

# Gestures and Behaviors on Multitouch Surfaces for Collaborative Software Design

<sup>1</sup>David Vinces Zambrano, Ing. , <sup>2</sup>Carla Andrade Arteaga, Ph.D , <sup>3</sup>Alexandra Arteaga González, Mgs 

<sup>1,3</sup>Universidad de Guayaquil, Cdda. Universitaria, Malecón del Salado entre Av. Delta s/n y Av. Kennedy, Guayaquil, Ecuador, david.vincesz@ug.edu.ec, alexandra.arteagag@ug.edu.ec

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica ECOTEC, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Km 13.5 Samborondón, Via Principal Campus Ecotec, Samborondón, 092302, Ecuador, candradea@ecotec.edu.ec

**Abstract**– *In this research work, the authors conducted an analysis of the gestures and behaviors performed by software designers when working in groups on multi-touch interactive surfaces (in this case, simulated). They identified the most common behaviors in collaborative work. Additionally, they investigated the implications in the learning process when learning to design software as a team. Furthermore, the importance of teamwork in different areas and organizational approaches is addressed.*

**Keywords**-- *Gestures; surfaces; multitouch; design; software; learning; collaborative*

# Gestos y Comportamientos en superficies Multitáctiles para el Diseño de Software Colaborativo

<sup>1</sup>David Vinces Zambrano, Ing , <sup>2</sup>Carla Andrade Arteaga, Ph.D , <sup>3</sup>Alexandra Arteaga González, Mgs 

<sup>1,3</sup>Universidad de Guayaquil, Cda. Universitaria, Malecón del Salado entre Av. Delta s/n y Av. Kennedy, Guayaquil, Ecuador, david.vincesz@ug.edu.ec, alexandra.arteaag@ug.edu.ec

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica ECOTEC, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Km 13.5 Samborondón, Via Principal Campus Ecotec, Samborondón, 092302, Ecuador, candradea@ecotec.edu.ec

**Resumen**– En el presente trabajo de investigación se realiza un análisis de los gestos y comportamientos que realizan los diseñadores de software cuando trabajan en grupo sobre superficies interactivas multitáctiles (simuladas) y se identifica los comportamientos más comunes en el trabajo colaborativo. Además, se investiga, cuáles son las implicaciones en el proceso de aprendizaje, al aprender a diseñar software en equipo; como también se aborda la importancia del trabajo en equipo en los distintos ámbitos y enfoques organizacionales.

**Palabras Claves:** Gestos; superficies; multitáctil; diseño; software; aprendiendo; colaborativo.

## I. INTRODUCCIÓN

Anteriormente se han llevado a cabo diferentes investigaciones acerca de cómo mejorar la interacción entre el usuario y los dispositivos táctiles. Para esto, muchas de estas investigaciones se han centrado en observar patrones de gestos que los usuarios realizan al interactuar con los dispositivos como también se ha buscado estudiar el comportamiento de los usuarios durante el trabajo colaborativo.

Esta investigación buscó cubrir ambas vertientes, es decir que buscó observar y describir las características de comportamientos de los usuarios que diseñan software grupalmente (diseño colaborativo) sobre superficies interactivas y a la vez buscó identificar y medir la frecuencia de gestos usados por los usuarios en interacción con estos dispositivos simulados orientado así mismo al diseño de software. Con la finalidad de aportar información que ayude a promover la eficiencia colaborativa entre los participantes, como también implementar las herramientas tecnológicas necesarias a fin de mejorar su desempeño colaborativo en el ámbito académico como profesional, dentro o fuera de la organización. Según (14), el trabajo en equipo está estrechamente relacionado con la organización y con la cooperación; con el propósito de que un equipo sea lo más eficaz y productivo para el logro de los objetivos estratégicos, para lo cual, cada uno debe desempeñar un rol específico en función de su experticia.

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LACCEI).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).  
**DO NOT REMOVE**

Por otro lado, (15) y (16), considera a la cooperación y el trabajo en equipo como factores colaborativos, y por otro lado; existen estudios (17) y (18) que los enmarcan como competencia de Innovación, siendo estos; elementos claves dentro de una entidad.

## II. MÉTODOS Y MATERIALES

Las metodologías de medición usadas por anteriores investigaciones (11), (12), (13) consisten en la captura de videos, donde los grupos interactúan con las superficies, para la posterior observación y medición de los gestos, estas metodologías son válidas y confiables, por lo que es el método que se procedió a usar para la medición.

Para esta investigación se pusieron a prueba a dos grupos de estudiantes de computación con un buen nivel de conocimientos de bases de datos, a los cuales se les planteó un problema, diseñar un software en base a la descripción de un sistema, trabajando en una mesa simulada de desarrollo colaborativo en la cual disponían de elementos manuales como marcadores y cartulinas. En cada grupo se tuvieron dos enfoques diferentes, por lo que se realizaron observaciones distintas, en uno se buscó observar patrones y gestos de movimientos de los usuarios al interactuar con la mesa simulada tales como mover, girar, crear “tablas” entre otros gestos analizados cuya metodología está sustentada en otros estudios como (6). Mientras que para el otro grupo se analizó el comportamiento colaborativo usando las variables definidas por otro estudio (10) para medir el diseño colaborativo. Ambos grupos fueron grabados para los respectivos análisis. El grupo de investigación hizo un exhaustivo análisis revisando dichos videos para llegar a la cuantificación de las variables mediante la herramienta de medición donde cada miembro del grupo hizo sus propias mediciones, cuya confiabilidad se probó usando el Alfa de Cronbach. Y los resultados obtenidos son puramente descriptivos.

## III. RESULTADOS

Esta sección muestra los resultados obtenidos del análisis de ambos enfoques de la investigación. El instrumento de medición que se elaboró, se lo hizo en base a lo identificado en la observación y en pasadas investigaciones.

Gesto individuales	
Gesto	Aspectos del Gesto
Analizar el problema	Levanta su hoja Lee la hoja
Crear tabla	Escribir en una tarjeta Mueve la tarjeta al centro de la mesa
Editar tabla	Retira y vuelve a poner tarjeta sobre la mesa Reescribe contenido de la tarjeta
Mover tabla	Desplazar tarjeta
Seleccionar tabla	Apunta tarjeta Lee una tarjeta en la mesa
Girar tabla	Girar tarjeta
Agrupar tablas	Selecciona un conjunto de tarjetas, las agrupa o reordena.
Gestos colaborativos	
Aspectos verbales	Aspectos físicos
<b>Haciendo y aceptando sugerencias</b>	
Da una sugerencia y opinión verbal	Apunta con el dedo un objeto en la mesa Demuestra ideas con iconos de movimientos
Escucha la sugerencia y opinión de los otros	Mira la sugerencia de otros
Pregunta por una aclaración física o verbal	Demuestra que necesita aclaración
<b>Discutiendo ideas</b>	
Hace sugerencias alternativas	Demuestra otras alternativas
Está en desacuerdo	Demuestra mediante gestos estar en desacuerdo
Pregunta (Cuestionamiento)	Demuestra necesitar aclaración
<b>Manteniendo la atención conjunta (Mecanismo de discusión colaborativa)</b>	
Narración	
Intrusión	

Fig. 1. Herramienta de medición. Los gestos y comportamientos a medir con su respectiva descripción.

#### A. Análisis de Confiabilidad Interna.

Para medir que el instrumento de medición de la investigación funcionó correctamente, fue necesario realizar la prueba Cronbach alpha a las mediciones obtenidas.

Para los datos de gestos individuales, el valor alpha resultó mayor a 0.7, con un valor de 0.93 lo cual se considera una alta correlación entre los grupos, por consiguiente, la evaluación es consistente entre los evaluadores.

Para los datos de gestos colaborativos, el valor alpha es mayor a 0.7, con un valor de 0.89 lo cual se considera una alta correlación entre los grupos, por consiguiente, la evaluación es consistente entre los evaluadores.

#### B. Análisis descriptivo de Gestos Individuales

Los gráficos a mostrar en función del tiempo se muestran en tiempos de 3 minutos cada unidad. Por ejemplo: 4 corresponde al minuto 12.



Fig. 2. Observaciones de gestos individuales

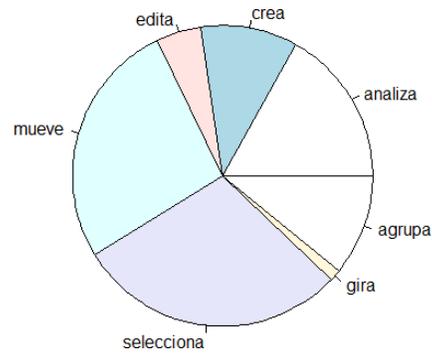


Fig. 3. Gráfico pastel de distribución de gestos totales

Como es evidente en el diagrama de pastel la mayoría de los gestos se concentraron en seleccionar las tarjetas y moverlas sobre la mesa, de modo que al ser los gestos más frecuentes deben ser los gestos en los que se tenga mayor énfasis para mejorar la interacción en dispositivos multi-touch para lo cual se recomienda sea lo más fiel posible a la interacción observada en los videos, seleccionar apuntándolas con el dedo y mover seleccionando la tarjeta y manteniéndola seleccionada mientras se la desplaza y suelta, una considerable parte del tiempo el grupo se concentró en analizar el problema y no en ejecutar.

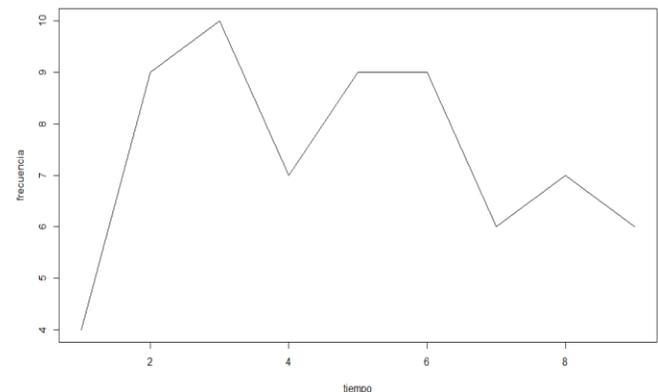


Fig. 4. Gráfico tiempo vs frecuencia de análisis del problema.

El grupo se concentró en analizar el problema con más profundidad los primeros diez minutos y durante el transcurso del tiempo la tendencia de analizar el problema disminuyó a medida que aumentaron las tendencias de ejecutar el problema, como crear tablas, editarlas o seleccionarlas.

Durante el desarrollo del experimento se pudo observar distintos estados emocionales y expresiones gesticulares de los integrantes entre ellos: alegría, disfrute, rabia, tristeza, disgusto, que de acuerdo a los autores (19) y (21) se pueden distinguir las expresiones emocionales en categorías positivas y negativas.

Por otro lado, otra expresión emocional que se pudo observar en los grupos de trabajo y que es visible a menudo en las organizaciones es la voz; ya que dentro del trabajo colaborativo están constantemente hablando y la voz contiene información sobre el estado emocional de quien habla (20).

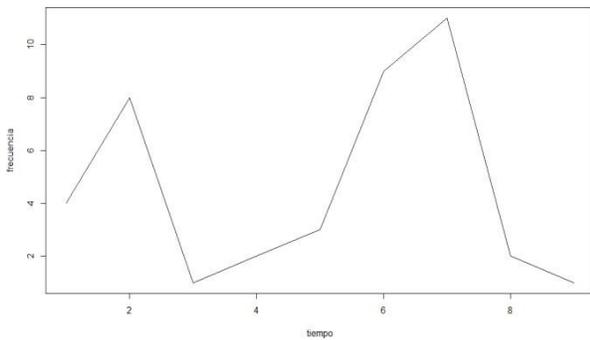


Fig. 5. Gráfico tiempo vs frecuencia de creación de tablas

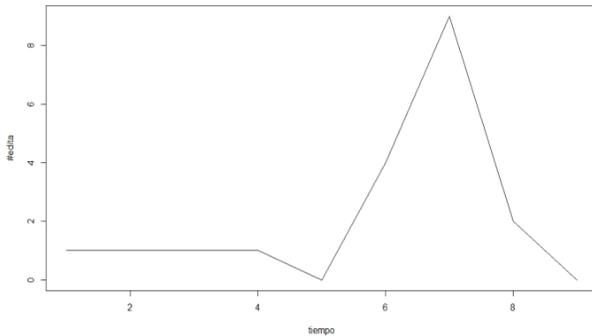


Fig. 6. Gráfico tiempo vs frecuencia edición de tablas

Como se observa en los dos gráficos 5 y 6 el periodo inicial de la creación de tablas se lleva a la par o un poco después del análisis del problema, es el primer intento, entre los periodos 6 y 8 (durante los 18 a 24 minutos) se realizaron muchas actividades de creación y edición de tablas, es el periodo de ejecución del problema, cuando el grupo de estudiantes llegó al clímax de la resolución de la problemática, de igual modo se lo puede evidenciar en las variables de mover tarjetas y de seleccionarlas.

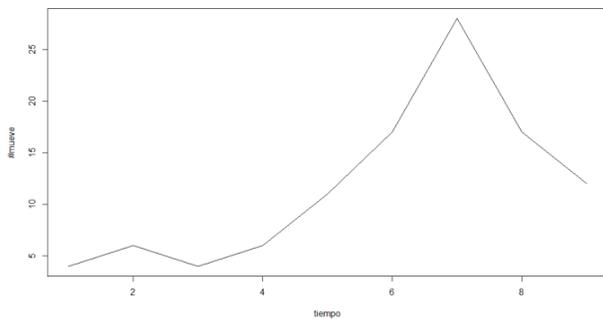


Fig. 7. Gráfico tiempo vs frecuencia mover tablas

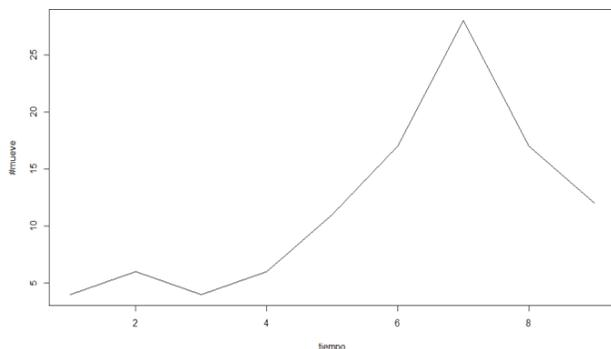


Fig. 8. Gráfico tiempo vs frecuencia seleccionar tablas

En los últimos cuatro gráficos se puede establecer entonces que a medida que el desarrollo del problema iba llegando a su fin los grupos de personas realizaron los gestos mayoritarios sobre la superficies, puesto que la mayoría del tiempo inicial transcurrió analizando el problema, nótese la punta repetitiva en los gráficos 5, 6, 7 y 8, además intuitivamente se podría considerar una correlación entre el número de tarjetas (entidades) creadas y el número ediciones que se realizaron (1), y otra entre el número de veces que se realizó una selección y se mueven las entidades (2), el análisis de correlación entre ambas es el siguiente:

$$r = 0,9474402, p < 0,05. (1)$$

$$r = 0,7834039, p < 0,05. (2)$$

En (2) la correlación es muy fuerte, en definitiva, los estudiantes que seleccionan una tarjeta es muy probable que sea para desplazarla, de igual modo mientras más tarjetas se crean, más frecuente será necesario editar las mismas (1).

Otro de los supuestos planteados, es que mientras el grupo pasa más tiempo analizando el problema entonces mayor será el resultado en cuanto a la ejecución (actuar en la medida que se entiende).

Pero estadísticamente no se halló una correlación posible, es casi nula, entre el tiempo incurrido en analizar y el tiempo que se invertirá ejecutando el desarrollo del mismo, es decir, el que más lee y analiza el problema, no es necesariamente el que mejor lo va a resolver, o el que más vaya a incidir en su resolución.

### C. Análisis Descriptivo de Comportamiento Colaborativo



Fig. 9. Segundo Grupo. Prueba de diseño colaborativo.

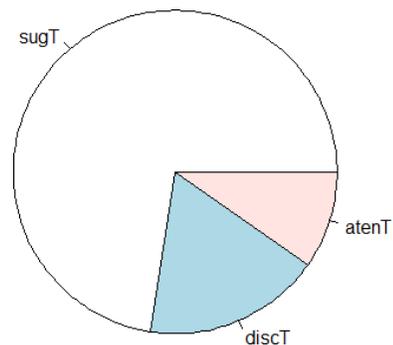


Fig. 10. Gráfico de distribución de categorías de comportamientos. sugT corresponde a hacer y aceptar sugerencias, discT a las discusiones de ideas y atenT a la atención conjunta.

Con la muestra recolectada del segundo grupo se realizó un análisis descriptivo con el cual se pudo determinar el comportamiento más observado durante el trabajo grupal y dió como resultado en terminos relativos; que alrededor del 75% de los estudiantes trabajan realizando sugerencias y aceptándolas de otros, principalmente escuchar y sugerir, siendo este factor fundamental para el trabajo en equipo, así mismo, la discusión de ideas también obtuvo un resultado considerable pero menos significativo, esto implica estar en desacuerdo en la opinion de los demás miembros del equipo y en su lugar plantear nuevas alternativas de ideas, por otro lado; es necesario resaltar que el desacuerdo es un factor importante como parte de la resolución del problema, caso contrario no sería trabajo en equipo.

A continuación, se muestran los resultados más significativos que se obtuvieron en cada una de estas categorías.

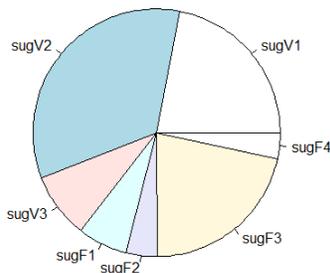


Fig. 11. Gráfico de distribución de categoría sugerir y aceptar. La V significa que representa a los aspectos verbales y F a los físicos, SugV1, sugV2 y sugV3 corresponden a dar, escuchar o preguntar por aclaración de una sugerencia.

En la variable “haciendo y aceptando sugerencias” se consideraron 7 dimensiones, categorizadas a su vez en expresiones verbales y expresiones físicas, se observa en el gráfico (Fig. 11) que los estudiantes prefirieron expresarse dando una sugerencia y una opinión, es decir aportando para la resolución del problema con una idea (sugV1) y escuchando las ideas y opiniones que otros dan para resolver el problema (sugv2), además de pedir aclaración cuando alguien no entendía algo sobre el problema (sugF3+sugV3).

Se concluyó entonces que dentro del trabajo en equipo es importante una comunicación de dos canales, escuchar las ideas de otros (información compartida) y aportar con ideas propias, la comunicación es importante, cuando uno de los integrantes tiene dudas, solicita aclaración.

Respecto a la variable “discutiendo ideas” se obtuvieron los siguientes resultados categorizados:

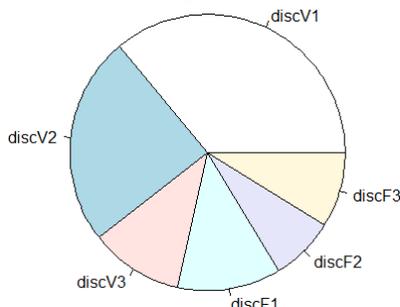


Fig. 12. Gráfico de distribución de categoría discutir ideas.

La V significa que representa a los aspectos verbales y F a los físicos, discV1, discV2 y discV3 corresponden a hacer sugerencia alternativa, estar en desacuerdo y preguntar o cuestionar una sugerencia.

Dentro de esta categoría se consideraron 6 dimensiones, sin embargo; las que fueron más concluyentes son “estar en desacuerdo” con una posible solución o algo que alguien propuso (discV2) y “proponer ideas y soluciones alternativas” para la solución del problema (discV1), nótese que ambos valores tienen un porcentaje muy similar, dentro del trabajo en equipo, además de estar en desacuerdo (lo cual es importante puesto que una sola persona no puede tener la razón de la solución del problema o puede estar equivocada), es necesario la proposición de ideas alternativas para la solución, es decir no es suficiente decir “no me gusta” pero no proponer algo, he ahí donde incluso el proponer tiene un valor mayor, inclusive.

Finalmente se realizó un análisis de los comportamientos grupales en la resolución a lo largo del problema obteniendo los siguientes resultados:

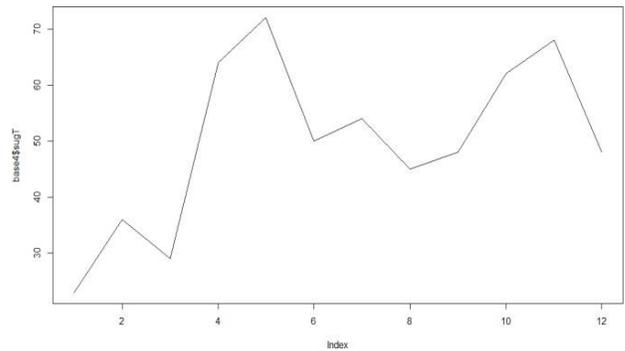


Fig. 13. Gráfico de comportamiento en el tiempo de variable “sugerir”

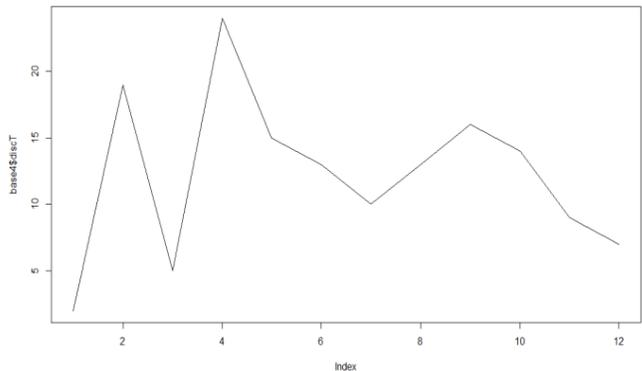


Fig.14. Gráfico de comportamiento en el tiempo variable discutir ideas

En las gráficas 13 y 14 se puede observar que en el rango del 4 al 6 (esto es minuto 12 al 18) los estudiantes comenzaron a proponer ideas de la resolución del problema, a la vez que las discutían y negociaban una posible solución y vemos como a medida que el tiempo avanza ya la discusión de ideas comienza a disminuir respecto al escuchar y proponer, esto indica que el llegar a un acuerdo de la resolución del problema por lo general se lo desarrolla cuando el problema

está comenzando a ser resuelto o en su defecto, ya en medio desarrollo, ya cuando el problema está cerca de ser resuelto ya no existen discordia en las ideas de alguno, todos han aceptadola solución como una solución válida.

#### IV. DISCUSIÓN

En este estudio se puede evidenciar que los gestos más usados son los que implican la creación de entidades, selección y movimiento de las mismas una vez creadas, y por ende deben ser las de mayor impacto en la creación de sets para superficies colaborativas multitouch que sean naturales, por ejemplo: seleccionar bastará con apuntar sobre la superficie mover, seleccionar y mantener seleccionada la tabla y arrastrarla. Los estudiantes de un equipo realizan el análisis del problema durante los primeros minutos y posteriormente se concentran en la ejecución, lo cual integra emociones que influyen en la conducta de los participantes. Para llegar a la resolución del problema lo más común es que se realicen aportes y aceptación de ideas, pero principalmente compartir información al igual que discutir las mismas para definir la solución del problema. La discusión de ideas generalmente es el comienzo de la resolución, a medidaque el tiempo transcurre se llega a un acuerdo y aceptación; este mecanismo facilitará un adecuado desarrollo de las actividades en el rol que desempeña cada uno de los integrantes del equipo, facilitando de esta manera el trabajo colaborativo.

#### REFERENCIAS

- [1] Jacob O. Wobbrock, Meredith Ringel Morris, and Andrew D. Wilson. 2009. User-defined gestures for surface computing. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '09). ACM, New York, NY, USA, 1083-1092. DOI=10.1145/1518701.1518866 <http://doi.acm.org/10.1145/1518701.1518866>
- [2] Mathias Frisch, Jens Heydekorn, and Raimund Dachselt. 2010. Diagram editing on interactive displays using multi-touch and pen gestures. In Proceedings of the 6th international conference on Diagrammatic representation and inference (Diagrams'10), Ashok K. Goel, Mateja Jamnik, and N. Hari Narayanan (Eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 182- 196.
- [3] Nicolas Mangano, Thomas D. LaToza, Marian Petre, and André van der Hoek. 2014. Supporting informal design with interactive whiteboards. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'14). ACM, New York, NY, USA, 331-340. DOI=10.1145/2556288.2557411 <http://doi.acm.org/10.1145/2556288.2557411>
- [4] Brianna Potvin, Colin Swindells, Melanie Tory, and Margaret-Anne Storey. 2012. Comparing horizontal and vertical surfaces for a collaborative design task. Adv. in Hum.-Comp. Int. 2012, Article 6 (January 2012), 1 pages. DOI=10.1155/2012/137686 <http://dx.doi.org/10.1155/2012/137686>
- [5] Cheng, G., & Yin, J. (2013, December). The study of a novel gesture technique based on “Pen + touch” in multi-touch interfaces. In Mechatronic Sciences, Electric Engineering and Computer (MEC), Proceedings 2013 International Conference on (pp. 1130-1134). IEEE.
- [6] Hinckley, K., Yatani, K., Pahud, M., Coddington, N., Rodenhouse, J., Wilson, A., ... & Buxton, B. (2010, October). Pen + touch= new tools. In Proceedings of the 23rd annual ACM symposium on User interface software and technology (pp. 27-36). ACM.
- [7] Nicolas Mangano, Thomas D. LaToza1, Marian Petre2 , André van der Hoek , Supporting Informal Design with Interactive Whiteboards , Department of Informatics University of California, Irvine, Centre for Research in Computing The Open University.
- [8] Michael Schubert, Sébastien George, and Audrey Serna. 2012. Exploring the potential of tabletops for collaborative learning. In Proceedings of the 11th international conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS'12), Stefano A. Cerri, William J. Clancey, Giorgos Papadourakis, and Kitty Panourgia (Eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 632-633. DOI=10.1007/978-3-642-30950-2\_96 [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-30950-2\\_96](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-30950-2_96)
- [9] Meredith Ringel Morris\*, Anne Marie Piper\*\*, Anthony Cassanego\*, Terry Winograd\* Supporting Cooperative Language Learning: Issues in Interface Design for an Interactive Table <http://hci.stanford.edu/cstr/reports/2005-08.pdf>
- [10] Fleck, R., Rogers, Y., Yuill, N., Marshall, P., Carr, A., Rick, J., & Bonnett, V. (2009, November). Actions speak loudly with words: unpacking collaboration around the table. In Proceedings of the ACM international conference on interactivetabletops and surfaces (pp. 189-196). ACM.
- [11] Anslow, C. (2010). Multi-touch table user interfaces for co-located collaborative software visualization. In Proceedings of the Doctoral Symposium at the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS), Saarbrucken, Germany (p. 19).
- [12] Basher, M., Burd, L., & Baghaei, N. (2012, December). Collaborative software design using multi-touch tables. In 2012 4th International Congress on Engineering Education (pp. 1-5).IEEE.
- [13] Savery, C., Hurter, C., Lesbordes, R., Cordeil, M., & Graham, N. When paper meets multi-touch: a study of multi-modal interactions in air traffic controls.

- [14] Andrade Arteaga, C., Rodríguez-Rodríguez, R., Alfaro-Saiz, J. J., & Verdecho, M. J. (2020). An ANP-Balanced Scorecard methodology to quantify the impact of TQM elements on organisational strategic sustainable development: Application to an oil firm. *Sustainability*, 12(15), 6207.
- [15] Belbin, M. (1981). *Management Teams: Why They Succeed or Fail*. Obtenido de Análisis de roles de trabajo en equipo: Un enfoque centrado en comportamientos por Joan Anton Ros Guasch: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5449/jarg1de1.pdf>
- [16] Verdecho, M. J., Alfaro-Saiz, J. J., Rodriguez-Rodriguez, R., & Ortiz-Bas, A. (2012). A multi-criteria approach for managing inter-enterprise collaborative relationships. *Omega*, 40(3), 249-263.
- [17] Marin-Garcia, J. A., Andreu-Andrés, M. Á., Atares-Huerta, L., Aznar-Mas, L. E., Garcia-Carbonell, A., González-Ladrón-de-Guevara, F., ... & Watts, F. (2016). Proposal of a framework for innovation competencies development and assessment (FINCODA). *WPOM-Working Papers on Operations Management*, 7(2), 119-126.
- [18] Montero Fleta, M. B., Pérez Peñalver, M. J., & Aznar-Mas, L. E. (2017). Behavioural indicators of innovators. A search protocol for a systematic literature review. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 3(1), 113-120.
- [19] Gottman, J. M. (1993). *Studying emotion in social interaction*.
- [20] Feldman, L., & Blanco, G. (2006). Las emociones en el ambiente laboral: un nuevo reto para las organizaciones. *Revista de la Facultad de Medicina*, 29(2), 103-108.
- [21] Ekman, P., & Friesen, W. V. (1978). Facial action coding system. *Environmental Psychology & Nonverbal Behavior*.