

MURALES: creando puentes entre el mundo digital y el físico

Cecilia Sanz^{1,3}

Verónica Artola^{1,4}
Bárbara Ibañez²

Mauricio Nordio^{1,3}
Bárbara Corro²

Franco Pirondo²

¹*Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI). Centro Asociado CIC.*

²*Facultad de Informática - Universidad Nacional de La Plata*

³*Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*

⁴*Becaria CONICET*

csanz@lidi.info.unlp.edu.ar, vartola@lidi.info.unlp.edu.ar,
mnordio@lidi.info.unlp.edu.ar, franco.pirondo@gmail.com,
barbiruth17@gmail.com, barbicorro@hotmail.com

Resumen

En este artículo se presenta una aplicación educativa llamada Murales, junto con las experiencias desarrolladas en diferentes exposiciones y actividades. Murales fue creada para fomentar la creatividad y difundir las posibilidades de la interacción tangible. Se orienta a la creación de murales de forma interactiva, utilizando objetos físicos que se le presentan a los usuarios, y que pueden apoyar y arrastrar sobre una *tabletop* sobre la cual van creando su mural. Murales se presentó en diferentes muestras y exposiciones con públicos de diversas edades. En esta primera etapa se analizaron, a través de la observación participante por parte de los investigadores, las dificultades y posibilidades de la modalidad de interacción diseñada, así como también las reacciones de los participantes en el uso de Murales. Los resultados demuestran el alto grado de motivación e interés que presentan los usuarios, y en particular, los niño/as y jóvenes. Al mismo tiempo, se descubren aspectos de mejora en la interacción, que permiten trazar nuevos caminos a futuro.

Palabras Clave: interacción tangible, tabletop, creatividad, murales

1. Introducción

La interacción tangible (IT) ha abierto nuevos desafíos en las formas de interactuar con las computadoras [7]. Se presenta como un nuevo paradigma de interacción en el que se busca aprovechar la manipulación de objetos del entorno como control de sistemas informáticos, y al mismo tiempo, usarlos como dispositivos de salida, donde se reflejen los cambios de estado del sistema [6]. Esto da la oportunidad de enriquecer los tipos de *feedback* y también aprovechar las habilidades naturales de las personas en la manipulación de objetos [13, 4]. Se otorga en este paradigma un valor especial al sentido del tacto como un canal más de información y vinculación con el mundo digital. Las *tabletop* (superficies horizontales interactivas) han acompañado el desarrollo de la IT, otorgando un espacio de trabajo conjunto entre los usuarios, y haciendo las veces de interfaz [5].

La interacción tangible viene siendo utilizada en numerosas experiencias educativas. Se han encontrado variedad de beneficios que aportan este tipo de aplicaciones en diferentes disciplinas. Como parte de una investigación que han realizado los autores, se han encontrado más de 60 trabajos que remiten al uso de la IT en espacios educativos y con una *tabletop*. Entre los aportes encontrados por los autores se men-

cionan: las aplicaciones usadas con IT y las dinámicas que posibilitan han fomentado la colaboración, la motivación, la diversión, el aprendizaje y el desarrollo de la creatividad [1].

En este trabajo se pone el foco en el desarrollo de una aplicación para fomentar la creatividad de sus usuarios y dar a conocer algunas de las posibilidades de la IT. Si bien se han encontrado trabajos en esta línea, no se visualizan antecedentes en el contexto de Argentina.

A partir de aquí este trabajo se organiza de la siguiente manera: la sección 2 revisa algunos antecedentes en relación al uso de IT para el desarrollo de la creatividad, arte y educación. En la sección 3 se describe Murales, desde el punto de vista funcional y técnico; la sección 4 presenta las diferentes experiencias realizadas durante 2019 en la que los participantes usaron Murales. La sección 5 analiza los resultados preliminares a partir de la observación participante de los investigadores. Finalmente, la sección 6, sintetiza algunas conclusiones y líneas de trabajo futuro.

2. Antecedentes

Son varios los trabajos como los de [10], [12], que ponen el foco en las posibilidades que proveen las interfaces IT para el abordaje de conceptos abstractos a partir de la manipulación física en combinación con la información digital. Las llamadas metáforas 'corporizadas' son de utilidad para trabajar con conceptos abstractos como la música, el arte, la programación o las matemáticas. El beneficio de los materiales físicos, en estos casos, proviene del uso de las imágenes mentales formadas durante el trabajo con materiales físicos. Estas imágenes mentales conectadas a las manipulaciones físicas pueden guiar, por ejemplo, la resolución de problemas.

La idea de que es posible pensar a través objetos físicos y de la acción abre nuevas posibilidades para el diseño de IT, donde cada objeto, con el que es posible relacionarse de manera cognitiva, se convierte en una oportunidad para el pensamiento, el control, la imaginación y la creatividad.

Se han explorado diversos antecedentes que se enfocan en la aplicación de la IT sobre *tabletop*, con foco en el arte y el desarrollo de la creatividad. Por ejemplo, vinculados a la pintura, se encontró un trabajo que describe a *Fluidpaint*, un sistema tangible de pintura digital [14]. En [3] se presenta una aplicación vinculada al dibujo, pero también posibilita abordar temas de Matemática. Otro trabajo de interés es un estudio exploratorio para observar comportamiento en niños pequeños de 3 a 5 años en vinculación con el reconocimiento y uso de los colores [9]. Además, se ha revisado un trabajo en el que la aplicación tangible sobre *tabletop* permite hacer creaciones a partir de símbolos musicales [15]. En [2], se describe un entorno de aprendizaje y creación musical con tangible; y en forma similar, en [11] se presenta un sistema tangible para aprendizaje de música y la creación orientado a estudiantes novatos. Todos estos antecedentes son de diversos países, pero ninguno corresponde a Argentina. Al mismo tiempo ninguno de los trabajos analizados, se enfoca específicamente en la creación de murales.

3. Murales

Murales fue concebida como una aplicación de interacción tangible sobre *tabletop*. Se utiliza sobre VisionAR I y II, que son dos *tabletops* creadas en el marco de proyectos en los que participa el III LIDI¹.

Murales se desarrolló en el contexto de un proyecto de I+D+I del III LIDI, en el que se aborda la investigación en IT para el ámbito educativo. Además, formó parte de un proyecto con estudiantes de la carrera Ingeniería en Computación. La aplicación inicia con una presentación que posibilita conocer la funcionalidad y la forma de trabajo². Siempre se comienza con un nuevo proyecto de mural, como una

¹Proyecto F11/023: Metodologías, técnicas y herramientas de Ingeniería de Software en escenarios híbridos. Mejora de proceso, del Instituto en Investigación en Informática LIDI. Proyecto REFORTICCA de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. De Buenos Aires.

²<http://163.10.22.82/OAS/Videos/muralesvideo.mp4>

página en blanco que se muestra sobre la *tabletop*. Los usuarios tienen a disposición dos categorías de objetos físicos: a. para la configuración; b. para la creación.

En la Figura 1, se muestran estos tipos de objetos. Por ejemplo, puede verse que hay objetos como caracolas, o flores secas, una pelota, una "mamushka", que sirven para usar como elementos de creación del mural. Mientras que las reglas, la rueda de efectos, y la de colores de fondo se usan para configurar. En el Cuadro 1 se muestra una descripción de los objetos disponibles para la configuración de aspectos del mural.

Objeto de Configuración	Funcionalidad
Rueda de Configuración	Habilita un panel de configuración.
Rueda de colores	Posibilita cambiar el color de fondo del mural que se está creando
Rueda de Efectos	Permite cambiar el color o darle efectos al objeto con el que se está trabajando. Algunos efectos son: pixelado, sepia, etc.
Regla de transparencia	Permite cambiar el nivel de transparencia del objeto con el que se está trabajando
Regla de escala	Posibilita cambiar el tamaño del objeto con el que se está trabajando.

Cuadro 1: Descripción de los objetos de configuración de Murales

La dinámica de Murales combina la tangibilidad y la creatividad, a partir de experimentar las formas, colores y texturas de varios de los objetos de creación y todas las posibilidades de configuración disponibles. Se espera que el usuario "juege", arrastrando objetos sobre la mesa y dejando su trazo ("estela") para dibujar, y crear formas que conformarán el mural. Los objetos pueden funcionar como sellos al solo apoyarlos o como pinceles o lápices generando secuencias

de la figura del objeto, como una pincelada (ver Figura 2). Entre los objetos se tiene un lápiz negro que permite trazar líneas. Cada vez que se apoya la rueda de configuración sobre la *tabletop*, se habilita el panel de configuración, que permanece activo mientras no se retire este objeto de la superficie. Esta rueda permite que se trabaje con los otros objetos de configuración, ya sea para cambiar el color del fondo de mural, o dar efectos a un determinado objeto, o cambiar su transparencia o tamaño. Cualquier configuración que se aplique queda determinada para los objetos que se usen en forma posterior. Por ejemplo, si se está trabajando con una flor y se cambió su transparencia, y luego, se toma la caracola, ésta tendrá la configuración de transparencia última.

Las dos ruedas (de efectos y color de fondo), al apoyarlas aumentan digitalmente un círculo alrededor del objeto físico que muestra los posibles efectos o colores a elegir, y con la flecha que tiene la rueda se selecciona lo deseado. Las reglas cuentan con una barrita que se desplaza manualmente y permite seleccionar sobre la imagen aumentada digitalmente el nivel de transparencia o la escala deseada. Los movimientos de desplazamiento de la barrita van mostrando el efecto que se está aplicando.

De esta manera, Murales genera puentes entre el mundo físico, con el uso de objetos que forman parte de nuestro entorno, y el mundo digital.

Hay dos objetos adicionales: un tachito de basura en miniatura, y un disquito de 3,5.ºntiguo, estos representan las funciones de borrar o descartar el mural y de guardarlo, respectivamente, cuando se los apoya sobre la *tabletop*. Cuando se borra un mural, aparece uno nuevo con fondo blanco para empezar de cero. Al guardar, queda almacenada en la computadora en la que corre la aplicación, la imagen del mural en .jpg.

Por último, para la última muestra en que se utilizó Murales, se integró con otra aplicación desarrollada para Kinect que posibilitó que se capture la imagen de las personas que creaban el mural y éstas queden sumergidas en dicho mu-

ral, en una proyección sobre una de las paredes de la sala (ver Figura 3).

Desde el punto de vista de la implementación, Murales fue desarrollada en Java, y utiliza la librería Reactivision [8] para la detección de marcadores y manejo de la cámara de infrarrojo que se utiliza para capturar los objetos que se apoyan sobre la *tabletop*, entre otras cosas.

4. Experiencias desarrolladas

Durante 2019 Murales fue presentado y utilizado en diferentes contextos como muestras, exposiciones y en sesiones de trabajo específicas con niño/as de educación inicial y primaria.

Las exposiciones/muestras en las que se presentó fueron:

ExpoUNLP: esta exposición la organiza la Universidad Nacional de La Plata. Participan todas las unidades académicas y se orienta a presentar la oferta académica y servicios de esta universidad a la comunidad, especialmente con estudiantes y docentes de escuela secundaria. En este contexto, cientos de estudiantes se han acercado y han utilizado Murales que se presenta como un desarrollo conjunto entre estudiantes, docentes e investigadores de un instituto de la Facultad. Los participantes así visualizan diferentes formas de interactuar con una aplicación informática, y experimentan la IT.

Jornadas de Ciencia y Tecnología de la Facultad de Informática (FI). Anualmente, la facultad realiza una jornada en la que se muestran proyectos de desarrollo e innovación realizados entre estudiantes y docentes. Se invita a la comunidad a acercarse a recorrer los diferentes proyectos e interactuar con ellos. Murales formó parte de las Jornadas 2019. Muestra 2019 del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de la FI. Se orientó a mostrar y compartir con la comunidad proyectos de investigación e innovación. En este caso, desde autoridades de la UNLP hasta familiares de estudiantes y otros miembros de la comunidad visitaron la muestra.

Concurso Innovar 2019: se llevó a cabo una muestra durante 3 días en la Usina del Arte

(CABA), con proyectos seleccionados como innovaciones a nivel nacional. Se mostró Murales como un ejemplo de posibilidades de actividades educativas a realizar con IT.

Al mismo tiempo se realizaron algunas sesiones específicas con niño/as durante el desarrollo de Murales que permitieron ir evolucionando la aplicación.

Cabe destacar que durante las exposiciones más de 100 personas utilizaron Murales, con rangos de edades variados. Hubo participantes de nivel inicial, primario, secundario, universitarios y adultos, en general. Los investigadores observaron los modos de interacciones planificados para la aplicación, las percepciones de los participantes en términos de usabilidad, y sus reacciones frente al uso de Murales, que daban cuenta de su motivación y satisfacción con la experiencia. En la siguiente sección se resumen algunos de los resultados preliminares obtenidos.

5. Resultados preliminares

Durante las experiencias abordadas durante el 2019 fue posible registrar, tanto a partir de videos como imágenes y notas, las reacciones e interacciones ocurridas en el uso de Murales. Para facilitar la presentación, se organizan en categorías los resultados obtenidos, que son de corte cualitativo, ya que se basan en la observación participante de los investigadores y en los registros obtenidos. Las categorías que se definieron son: resultados relacionados con los modos de interacción y la usabilidad, y relacionados con motivación y satisfacción durante la experiencia a partir de las reacciones de los usuarios.

A continuación se describen los resultados según estas dos categorías.

5.1. Resultados relacionados con los modos de interacción y usabilidad

Se detallan algunas de las observaciones que constituyen resultados a considerar sobre el uso de Murales.



Figura 1: Se muestran algunos de los objetos que se utilizan en Murales

El uso de los objetos para crear los murales fue abordado con naturalidad y sorpresa. Un aspecto que no se había considerado fue que se utilizó un disco de 3,5" para representar la acción de guardado, y en lo más pequeños, no lograron identificar la metáfora, mientras que esto fue natural para los usuarios de mayor edad.

En la mayoría de los casos, en los primeros intentos de uso de la aplicación, se observó cierta dificultad respecto de la velocidad de movimiento del objeto sobre la *tabletop* y la capacidad de la cámara para capturar (*frames* por segundo). En este sentido se debía explicar a los participantes con qué velocidad mover el objeto para que no haya discontinuidades en el trazo.

Los objetos de configuración resultaron de utilidad durante la creación del mural. En todos los casos, fueron utilizados, ya sea algunos o todos los objetos. La forma de seleccionar el color de fondo o los efectos resultó especialmente atractiva y acertada, ya que la mayoría de los usuarios lo realizó fácilmente y repitió la acción varias veces.

Otras observaciones fueron:

- La utilización de un objeto específico para hacer aparecer el panel de configuración, requirió explicación en varios casos.
- La semántica de los objetos de configuración fue reconocida fácilmente luego de presentarlos por primera vez.

- Los bordes del mural presentaban dificultades para la detección ya que en determinadas zonas de la *tabletop*, la cámara no llegaba a realizar adecuadamente las capturas.
- Algunos de los espacios de exposición en determinados horarios dificultaron la iluminación correcta de la superficie de la *tabletop*.



Figura 2: Muestra cómo se han usado objetos que son flores para realizar pinceladas que se conforman por una secuencia de apariciones de la figura del objeto.



Figura 3: Muestra la inmersión de los creadores en el mural, proyectado en una pared de la sala donde se trabaja.

5.2. Resultados relacionados con la motivación y satisfacción de los participantes

Se observó que en general, la aplicación despertó sorpresa en la mayoría de los usuarios de todas las edades. Esto se registró a partir de expresiones como: “qué increíble”, “me sorprende y cómo funciona esto”, “¡hay una mesa que permite hacer dibujos con una mamushka!”, “mirá, se puede cambiar el color de fondo”, etc. En general, se acercaban todo/as con curiosidad más allá del rango etario.

Los niño/as de nivel inicial y primario, fueron los que quisieron utilizar Murales por más tiempo, y la usaban en grupos, ya sea compitiendo por el uso de los objetos o colaborando para armar sus murales. En muchos casos, resultó difícil que abandonaran la actividad, y sus acompañantes tuvieron que insistir para continuar el recorrido por la muestra.

Los niño/as fueron quienes utilizaron la mayor cantidad de objetos disponibles. Si acercaba un nuevo/a niño/a para participar, estos con sus palabras intentaban explicar cómo era el funcionamiento de cada objeto.

Los jóvenes de secundario y facultad, mostraron motivación y curiosidad por la aplicación, consultaron aspectos técnicos. Utilizaron la aplicación, pero en varios casos se observó cierta “vergüenza” por exponerse creando frente a otros. En menor cantidad de oportunidades se daban cuenta que podían participar simultáneamente en la creación varios usuarios. Esto se diferenció respecto de los niño/as que

naturalmente se acercaban y probaban con los objetos.

Los adultos fueron los que más sorpresa demostraron, y los menos dispuestos a crear de forma completa un mural, solo probaban la aplicación para ver cómo era y sacaron fotos de la mesa como un atractivo. La mayoría se intrigó por la tecnología subyacente. Si bien estos resultados son preliminares y de corte cualitativo, han sido de valor para continuar con la aplicación. Además, los aspectos relevados sobre las dinámicas de interacción han permitido delinear posibles soluciones frente a las barreras encontradas. Estos hallazgos pueden ser de interés para quienes trabajan en el desarrollo de este tipo de aplicaciones.

6. Conclusiones

El trabajo presentado describe una aplicación IT sobre *tabletop*, orientada al desarrollo de la creatividad y que introduce formas de interacción que involucran el uso de diversos objetos del contexto. Esto permite experimentar colores, texturas, y formas de los objetos, y al mismo tiempo facilitan la interacción con la aplicación. Los resultados preliminares descriptos han permitido reflexionar sobre varias cuestiones. Uno de estos aspectos, es que se abre un análisis vinculado con la tensión entre las capacidades de la cámara para capturar los eventos sobre la mesa y la velocidad de trazo realizada por los usuarios. También se abren discusiones sobre aspectos de iluminación, y otros relacionados con lo que resulta natural a las personas en estas interacciones, por ejemplo, sobre los modelos mentales que tienen las personas sobre lo que los objetos de configuración representan.

En relación a la motivación, y la satisfacción de los participantes durante las experiencias desarrolladas, y considerando el tiempo de uso de Murales, las expresiones manifestadas y los gestos, se ha encontrado que los participantes se muestran motivados, atraídos y dan cuenta de una experiencia satisfactoria. Es alto el deseo de participación en niño/as, que presentan una actitud exploratoria, y abierta a la creación.

Una conclusión de interés que será profundizada en próximos trabajos se relaciona con el hecho de que los niños/as utilizaban mayor cantidad de objetos para la creación y presentan mayor facilidad para el trabajo simultáneo de varios participantes al crear un mural. También, algunos participantes manifestaron que sería interesante la creación de murales temáticos. Por ejemplo, murales sobre cuidado del medio ambiente, con objetos físicos que se vinculen con esto.

Este trabajo abre puertas así para continuar profundizando en la investigación en el área.

Referencias

- [1] V. Artola, P. Pesado, and C. Sanz. Ed-it: una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en interacción tangible. In *Proceedings of XIV Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, pages 115–124. RedUNCI, 2019.
- [2] S. Baldassarri, J. Marco, C. Bonillo, E. Cerezo, and J. R. Beltrán. Immer-tableapp: Interactive and tangible learning music environment. In *Proceedings of International Conference on Human-Computer Interaction*, pages 365–376. Springer, 2016.
- [3] R. Blagojevic and B. Plimmer. Captui: geometric drawing with tangibles on a capacitive multi-touch display. In *IFIP Conference on Human-Computer Interaction*, pages 511–528. Springer, 2013.
- [4] P. Dillenbourg. The evolution of research on digital education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2):544–560, 2016.
- [5] P. Dillenbourg and M. Evans. Interactive tabletops in education. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 6(4):491–514, 2011.
- [6] K. P. Fishkin. A taxonomy for and analysis of tangible interfaces. *Personal Ubiquitous Comput.*, 8(5):347–358, Sept. 2004.
- [7] H. Ishii and B. Ullmer. Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 97*, pages 234–241, New York, NY, USA, 1997. ACM.
- [8] M. Kaltenbrunner. reactivation and tuio: A tangible tabletop toolkit. In *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces, ITS '09*, pages 9–16, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [9] S. Kubicki, M. Wolff, S. Lepreux, and C. Kolski. Rfid interactive tabletop application with tangible objects: exploratory study to observe young children's behaviors. *Personal and Ubiquitous Computing*, (8):1259–1274, 2015.
- [10] C. O'Malley and K. Facer. Literature review in learning with tangible technologies. REPORT and NESTA FUTURE-LAB, 2004.
- [11] G. Palaigeorgiou and C. Pouloulis. Orchestrating tangible music interfaces for in-classroom music learning through a fairy tale: The case of improvischool. *Education and Information Technologies*, 23(1):373–392, 05 2017.
- [12] S. Price, Y. Rogers, M. Scaife, D. Stanton, and H. Neale. Using 'tangibles' to promote novel forms of playful learning. *Interacting with computers*, 15(2):169–185, 2003.
- [13] O. Shaer and E. Hornecker. Tangible user interfaces: Past, present, and future directions. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 3(1–2):4–137, 2010.

- [14] P. Vandoren, L. Claesen, T. Van Laerhoven, J. Taelman, C. Raymaekers, E. Fle-rackers, and F. Van Reeth. Fluidpaint: an interactive digital painting system using real wet brushes. In *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, pages 53–56. ACM, 2009.
- [15] R. Waranusast, B.-n. Arin, and T. Jeerapa. Interactive tangible user interface for music learning. In *Proceedings of 28th Image and Vision Computing New Zealand*, pages 400–405, 11 2013.