536.
- Evans, M. G. (1996). RJ House's "A path-goal theory of leader effectiveness". *The Leadership Quarterly*, 7(3), 305-309.
- Fairholm, G. W. (1998). Leadership as an exercise in virtual reality. *Leadership & Organization D*
- Faria, A. J. (1987). A survey of the use of business games in academia and business. *Simulation & games*, 18(2), 207-224
- Feldman, M. S., & Orlikowski, W. J. (2011). Theorizing practice and practicing theory. *Organization science*, 22(5), 1240-1253.
- Fisher, G. G., & Chaffee, D. S. (2018). Research using archival data. In *Advanced Research Methods for Applied Psychology* (pp. 76-84). Routledge
- Fleishman, E. A. (1973). Twenty years of consideration and structure. *Current developments in the study of leadership*, 1-40.
- Fox, H. C., Jackson, E. D., & Sinha, R. (2009). Elevated cortisol and learning and memory deficits in cocaine dependent individuals: relationship to relapse outcomes. *Psychoneuroendocrinology*, 34(8), 1198-1207.
- Freeman, D., Pugh, K., Antley, A., Slater, M., Bebbington, P., Gittins, M., ... & Garety, P. (2008). Virtual reality study of paranoid thinking in the general population. *The British Journal of Psychiatry*, 192(4), 258-263.
- Friedman, T. L. (2014). *How to Get a Job at Google*. Available at: <https://www.nytimes.com/2014/02/23/opinion/sunday/friedman-how-to-get-a-job-at-google.html>
- Frischen, A., Bayliss, A. P., & Tipper, S. P. (2007). Gaze cueing of attention: visual attention, social cognition, and individual differences. *Psychological bulletin*, 133(4), 694.
- Furnham, A. (1986). Response bias, social desirability and dissimulation. *Personality and individual differences*, 7(3), 385-400.
- Gazzaniga, M. S. (Ed.). (2014). *Handbook of cognitive neuroscience*. Springer
- George, J. M. (2009). The illusion of will in organizational behavior research: Nonconscious processes and job design. *Journal of Management*, 35(6), 1318-1339
- Gerpott, F. H., Lehmann-Willenbrock, N., Silvis, J. D., & Van Vugt, M. (2018). In the eye of the beholder? An eye-tracking experiment on emergent leadership in team interactions. *The Leadership Quarterly*, 29(4), 523-532.

- Ghadiri, A., Habermacher, A., & Peters, T. (2013). *Neuroleadership: A journey through the brain for business leaders*. Springer Science & Business Media.
- Glöckner, A., & Herbold, A. K. (2011). An eye-tracking study on information processing in risky decisions: Evidence for compensatory strategies based on automatic processes. *Journal of Behavioral Decision Making*, 24(1), 71-98.
- Glotzbach, E., Ewald, H., Andreatta, M., Pauli, P., & Mühlberger, A. (2012). Contextual fear conditioning predicts subsequent avoidance behaviour in a virtual reality environment. *Cognition & emotion*, 26(7), 1256-1272.
- Goleman, D. (1995), *Emotional Intelligence*, Bantam Books, New York, NY
- Goleman, D., Boyatzis, R., & McKee, A. (2002). The emotional reality of teams. *Journal of Organizational Excellence*, 21(2), 55-65
- Goleman, D., Boyatzis, R., & McKee, A. (2002). The emotional reality of teams. *Journal of Organizational Excellence*, 21(2), 55-65.
- Gorini, A., Capideville, C. S., De Leo, G., Mantovani, F., & Riva, G. (2011). The role of immersion and narrative in mediated presence: the virtual hospital experience. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14(3), 99-105.
- Greenwald, A. G., Poehlman, T. A., Uhlmann, E. L., & Banaji, M. R. (2009). Understanding and using the Implicit Association Test: III. Meta-analysis of predictive validity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 97(1), 17-41.
- Grimm, P. (2010). Social desirability bias. *Wiley international encyclopedia of marketing*.
- Hackmann, A., Surawy, C., & Clark, D. M. (1998). SEEING YOURSELF THROUGH OTHERS' EYES: A STUDY OF SPONTANEOUSLY OCCURRING IMAGES IN SOCIAL PHOBIA. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, 26(1), 3-12.
- Halpin, A. W., & Winer, B. J. (1957). A factorial study of the leader behavior descriptions. *Leader behavior: Its description and measurement*, 39-51.
- Hannah, S. T., & Waldman, D. A. (2015). Neuroscience of moral cognition and conation in organizations. In *Organizational Neuroscience*. Emerald Group Publishing Limited.
- Hassan, H., Asad, S., & Hoshino, Y. (2016). Determinants of leadership style in big five personality dimensions. *universal journal of management*, 4(4), 161-179.
- Hayes, J. R., & Berninger, V. (2014). Cognitive processes in writing: A framework. *Writing development in children with hearing loss, dyslexia, or oral language problems: Implications for assessment and instruction*, 3-15.
- Herrmann, N. (1999). The theory behind the HBDI and whole brain technology. *Better results through better thinking*.

- Hewitt. (2006). 9 Soft Skills For Success. Obtenido de Askmen.com: http://www.askmen.com/money/career_100/121_career.html
- Hill Jr, R. W. (2014). Virtual reality and leadership development. Using Experience to Develop Leadership Talent: How Organizations Leverage On-the-Job Development, 278-304.
- Hind, P., Wilson, A., & Lenssen, G. (2009), "Developing Leaders for Sustainable Business", *Corporate Governance*, Vol. 9, No. 1, pp. 7-20.
- Hirsch, E. D., Kett, J. F., & Trefil, J. S. (2002). *The new dictionary of cultural literacy*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Hirst, W., Spelke, E. S., Reaves, C. C., Caharack, G., & Neisser, U. (1980). Dividing attention without alternation or automaticity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109(1), 98.
- Holt, S., & Marques, J. (2012). Empathy in leadership: Appropriate or misplaced? An empirical study on a topic that is asking for attention. *Journal of business ethics*, 105(1), 95-105.
- Horwitz, E. K. (1986). Preliminary evidence for the reliability and validity of a foreign language anxiety scale. *Tesol Quarterly*, 20(3), 559-562.
- House, R. J. (1971). A path goal theory of leader effectiveness. *Administrative science quarterly*, 321-339.
- Jantke, K. P. (2010, December). Toward a taxonomy of game based learning. In 2010 IEEE International Conference on Progress in Informatics and Computing (Vol. 2, pp. 858-862). IEEE.
- Jasper, H. H. (1958). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 10, 370-375.
- Jenkins, I. H., Brooks, D. J., Nixon, P. D., Frackowiak, R. S., & Passingham, R. E. (1994). Motor sequence learning: a study with positron emission tomography. *Journal of Neuroscience*, 14(6), 3775-3790.
- Johns, G. (2006). The essential impact of context on organizational behavior. *Academy of management review*, 31(2), 386-408.
- Jones, P. J., & Oswick, C. (2007). Inputs and outcomes of outdoor management development: Of design, dogma and dissonance. *British Journal of Management*, 18(4), 327-341.
- Jovanovski, D., Zakzanis, K., Campbell, Z., Erb, S., & Nussbaum, D. (2012). Development of a novel, ecologically oriented virtual reality measure of executive function: The Multitasking in the City Test. *Applied Neuropsychology: Adult*, 19(3), 171-182.

- Judge, T. A., Piccolo, R. F., & Ilies, R. (2004). The forgotten ones? The validity of consideration and initiating structure in leadership research. *Journal of applied psychology*, 89(1), 36.
- Kable, J. W. (2011). The cognitive neuroscience toolkit for the neuroeconomist: A functional overview. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 4(2), 63.
- Kallinen, K., & Ravaja, N. (2007). Comparing speakers versus headphones in listening to news from a computer-individual differences and psychophysiological responses. *Computers in Human Behavior*, 23(1), 303-317.
- Kasimati, A., Mysirlaki, S., Bouta, H., & Paraskeva, F. (2015). Ubiquitous game-based learning in higher education: A framework towards the effective integration of game-based learning in higher education using emerging ubiquitous technologies. In *Gamification: Concepts, methodologies, tools, and applications* (pp. 1015-1039). IGI Global.
- Kato, P. M. (2010). Video games in health care: Closing the gap. *Review of General Psychology*, 14(2), 113-121.
- Kellerman, B. (2005). How bad leadership happens. *Leader to leader*, 2005(35), 41.
- Kellett, J. B., Humphrey, R. H., & Sleeth, R. G. (2006). Empathy and the emergence of task and relations leaders. *The Leadership Quarterly*, 17(2), 146-162.
- KETCHEN, Jr, D. J., & Hult, G. T. M. (2011). Building theory about supply chain management: some tools from the organizational sciences. *Journal of Supply Chain Management*, 47(2), 12-18.
- Khan, I., & Nawaz, A. (2016). The leadership styles and the employees performance: A review. *Gomal University Journal of Research*, 32(2), 144-150.
- Klinger, E., Bouchard, S., Légeron, P., Roy, S., Lauer, F., Chemin, I., & Nugues, P. (2005). Virtual reality therapy versus cognitive behavior therapy for social phobia: A preliminary controlled study. *Cyberpsychology & behavior*, 8(1), 76-88.
- Klinger, E., Knoblich, G., & Flach, R. (2001). Predicting the effects of actions: Interactions of perception and action. *Psychological science*, 12(6), 467-472.
- Knyazev, G. G., Savostyanov, A. N., & Levin, E. A. (2004). Alpha oscillations as a correlate of trait anxiety. *International journal of psychophysiology*, 53(2), 147-160.
- Kober, S. E., Kurzmann, J., & Neuper, C. (2012). Cortical correlate of spatial presence in 2D and 3D interactive virtual reality: an EEG study. *International Journal of Psychophysiology*, 83(3), 365-374.

- Kokal, I., Gazzola, V., & Keysers, C. (2009). Acting together in and beyond the mirror neuron system. *Neuroimage*, 47(4), 2046-2056.
- Kopton, I. M., & Kenning, P. (2014). Near-infrared spectroscopy (NIRS) as a new tool for neuroeconomic research. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 549.
- Kotter, J. P. (1988). *The leadership factor*. New York: Free Press; London: Collier Macmillan.
- Küpers, W., & Weibler, J. (2005). *Emotionen in organisationen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Lafferty, C. L., & Alford, K. L. (2010). NeuroLeadership: Sustaining research relevance into the 21st century. *SAM advanced management journal*, 75(3), 32
- Lane, R. D., McRae, K., Reiman, E. M., Chen, K., Ahern, G. L., & Thayer, J. F. (2009). Neural correlates of heart rate variability during emotion. *Neuroimage*, 44(1), 213-222.
- Lanis, R., Richardson, G., & Taylor, G. (2017). Board of director gender and corporate tax aggressiveness: An empirical analysis. *Journal of Business Ethics*, 144(3), 577-596.
- Latu, I. M., Mast, M. S., Lammers, J., & Bombari, D. (2013). Successful female leaders empower women's behavior in leadership tasks. *Journal of Experimental Social Psychology*, 49(3), 444-448.
- Lee, N., & Chamberlain, L. (2007). Neuroimaging and psychophysiological measurement in organizational research: an agenda for research in organizational cognitive neuroscience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1118(1), 18-42.
- Lee, N., Senior, C., & Butler, M. J. (2012). The domain of organizational cognitive neuroscience: Theoretical and empirical challenges. *Journal of Management*, 38(4), 921-931.
- Lenglachner, G. H. A., & Hüther, G. (2013). NEW DEEP LEARNING FOR THE SYSTEMIC FUTURE DEVELOPMENT IN ORGANIZATIONAL. *Leadership Learning for the Future*, 19.
- Leonard, N. H., Scholl, R. W., & Kowalski, K. B. (1999). Information processing style and decision making. *Journal of Organizational Behavior: The International Journal of Industrial, Occupational and Organizational Psychology and Behavior*, 20(3), 407-420.
- Lieberman, M. D., Berkman, E. T., & Wager, T. D. (2009). Correlations in social neuroscience aren't voodoo: Commentary on Vul et al.(2009). *Perspectives on Psychological Science*, 4(3), 299-307.
- Likert, R. (1961). *New patterns of management*.

- Lin, M. T. Y., Wang, J. S., Kuo, H. M., & Luo, Y. (2017). A study on the effect of virtual reality 3D exploratory education on students' creativity and leadership. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3151-3161.
- Lindebaum, D., & Jordan, P. J. (2014). A critique on neuroscientific methodologies in organizational behavior and management studies. *Journal of Organizational Behavior*, 35(7), 898-908.
- Lumsden, J., Edwards, E. A., Lawrence, N. S., Coyle, D., & Munafò, M. R. (2016). Gamification of cognitive assessment and cognitive training: a systematic review of applications and efficacy. *JMIR serious games*, 4(2), e5888.
- Lumsden, J., Skinner, A., Woods, A. T., Lawrence, N. S., & Munafò, M. (2016). The effects of gamelike features and test location on cognitive test performance and participant enjoyment. *Peer J*, 2016 (7)
- MacLean, P. D. (1955). The limbic system (visceral brain) and emotional behavior. *AMA Archives of Neurology & Psychiatry*, 73(2), 130-134.
- Mainemelis, C., & Ronson, S. (2006). Ideas are born in fields of play: Towards a theory of play and creativity in organizational settings. *Research in organizational behavior*, 27, 81-131.
- Mansell, W., Clark, D. M., Ehlers, A., & Chen, Y. P. (1999). Social anxiety and attention away from emotional faces. *Cognition & Emotion*, 13(6), 673-690.
- Maran, T., Furtner, M., Kraus, S., Liegl, S., & Jones, P. (2019). Entrepreneurial leadership: An experimental approach investigating the influence of eye contact on motivation. *Journal of Small Business Strategy*, 29(3), 16-32.
- Martinko, M. J., Mackey, J. D., Moss, S. E., Harvey, P., McAllister, C. P., & Brees, J. R. (2018). An exploration of the role of subordinate affect in leader evaluations. *Journal of Applied Psychology*, 103(7), 738.
- Martinsons, M. G., & Davison, R. M. (2007). Strategic decision making and support systems: Comparing American, Japanese and Chinese management. *Decision support systems*, 43(1), 284-300.
- Massarik, F., Tannenbaum, R., Kahane, M., & Weschler, I. (1953). Sociometric choice and organizational effectiveness: A multi-relational approach. *Sociometry*, 16(3), 211-238.
- Massaro, S., & Pecchia, L. (2019). Heart rate variability (HRV) analysis: A methodology for organizational neuroscience. *Organizational research methods*, 22(1), 354-393.
- McCloy, R., & Stone, R. (2001). Science, medicine, and the future. *Virtual reality in surgery*. *BMJ*, 323(7318), 912-915.

- Meißner, M., & Oll, J. (2019). The promise of eye-tracking methodology in organizational research: A taxonomy, review, and future avenues. *Organizational Research Methods*, 22(2), 590-617.
- Michael, D. R., & Chen, S. L. (2005). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.
- Michaud, L., & Alvarez, J. (2008). *Serious games. Advergaming, edugaming, training...* IDATE Consulting & Research.
- Mislevy, R. J., Steinberg, L. S., & Almond, R. G. (2003). Focus article: On the structure of educational assessments. *Measurement: Interdisciplinary research and perspectives*, 1(1), 3-62.
- Mislevy, R. J., Steinberg, L. S., Breyer, F. J., Almond, R. G., & Johnson, L. (1999). A cognitive task analysis with implications for designing simulation-based performance assessment. *Computers in Human Behavior*, 15(3-4), 335-374.
- Mitchell, G. W., Skinner, L. B., & White, B. J. (2010). Essential soft skills for success in the twenty-first century workforce as perceived by business educators. *Delta Pi Epsilon Journal*, 52(1).
- Moon, J. A. (2013). *Reflection in learning and professional development: Theory and practice*.
- Mowday, R. T., & Sutton, R. I. (1993). Organizational behavior: Linking individuals and groups to organizational contexts. *Annual review of psychology*, 44(1), 195-229.
- Mühlberger, A., Bühlhoff, H. H., Wiedemann, G., & Pauli, P. (2007). Virtual reality for the psychophysiological assessment of phobic fear: responses during virtual tunnel driving. *Psychological assessment*, 19(3), 340.
- Müller, R., & Turner, J. R. (2005). The impact of principal-agent relationship and contract type on communication between project owner and manager. *International Journal of Project Management*, 23(5), 398-403.
- Murray, M. M., & Antonakis, J. (2019). *An introductory guide to organizational neuroscience*.
- Navarrete, C. D., McDonald, M. M., Mott, M. L. and Asher, B. (2012). Virtual morality: emotion and action in a simulated three-dimensional "trolley problem". *Emotion* 12, 364-370.
- Nederhof, A. J. (1985). Methods of coping with social desirability bias: A review. *European journal of social psychology*, 15(3), 263-280.
- Newman-Norlund, R. D., Bosga, J., Meulenbroek, R. G., & Bekkering, H. (2008). Anatomical substrates of cooperative joint-action in a continuous motor task: virtual lifting and balancing. *Neuroimage*, 41(1), 169-177.

- Nikula, R. (1991). Psychological correlates of nonspecific skin conductance responses. *Psychophysiology*, 28(1), 86-90.
- Northouse, P. G. (2014). *Introduction to leadership: Concepts and practice*. Sage.
- Orrison, W. W., Lewine, J., Sanders, J., & Hartshorne, M. F. (2017). *Functional brain imaging*. Elsevier Health Sciences.
- Pan, X., and Slater, M. (2011). "Confronting a moral dilemma in virtual reality: a pilot study," in *Proceedings of the 25th BCS Conference on Human-Computer Interaction*, (Swinton: British Computer Society), 46-51.
- Parsons, T. D. (2015). Virtual reality for enhanced ecological validity and experimental control in the clinical, affective and social neurosciences. *Frontiers in human neuroscience*, 9.
- Parsons, T. D., & Reinebold, J. L. (2012). Adaptive virtual environments for neuropsychological assessment in serious games. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 58(2), 197-204.
- Parsons, T. D., Courtney, C. G., & Dawson, M. E. (2013). Virtual reality Stroop task for assessment of supervisory attentional processing. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 35(8), 812-826.
- Pasquier, P., Mérat, S., Malgras, B., Petit, L., Queran, X., Bay, C., Mignon, A. (2016). A serious game for massive training and assessment of French soldiers involved in forward combat casualty care (3D-SC1): Development and deployment. *JMIR Serious Games*, 4(1), e5.
- Patil, I., Cogoni, C., Zangrando, N., Chittaro, L., and Silani, G. (2014). Affective basis of judgment-behavior discrepancy in virtual experiences of moral dilemmas. *Soc. Neurosci.* 9, 94-107.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc.
- Pfeiffer, U. J., Timmermans, B., Vogeley, K., Frith, C., & Schilbach, L. (2013). Towards a neuroscience of social interaction. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 22.
- Pfeiffer, U. J., Vogeley, K., & Schilbach, L. (2013). From gaze cueing to dual eye-tracking: novel approaches to investigate the neural correlates of gaze in social interaction. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(10), 2516-2528.
- Pillai, J. S., Schmidt, C., & Richir, S. (2013). Achieving presence through evoked reality. *Frontiers in psychology*, 4, 86.
- Pimienta, H. J. (2008). Según La Real Academia Española de la Lengua, neurociencia «es la ciencia que se ocupa del sistema nervioso o de cada uno de sus aspectos y

- funciones especializadas». El Diccionario Webster la define como «any science dealing with the functions. Colombia Médica, 39(3 Supl 3).
- Portugal, E., & Yukl, G. (1994). Perspectives on environmental leadership. *The leadership quarterly*, 5(3-4), 271-276.
- Rafaeli, E., Bernstein, D. P., & Young, J. (2010). *Schema therapy: Distinctive features*. Routledge.
- Rahkila, M., & Karjalainen, M. (1999, November). Evaluation of learning in computer based education using log systems. In *FIE'99 Frontiers in Education. 29th Annual Frontiers in Education Conference. Designing the Future of Science and Engineering Education. Conference Proceedings (IEEE Cat. No. 99CH37011 (Vol. 1, pp. 12A3-16)*. IEEE.
- Raveendhran, R., Fast, N. J., & Carnevale, P. J. (2020). Virtual (freedom from) reality: Evaluation apprehension and leaders' preference for communicating through avatars. *Computers in human behavior*, 111, 106415.
- Rinkwitz, S., Mourrain, P., & Becker, T. S. (2011). Zebrafish: an integrative system for neurogenomics and neurosciences. *Progress in neurobiology*, 93(2), 231-243.
- Risko, E. F., Laidlaw, K. E., Freeth, M., Foulsham, T., & Kingstone, A. (2012). Social attention with real versus reel stimuli: toward an empirical approach to concerns about ecological validity. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 143.
- Ritterfeld, U., Cody, M., & Vorderer, P. (Eds.). (2009). *Serious games: Mechanisms and effects*. Routledge.
- Robbins, S. P. (2004). *Comportamiento organizacional*. Pearson educación
- Rock, D. (2008). SCARF: A brain-based model for collaborating with and influencing others. *NeuroLeadership journal*, 1(1), 44-52
- Rossi, F., Montanaro, E., & de'Sperati, C. (2018). Speed biases with real-life video clips. *Frontiers in integrative neuroscience*, 12, 11.
- Rowe, A. J., & Boulgarides, J. D. (1992). The decision maker. *Managerial decision making: A guide to successful business decisions*, 21-43.
- Roy, S. (2003). State of the art of virtual reality therapy (VRT) in phobic disorders. *PsychNology Journal*, 1(2), 176-183.
- Schilbach, L., Wohlschlaeger, A. M., Kraemer, N. C., Newen, A., Shah, N. J., Fink, G. R., & Vogeley, K. (2006). Being with virtual others: Neural correlates of social interaction. *Neuropsychologia*, 44(5), 718-730.
- Sawyer, B. (2001). *Serious games: improving public policy through game*. Foresight and Governance Project.
- Schacter, D. L. (1996). Illusory memories: a cognitive neuroscience analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(24), 13527-13533.

- Schuh, S. C., Zheng, M. X., Xin, K. R., & Fernandez, J. A. (2019). The interpersonal benefits of leader mindfulness: A serial mediation model linking leader mindfulness, leader procedural justice enactment, and employee exhaustion and performance. *Journal of Business Ethics*, 156(4), 1007-1025.
- Seltzer, J., & Bass, B. M. (1990). Transformational leadership: Beyond initiation and consideration. *Journal of management*, 16(4), 693-703.
- Senior, C., Lee, N., & Butler, M. (2011). PERSPECTIVE—organizational cognitive neuroscience. *Organization Science*, 22(3), 804-815.
- Sequeira, H., Hot, P., Silvert, L., & Delplanque, S. (2009). Electrical autonomic correlates of emotion. *International journal of psychophysiology*, 71(1), 50-56.
- Shute, V. J. (2011). Stealth assessment in computer-based games to support learning. *Computer games and instruction*, 55(2), 503-524.
- Shute, V. J., & Ke, F. (2012). Games, learning, and assessment. In *Assessment in game-based learning* (pp. 43-58). Springer, New York, NY.
- Shute, V. J., & Rahimi, S. (2017). Review of computer-based assessment for learning in elementary and secondary education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(1), 1-19.
- Shute, V. J., Leighton, J. P., Jang, E. E., & Chu, M. W. (2016). Advances in the science of assessment. *Educational Assessment*, 21(1), 34-59.
- Shute, V. J., Ventura, M., & Kim, Y. J. (2013). Assessment and learning of qualitative physics in Newton's playground. *The Journal of Educational Research*, 106(6), 423-430.
- Shute, V. J., Ventura, M., Bauer, M. I., & Zapata-Rivera, D. (2009). Melding the power of serious games and embedded assessment to monitor and foster learning: Flow and grow. In U. Ritterfeld, M. Cody & P. Vorderer (Eds.), *Serious Games: Mechanisms and Effects* (pp. 295-321). Mahwah, NJ: Routledge, Taylor and Francis
- Skulmowski, A., Bunge, A., Kaspar, K., and Pipa, G. (2014). Forced-choice decision-making in modified trolley dilemma situations: a virtual reality and eye tracking study. *Front. Behav. Neurosci.* 8:426.
- Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3549-3557.
- Slater, M., Spanlang, B., Sanchez-Vives, M. V., and Blanke, O. (2010). First person experience of body transfer in virtual reality. *PLoS One* 5:e10564.

- Smith, E. E., Reznik, S. J., Stewart, J. L., & Allen, J. J. (2017). Assessing and conceptualizing frontal EEG asymmetry: An updated primer on recording, processing, analyzing, and interpreting frontal alpha asymmetry. *International Journal of Psychophysiology*, 111, 98-114.
- Smith, L. M., Denzin, N., & Lincoln, Y. (1994). *Biographical method*. The SAGE.
- Smith-Crowe, K., Tenbrunsel, A. E., Chan-Serafin, S., Brief, A. P., Umphress, E. E., & Joseph, J. (2015). The ethics "fix": When formal systems make a difference. *Journal of Business Ethics*, 131(4), 791-801.
- Sperry, R. W. (1961). Cerebral Organization and Behavior: The split brain behaves in many respects like two separate brains, providing new research possibilities. *Science*, 133(3466), 1749-1757.
- Staw, B. M. (2010). The trouble with JDM: Some limitations to the influence of JDM on organizational research. *Industrial and Organizational Psychology*, 3(4), 411-416.
- Staw, B. M. (2016). Stumbling toward a social psychology of organizations: An autobiographical look at the direction of organizational research. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 3, 1-19.
- Stogdill, R. M. (1950). Leadership, membership and organization. *Psychological bulletin*, 47(1), 1.
- Sucksmith, E., Allison, C., Baron-Cohen, S., Chakrabarti, B., & Hoekstra, R. A. (2013). Empathy and emotion recognition in people with autism, first-degree relatives, and controls. *Neuropsychologia*, 51(1), 98-105.
- Tarr, M. J., & Warren, W. H. (2002). Virtual reality in behavioral neuroscience and beyond. *nature neuroscience*, 5, 1089-1092.
- Thau, S., Pitesa, M., & Pillutla, M. (2014). Experiments in organizational behavior. In *Laboratory experiments in the social sciences* (pp. 433-447). Academic Press.
- Thayer, J. F., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers III, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 747-756.
- Toulmin, S. E. (1958). *The philosophy of Science* (Vol. 14). Genesis Publishing Pvt Ltd.
- Tskhay, K. O., Zhu, R., & Rule, N. O. (2017). Perceptions of charisma from thin slices of behavior predict leadership prototypicality judgments. *The Leadership Quarterly*, 28(4), 555-562.
- Uzohue, C. E., Yaya, J. A., & Akintayo, O. A. (2016). A review of leadership theories, principles, styles and their relevance to management of health science libraries in Nigeria. *Journal of Educational Leadership and Policy*, 1(1), 17-26.

- Van Eerde, W., & Thierry, H. (1996). Vroom's expectancy models and work-related criteria: A meta-analysis. *Journal of applied psychology*, 81(5), 575.
- Van Peurse, K. A., Prat, M. J., & Lawrence, S. R. (1995). Health management performance: a review of measures and indicators. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*.
- Volckmann, R. (2012). Integral leadership and diversity – definitions, distinctions and implications. *Integral Leadership Review*, 12(3), 1-21.
- Vos, L. (2015). Simulation games in business and marketing education: How educators assess student learning from simulations. *The International Journal of Management Education*, 13(1), 57-74.
- W.L. Wong, C. Shen, L. Nocera, E. Carriazo, F. Tang, S. Bugga, et al. (2007). Serious video game effectiveness. *Proceedings of The International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, pp. 49-55
- Waldman, D. A., Balthazard, P. A., & Peterson, S. J. (2011). Social cognitive neuroscience and leadership. *The Leadership Quarterly*, 22(6), 1092-1106.
- Waldman, D. A., Javidan, M., & Varella, P. (2004). Charismatic leadership at the strategic level: A new application of upper echelons theory. *The Leadership Quarterly*, 15(3), 355-380.
- Waldman, D. E., & Jensen, E. J. (2016). *Industrial organization: theory and practice*. Routledge.
- Walumbwa, F. O., Lawler, J. J., Avolio, B. J., Wang, P., & Shi, K. (2005). Transformational leadership and work-related attitudes: The moderating effects of collective and self-efficacy across cultures. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, 11(3), 2-16.
- Wang, D., Waldman, D. A., & Zhang, Z. (2014). A meta-analysis of shared leadership and team effectiveness. *Journal of applied psychology*, 99(2), 181
- Wang, H., Chignell, M., & Ishizuka, M. (2006, March). Empathic tutoring software agents using real-time eye tracking. In *Proceedings of the 2006 symposium on Eye tracking research & applications* (pp. 73-78).
- Wang, Z., Lu, J., Peer, A., & Buss, M. (2010, July). Influence of vision and haptics on plausibility of social interaction in virtual reality scenarios. In *International Conference on Human Haptic Sensing and Touch Enabled Computer Applications* (pp. 172-177). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Wilms, M., Schilbach, L., Pfeiffer, U., Bente, G., Fink, G. R., and Vogeley, K. (2010). It's in your eyes-using gazecontingent stimuli to create truly interactive paradigms for

- social cognitive and affective neuroscience. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 5, 98-107.
- Wolfe, J. (1997). The effectiveness of business games in strategic management course work. *Simulation & Gaming*, 28(4), 360-376.
- Wood, J. D., & Petriglieri, G. (2005). Transcending polarization: Beyond binary thinking. *Transactional Analysis Journal*, 35(1), 31-39.
- Wrosch, C., Schulz, R., Miller, G. E., Lupien, S., & Dunne, E. (2007). Physical health problems, depressive mood, and cortisol secretion in old age: buffer effects of health engagement control strategies. *Health Psychology*, 26(3), 341.
- Yang, H., Han, J., & Min, K. (2020). Eeg-based estimation on the reduction of negative emotions for illustrated surgical images. *Sensors*, 20(24), 7103.
- Yukl, G. (1998). *Leadership in organizations* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Yukl, G. (1999). An evaluation of conceptual weaknesses in transformational and charismatic leadership theories. *The leadership quarterly*, 10(2), 285-305.
- Yukl, G., & Mahsud, R. (2010). Why flexible and adaptive leadership is essential. *Consulting Psychology Journal: practice and research*, 62(2), 81.
- Yule, S., Flin, R., Paterson-Brown, S., & Maran, N. (2006). Non-technical skills for surgeons in the operating room: a review of the literature. *Surgery*, 139(2), 140-149.
- Zaki, J., & Ochsner, K. (2009). The need for a cognitive neuroscience of naturalistic social cognition. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1167, 16.
- Zalles, J. H. (2011). *Liderazgo: Un concepto en evolución*. Barcelona: Konrad Adenauer Stiftung.

