

Estilos y Paradigmas de Interacción Persona-Ordenador y sus Posibilidades para el Escenario Educativo

Sanz Cecilia^{1,3}, Gorga Gladys¹, Artola Verónica^{1,5}, Moralejo Lucrecia¹, Salazar Mesía Natali^{1,6}, Archuby Federico¹, Baldassarri Sandra², Manresa-Yee Cristina⁴, Pesado Patricia^{1,3}

¹Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata

²GIGA AffectiveLab, Universidad of Zaragoza, España

³Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)
526 e/ 10 y 11 La Plata Buenos Aires

⁴Departamento de Ciencias Matemáticas e Informática de la Computación. Universidad de las Islas Baleares, España

⁵Becaria doctoral CONICET

⁶Becaria TIPO A UNLP

{[csanz](mailto:csanz@lidi.info.unlp.edu.ar), [ppesado](mailto:ppesado@lidi.info.unlp.edu.ar), [ggorga](mailto:ggorga@lidi.info.unlp.edu.ar), [vartola](mailto:variola@lidi.info.unlp.edu.ar), [lmoralejo](mailto:lmoralejo@lidi.info.unlp.edu.ar), [nsalazar](mailto:nsalazar@lidi.info.unlp.edu.ar), [farchuby](mailto:farchuby@lidi.info.unlp.edu.ar)}@lidi.info.unlp.edu.ar, sandra@unizar.es, cristina.manresa@uib.es

RESUMEN

Las interfaces han ido evolucionando a lo largo de la historia de las Ciencias de la Computación. El diseño centrado en el usuario y el aprovechamiento del entorno físico, en el que las personas desarrollan sus actividades, se han vuelto eje de variedad de investigaciones (Weiser, 1991) (Ishii & Ullmer, 1993) (Milgram, Takemura, Utsumi & Kishino, 1994). Los paradigmas de interacción actuales proponen generar escenarios naturales de interacción, y tender puentes entre los objetos del entorno físico y los objetos virtuales, para aprovechar de esta manera los beneficios de ambos mundos. Estos paradigmas pueden ofrecer varios aportes para el escenario educativo, ya sea en su aplicación en actividades exploratorias, de asociación, de simulación. También permiten atender a diferentes fines didácticos, ya sea la motivación, el cambio del rol del alumno a uno más activo, los estímulos multimodales, entre muchos otros (McNeil & Jarvin, 2007).

En este trabajo se presenta una investigación vinculada a la integración de diferentes paradigmas y estilos de interacción persona – ordenador en el escenario educativo. Aquí se describen los principales resultados alcanzados y las líneas de trabajo que se persiguen.

Palabras claves: Realidad Aumentada, Interacción Tangible, Computación Afectiva, Dispositivos móviles.

CONTEXTO

Esta investigación forma parte del subproyecto “Escenarios educativos mediados por Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)”, enmarcado en el proyecto “Tecnologías para Sistemas de Software Distribuidos. Calidad En Sistemas y Procesos. Escenarios Educativos Medrados Por TIC (período 2014-2017)”, perteneciente al Instituto de Investigación en Informática LIDI, de la Facultad de Informática de la UNLP, acreditado por el Ministerio de Educación de la Nación.

1. INTRODUCCION

El área de interacción persona – ordenador ha despertado el interés de los investigadores y convoca la mirada de diferentes disciplinas tales como la Psicología Cognitiva, la Educación, la Comunicación, el Diseño, y las Ciencias de la Computación. Se encuentra en continua evolución, teniendo como una de sus metas buscar las mejores alternativas para la interacción entre las personas y los entornos digitales.

Así, las interfaces de líneas de comando (*Command Line Interface-CLI*), dieron paso a las interfaces gráficas de usuario (*Graphical User Interface-GUI*) y hoy día ya se habla de un conjunto de paradigmas y estilos de interacción que han sido agrupados dentro de la categoría de Interfaces Naturales (*Natural User Interface-NUI*).

Las ideas de Weiser (1991) sobre la Computación Ubicua, las de Ishii & Ullmer (1993) sobre las Interfaces Tangibles y el surgimiento de las NUI han dado lugar a que el usuario pueda controlar una aplicación de cualquier tipo, a través de una interfaz invisible que resulte intuitiva, fácil de aprender y logre ser accedida a través de la voz, gestos, movimientos corporales, o movimientos de objetos del entorno que son interpretados como comandos de entrada para la aplicación (Sabino Moxo & Márquez Domínguez, 2014).

Las interfaces tangibles, la realidad aumentada, los mundos virtuales 3D, las capacidades de los dispositivos móviles y de los sensores, permiten hoy hablar de entornos aumentados, donde lo digital y lo físico se entrelaza para dar a la persona una experiencia mutisensorial y sumamente interactiva (Bujak, Radu, Catrambone, MacIntyre, Zheng, Golubski, 2013) (Chen & Tsai, 2012) (Dillenbourg & Evans, 2011).

También este tipo de interfaces ofrecen nuevas oportunidades para personas con necesidades educativas especiales (Bojanovic, Manresa-Yee, Abásolo, Larrea & Sanz, 2015) (Piper, O'Brien, Morris, & Winograd, 2006) (Battocchi et al., 2010). En (Bonillo, Cerezo, Marco & Baldassarri, 2016, p.1) se habla de “Interfaces de Usuario Distribuidas (IUD), que soportan trabajo colaborativo en habitaciones o espacios de trabajo digitalmente aumentados. Los usuarios en un ECI¹ pueden usar diferentes métodos de interacción basados en la manipulación física (paredes táctiles, *tabletops*, vestibles, objetos inteligentes...) para interactuar con una aplicación informática”.

Son varios los autores que han abordado el uso de este tipo de interfaces en escenarios educativos. Algunos motivados por el hecho de “...eliminar barreras tecnológicas del tipo física y mental, haciendo que las interfaces persona - ordenador sean más intuitivas y ampliando las maneras en que los usuarios pueden interactuar y experimentar con las Tecnologías de la Información y la

Comunicación, al trasladarlos de un modelo convencional utilizando dispositivos electrónicos artificiales como el teclado y el *mouse* [...], hacia un modelo de interacción más natural” (Duque & Vázquez, 2015, p.8).

En este trabajo se pone especial foco en la realidad aumentada, la interacción tangible, la computación ubicua en general, los mundos virtuales 3D, la computación afectiva y las posibilidades de los móviles para generar entornos aumentados que brinden oportunidades para el escenario educativo. Se diseñan y se desarrollan herramientas de software y de hardware, metodologías para el aprovechamiento de estas tecnologías, y se llevan adelante experiencias con docentes y alumnos, que son evaluadas para detectar problemas, realizar mejoras y avanzar en la investigación. A continuación se presentan las líneas de investigación y desarrollo que se abordan.

2. LINEAS DE INVESTIGACION / DESARROLLO

Las líneas de investigación, desarrollo e innovación en las que se trabaja son:

- Estilos y Paradigmas de Interacción Persona – Ordenador. Posibilidades para la educación, y con foco en la accesibilidad e inclusión.
- Realidad Virtual y Aumentada. Sus posibilidades para el ámbito educativo.
- Interacción tangible y multitáctil. Aplicaciones en educación y educación especial.
- Computación afectiva para el enriquecimiento de escenarios educativos.
- Dispositivos móviles y sensores para la generación de entornos aumentados.
- Herramientas colaborativas para la educación y educación especial en particular.

3. RESULTADOS ESPERADOS/OBTENIDOS

Durante el 2016 se profundizaron los avances en estas líneas de investigación. Se describen aquí diferentes acciones realizadas en este período.

Se trabajó en una revisión bibliográfica sobre las posibilidades de la realidad aumentada en escenarios educativos. Al mismo tiempo se profundizaron las experiencias realizadas utilizando

¹ ECI: Espacio Colaborativo Interactivo

EPRA, un material educativo con actividades basadas en realidad aumentada para la enseñanza de conceptos básicos de Programación (Salazar, Gorga & Sanz, 2015). En este sentido se realizaron experiencias con alumnos de las carreras de la Facultad de Informática de la UNLP y en la Universidad de Río Negro (estas últimas se dan en el marco de un proyecto de investigación en el que participan ambos grupos). Para evaluar estas experiencias se tomaron tres ejes de análisis, la motivación intrínseca de los alumnos, la satisfacción respecto de la experiencia y de las actividades de RA disponibles en EPRA, y el impacto en el aprendizaje sobre el tema abordado en el material. Se utilizaron diferentes técnicas para la recogida de datos: el cuestionario IMI (*Intrinsic Motivation Inventory*) para analizar la motivación intrínseca, cuestionarios de satisfacción, y se administraron un *pretest* y un *posttest*, antes y después de la experiencia con el material de RA para analizar el impacto en el aprendizaje. Este proceso ha sido motivo de varias publicaciones (Salazar, Sanz & Gorga, 2016 a, b y c). Al mismo tiempo, estos trabajos se vinculan con el tema de una tesis de maestría en Tecnología Informática Aplicada en Educación de uno de los miembros del subproyecto de investigación presentado aquí.

En relación a la investigación en temas de RA se ha continuado con el desarrollo de la herramienta de autor AuthorAR, para la creación de actividades educativas de RA. Esta herramienta cuenta con la posibilidad de crear un proyecto que incluya una serie de actividades. Las actividades pueden ser de dos tipos, por el momento: de exploración y de estructuración de frases (orientadas al escenario de educación especial). Aún resta la exportación de un proyecto para que las actividades puedan ser recorridas en forma independiente de la herramienta. Se espera avanzar en este sentido durante 2017 y también en la realización de las pruebas de usabilidad de AuthorAR con docentes (destinatarios de la herramienta).

Por otra parte, se ha profundizado la investigación en temas relacionados con interacción tangible. En primer lugar se avanzó en el desarrollo de TIES, un editor para la creación de actividades de interacción tangible (Artola, Sanz, Moralejo, Pesado & Baldassarri, 2015), que será evaluado durante 2017. Se continuó con el desarrollo de experiencias utilizando ITCol (un juego basado en interacción

tangible para la colaboración), que se integra como parte de un seminario de la Maestría en Tecnología Informática Aplicada en Educación de la Facultad de Informática de la UNLP. Para evaluar las sesiones con ITCol se diseñó una metodología que abarca una entrevista individual con los participantes, luego de recibir las pistas iniciales que son únicas para cada jugador, un registro filmico y de interacciones, a través de una matriz que completan los observadores del proceso, y una entrevista grupal final para realizar un análisis metacognitivo del proceso vivenciado (Zangara & Sanz, 2015). Los resultados de las sesiones realizadas en los últimos 3 años, serán publicados en un trabajo durante 2017. Sin embargo ya se han presentado resultados parciales en (Artola, Sanz,

Pesado & Baldassarri, 2016) y en el marco de un libro² publicado en 2016 que refleja un trabajo conjunto con la Universidad de Guadalajara en el marco del Programa Pablo Neruda de la Red *IberoTICs*.

Durante 2017 se espera avanzar también en las evaluaciones del juego EPIT para la enseñanza de Programación utilizando interacción tangible. También se ha involucrado, a partir del corriente año, la participación de un pasante para trabajar en la arquitectura de la mesa interactiva utilizada en el marco de estas experiencias y realizar mejoras en este sentido.

En relación a la temática de mundos virtuales 3D, se han abordado diferentes tesis. Una de ellas se orienta al estudio de las posibilidades de estos mundos para personas con discapacidad auditiva (Fachal, Sanz & Abásolo, 2015). En este marco, se ha realizado un relevamiento bibliográfico de experiencias vinculadas; se ha estudiado también la situación del alumno sordo en Argentina y la utilización de TICs en instituciones de nuestro país para la enseñanza a estos alumnos. Vinculado a estas temáticas, también se desarrolló ComuniCA (como parte de un trabajo de grado). ComuniCA es un componente de software que integra los pictogramas de Comunicación Aumentativa y Alternativa (Boix & Basil, 2005) y videos de lenguaje de seña para la composición de mensajes y su publicación en espacios de escritura en la web

² Aplicación de la Tecnología en el Aprendizaje. Casos de Argentina y Mexico. Compiladores: Sara Catalina Hernandez Gallardo, Cecilia Verónica Sanz, Cornelio Cano Guzmán, y Ricardo Marcelo Naiouf. Publicado en 2016.

(Santillán, Sanz & Gorga, 2017). Este componente se ha integrado a CkEditor³ y se han realizado pruebas también con Facebook. Se cree que será de utilidad también en el marco de los mundos virtuales 3D y será evaluado en el marco de la tesis doctoral antes referida.

Al mismo tiempo, se finalizó una tesis de maestría dirigida por miembros del proyecto sobre “El impacto de los juegos de rol en *Second Life* en la práctica de las subcompetencias lingüística y discursiva en inglés a nivel oral”. Se ha realizado una publicación al respecto (Quintín, Sanz & Zangara, 2016).

Por otra parte, se ha continuado con la revisión bibliográfica relacionada con el área de Computación afectiva (Picard, 1997) y sus posibilidades para el escenario educativo (Huerta- Pacheco, Rebolledo-Mendez & Hernandez- Gonzalez, 2016) (Shen, Wang & Shen, 2009) (Qi Luo, 2006), a partir de dos propuestas de tesis de doctorado en estas temáticas dirigidas por miembros del proyecto en conjunto con la Universidad de Zaragoza.

Finalmente, se han desarrollado juegos educativos, uno de ellos sobre móviles orientado a la autoevaluación de los alumnos. Se trata de un juego de preguntas y respuestas del estilo Preguntados⁴ o *Geography*⁵, que se integra a un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje (EVEA), en particular se ha realizado la integración a IDEAS⁶. El juego se llama Desafiate y permite que los docentes publiquen las autoevaluaciones generadas en el EVEA como una aventura dentro del juego, que presenta desafíos a los participantes. Se trata de una historia donde el personaje principal es un pirata que recorre islas en busca de tesoros, pero para obtenerlos deberá resolver un desafío en cada isla. Este trabajo forma parte de un trabajo de grado de uno de los miembros de este proyecto. También en esta línea se ha desarrollado un juego para la enseñanza de la Programación, como parte de una

³ CKEditor: se trata de un editor HTML para la escritura en la web. Disponible en: <http://ckeditor.com/>

⁴ Preguntados: es un videojuego de trivia para móviles iOS, Android y Windows Phone, lanzado a finales de 2013 por la empresa argentina Etermax.

⁵ *Geography*: Juego de Preguntas de Geografía 3D

⁶ IDEAS: <http://ideas.info.unlp.edu.ar> – Es una evolución del EVEA WebUNLP, desarrollado en la Facultad de Informática de la UNLP.

tesina de grado dirigida por investigadores del proyecto. El juego es en primera persona y plantea la construcción de algoritmos como parte de una historia interplanetaria. Se difundirán los resultados en 2017.

Es importante destacar que el equipo de trabajo para esta investigación se integra por investigadores del III LIDI y otros de España (Universidad de las Islas Baleares y Universidad de Zaragoza) que colaboran en el desarrollo de los temas y en la dirección de trabajos de tesis de maestría y doctorado.

En cuanto a los proyectos y acuerdos de cooperación vinculados con la temática, el III- LIDI participa en los siguientes:

- Acuerdo de colaboración en estos temas con la Universidad de Zaragoza. En particular con el grupo GIGA *AffectiveLab*.
- Acuerdo de colaboración en estos temas con la Universidad de Islas Baleares. En particular con la Unidad de Gráficos, Visión por Computador e IA.
- REDAUTI: Red Temática en Aplicaciones y Usabilidad de la Televisión Digital Interactiva.
- REFORTICCA: Recursos para el Empoderamiento de FORMadores en TIC, Ciencias y Ambiente. Proyecto que se desarrolla en el marco de los Proyectos De Innovación y Transferencia En Áreas Prioritarias de la Pcia. de Buenos Aires (PIT- AP-BA). Período: 2017-2018.
- Acuerdo de cooperación con la Universidad Nacional de Santiago del Estero. Se asesora en temas relacionados a la integración de dispositivos móviles en procesos educativos.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En el marco del subproyecto que aquí se presenta se participa en la formación de los siguientes recursos humanos:

- Un becario de UNLP con beca TIPO A, que está realizando la tesis de maestría en TIAE relacionada con la temática aquí expuesta, y trabaja en el marco del subproyecto.
- Un becario doctoral CONICET, que está realizando su tesis en temas vinculados con Interacción Tangible para el escenario educativo, también es integrante del subproyecto.

- Dos especialistas en TIAE, que está finalizando su tesis de maestría e integrante del subproyecto.
- Un becario de entrenamiento de la Comisión de Investigadores Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

Los investigadores formados de este proyecto se encuentran dirigiendo tesis doctorales y de maestría vinculadas a los temas de esta investigación, así como también tesinas de grado.

En la siguiente sección se presenta bibliografía de referencia para la investigación en los temas presentados y los trabajos citados a lo largo del documento.

5. BIBLIOGRAFIA

- Artola V. & Sanz C. (2016). Informe técnico de las sesiones de evaluación realizadas con ITCOL.
- Artola V., Sanz C. V., Moralejo L., Pesado P. M. & Baldassarri S. (2015). Herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en Interacción Tangible. En XXI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Junín, 2015.
- Battocchi A., Ben-Sasson A., Esposito G., Gal E. Pianesi F., Tomasini D., Venuti P., Weiss P. L. and Zancanaro M. (2010). Collaborative Puzzle Game: a Tabletop Interface for Fostering Collaborative Skills in Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Assistive Technologies*. 4(1): pp. 4-14
- Boix J., Basil C. (2005). CAA en atención temprana. *Comunicación y pedagogía: NT y recursos didácticos*. ISSN: 1136-7733, N° 205, pp. 29-35.
- Bojanovic, F., Manresa-Yee, C., Abásolo, M.J., Larrea, M. & Sanz, C (2015). Get Closer to Activate It! An Educational Tool for People with Multiple Disabilities. XXI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Junín, 2015. ISBN: 978-987-3806-05-6. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/50238>
- Bonillo C., Cerezo E., Marco J., Baldassarri S. (2016). Herramienta para el desarrollo de espacios colaborativos interactivos: arquitectura y prueba de concepto. *Actas del XVII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador – Interacción 2016*, pp. 193-200
- Bujak K.; Radu I.; Catrambone R.; MacIntyre B.; Zheng R.; Golubski G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*.
- Chen C. & Tsai Y. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59 (2), (638652).
- Dillenbourg P. & Evans M. (2011). Interactive tabletops in education. *Computer-Supported Collaborative Learning*. 6, pp. 491–514.
- Duque E. & Vásquez A. (2015). NUI para la educación. Eliminando la discriminación tecnológica en la búsqueda de la Inclusión digital. Disponible en: <http://hdl.handle.net/123456789/3780>
- Fachal A., Sanz C., Abásolo M.J. (2015). Informe técnico sobre “Antecedentes en el desarrollo de software y herramientas educativas para la enseñanza de personas con hipoacusia”.
- Huerta-Pacheco N. S., Rebolledo-Mendez G., & Hernandez-Gonzalez S. (2016). Cognitive-affective Modelling Approach in Tutoring System. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Emotion Awareness in Software Engineering* (pp. 18–21). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2897000.2897005>
- IMI (*Intrinsic Motivation Inventory*). Disponible en: <http://www.selfdeterminationtheory.org/> 7
- Ishii, H. & Ullmer, B. (1993). 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)*, pp. 234-241
- McNeil N. & Jarvin L. (2007). When Theories Don't Add Up: Disentangling the Manipulatives Debate. *Theory Into Practice*. Vol. 46, no. 4, pp. 309 - 316
- Milgram P., Takemura H., Utsumi, A., & Kishino F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum.

- Telemanipulator and Telepresence Technologies, 2351, 11.
- Picard R. W. & Picard R. (1997). *Affective computing*. Vol. 252. Cambridge: MIT press.
 - Piper A. M., O'Brien E., Morris M. R. & Winograd T. (2006). SIDES: a cooperative tabletop computer game for social skills development. 20th Conference on Computer Supported Cooperative Work.
 - Qi Luo. Application of Affective Computing in e-Learning System. (2006). *Open Education Research*. Pp. 80-83.
 - Quintín E., Sanz C. & Zangara A. (2016). The Impact of Role-Playing Games through Second Life on the Oral Practice of Linguistic and Discursive Sub-competences in English. *Proceedings of the 2016 International Conference on Collaboration Technologies and Systems*. En cooperación con IEEE, ACM and IFIP. Orlando, Florida, USA – ISBN: 978-1-5090-2300-4/16 IEEE DOI 10.1109/CTS.2016.40. PP. 148 - 155
 - Sabino Moxo B., Márquez Domínguez J.A. (2014). *Rehabilitación Virtual Mediante Interfaces Naturales De Usuario*. Congreso Virtual sobre Tecnología, Educación y Sociedad CTES. ISBN: 2007-7475. Disponible en: <http://cenid.org.mx/memorias/ctes/index.php/ctes/article/view/102>
 - Salazar Mesía N., Gorga G., Sanz C. (2015). EPRA: herramienta para la enseñanza de conceptos básicos de programación utilizando realidad aumentada. X Congreso sobre Tecnología en Educación & Educación en Tecnología. *Corrientes*, 2015. ISBN: 978-950-656-154-3, 426-435. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/49071>
 - Salazar Mesía N., Sanz C., Gorga G. (2016 a) *Experiencia de enseñanza de Programación con Realidad Aumentada*. Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática JENUI 2016. Almería, España. Julio de 2016. Publicado en las Actas de las Jornadas ISBN: 978-84-16642-30-4 - Pp. 213 a 220.
 - Salazar Mesía N., Sanz C., Gorga G. (2016 b) *Augmented Reality for Programming Teaching. Student Satisfaction Analysis*. *Proceedings of the 2016 International Conference on Collaboration Technologies and Systems*. En cooperación con IEEE, ACM and IFIP. Noviembre 2016, Orlando, Florida, USA – ISBN: 978-1-5090-2300-4/16 IEEE DOI 10.1109/CTS.2016.43 – Pp. 165-171
 - Salazar Mesía N., Sanz C., Gorga G. (2016 c) *Experiencia con Realidad Aumentada. Análisis de la incidencia en la comprensión de las estructuras de control*. *Actas del XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2016)*, ISBN: 978-987- 733-072-4. Pp. 1231-1241.
 - Santillán C., Sanz C, Gorga G. (2017). *ComuniCA: un componente de software para la escritura de mensajes de comunicación aumentativa en espacios web*. *Tesina de grado de la Licenciatura en Sistemas*. Facultad de Informática UNLP.
 - Shen L., Wang M., & Shen R. (2009). *Affective e-Learning: Using “Emotional” Data to Improve Learning in Pervasive Learning Environment*. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(2), 176–189. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.12.2.176>
 - Weiser M. (1991). *The computer for the 21st century*. *Scientific American*, 265(3), (pp. 94-104)
 - Zangara A., Sanz C. (2015). *Collaborative Learning Work. Evaluation Model Using The Ethnographic Methodology Of “Analysis Of Social Networks”*. 7th International Conference on Education and New Learning Technologies .EDULEARN 2015. España-Barcelona. Pp. 5373-5380. ISBN: 978-84-606-8243-1 - ISSN: 2340-1117 – Editor: IATED. Disponible en: <http://library.iated.org/view/ZANGARA2015C OL>