

Informe final publicable de proyecto CETA, expandiendo las posibilidades de la interacción tangible en escuelas

Código de proyecto ANII: FSED_2_2020_1_163592

21/06/2023

GONZÁLEZ PERILLI, Fernando (Responsable Técnico - Científico)

DE LOS SANTOS, Camila (Investigador)

ARGENTE RAIMONDO, Daniel Alejandro (Investigador)

BAKALA, Ewelina (Investigador)

DA LUZ WERNER, Mariana (Investigador)

HERGATACORZIAN, Camila (Investigador)

MARICHAL BARÁIBAR, Sebastián Roberto (Investigador)

PASCALE, Maria (Investigador)

PIRES, Ana Cristina (Investigador)

SANSONE D'AMORE, Gustavo Nicolás (Investigador)

SECCO, Leonardo (Investigador)

VARELA, Gonzalo (Investigador)

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (Institución Proponente) \\
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE INGENIERÍA \\
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO

Resumen del proyecto

Desde 2015 el proyecto CETA desarrolla actividades interdisciplinarias de investigación vinculadas al diseño de interacción, con un fuerte énfasis en la apropiación de la tecnología por parte de la comunidad. En el marco de diversos proyectos financiados se han creado los dispositivos de interacción tangible CETA e iCETA (diseñado para niños con discapacidad visual). De estos desarrollos ha participado un nutrido equipo de investigadores/as con formaciones bien distintas y complementarias, incluyendo, educadores/as, comunicadores/as, informáticos/as, psicólogos/as, diseñadores/as, ilustradores/as y músicos. En el presente proyecto llevamos adelante un proyecto en el paradigma del diseño participativo por el cual maestras, niños y expertos participan del proceso de diseño a través de entrevistas, talleres y otras actividades de investigación. A partir de estas actividades pudimos detectar oportunidades de mejora de los juegos creados en anteriores proyectos y desarrollar nuevas aplicaciones. A partir del diálogo con las maestras se definió desarrollar un juego que promueva el aprendizaje de la lectoescritura basado en el empleo de manipulables. Esta aplicación también se adapta a niños ciegos y con baja visión. Por otra parte, a través de las distintas instancias participativas se comenzaron a delinear distintas actividades de aula para llevar adelante con los desarrollos creados, algo que es fundamental para promover la apropiación de la tecnología.

Ciencias Sociales / Comunicación y Medios / Comunicación de Medios y Socio-cultural / TICs y Educación

Palabras clave: Interacción Tangible / Tics Educativas / Diseño Participativo /

Introducción

Introducción

La apuesta por la tecnología como apoyo educativo se ha consolidado en las últimas décadas en el mundo y en Uruguay. A través del Plan Ceibal (One Laptop per Child program in Uruguay) se han alcanzado logros relativos a la brecha digital que han sido muy celebrados (Pittaluga y Revoir, 2012). El acceso a computadoras ha brindado a los estudiantes posibilidades inéditas de acceso a la información y se han abierto valiosos canales de comunicación con los educadores que han sido de especial utilidad durante la emergencia sanitaria. Sin embargo se han constatado dificultades para la apropiación de la tecnología en el aula para lo que la interacción tangible podría ser de ayuda.

CETA (Marichal et al. 2017; Pires et al, 2019a, 2019b, ver: www.ceta.edu.uy) es un sistema de interacción tangible desarrollado para las tablets distribuidas en los primeros años de escuela en el marco del Plan Ceibal. Su desarrollo estuvo a cargo de un equipo interdisciplinario integrado por comunicadores, psicólogos, diseñadores, informáticos y educadores.

Dado el éxito obtenido, el equipo de CETA se propone en esta propuesta expandir las condiciones de uso del sistema incorporando nuevos contenidos y dinámicas de aprendizaje a través de un proyecto basado en Diseño Participativo (Bodker & Kyng, 2018). En especial, nos interesa el desarrollar nuevas aplicaciones que ayuden en los contenidos más difíciles de adquirir, y estén basados en prácticas que las maestras emplean, de modo de favorecer su apropiación.

Manipulables

Tradicionalmente los manipulables han sido empleados en la Escuela uruguaya, siendo los materiales Montessori y las regletas Cuisenaire los más difundidos.

Gracias a CETA es posible poner en contacto a una metodología de enseñanza tradicional, que implica el empleo manipulables, con la utilización de dispositivos tecnológicos que incorporan ventajas como la autonomía, capacidad de registro y feedback de acciones en tiempo real y la facilidad para motivar propia de los videojuegos.

Ventajas de los manipulables

A nivel cognitivo el empleo de manipulables presenta ventajas para el aprendizaje de contenidos abstractos (McNeil & Jarvin, 2007). La memoria de trabajo es liberada ya que no es necesario recordar conceptos que están siendo

representados por objetos que están disponibles al sistema perceptivo (Larkin & Simon, 1987). Esto reduce la demanda cognitiva y favorece la comprensión de relaciones abstractas (Flanagan, 2013). Además, estas mismas relaciones pueden representarse a través de las relaciones entre los objetos, a partir de lo que se conoce como metáfora conceptual (por ejemplo formar subconjuntos de objetos para representar la división) (Goldin Meadow, 2000; Lakoff & Nuñez, 2000).

Desde otra perspectiva, históricamente se ha sostenido que el empleo de manipulables favorece la autonomía del niño en su aprendizaje (Montessori, 1964). Esta autonomía impactaría positivamente en la motivación intrínseca (Baumeister & Leary, 1995) y en la metacognición, ya que el niño es más consciente de su aprendizaje (Deci & Ryan, 1995; Ormrod, 2005). Siguiendo esta línea se ha argumentado además que este tipo de actividades impacta positivamente en las funciones ejecutivas (Burgess & Simons 2005, Diamond 2013; Espy, et al., 2004, Miller & Cohen 2001).

Interfaces de interacción Tangible (ITU)

Uno de los grandes beneficios de TIU es que todas las acciones pueden ser registradas con la posibilidad de devolver al niño un mensaje individualizado que apoye el proceso de aprendizaje en el que está inmerso (Antle, 2012, 2013). Esta es una de las grandes ventajas frente a los manipulables clásicos, ya que en general, éstos no muestran información acerca de cómo y cuándo se mueven los objetos físicos. Distintas investigaciones se han desarrollado con el cometido de evaluar la eficacia de los manipulables incorporados en dispositivos computarizados. Por ejemplo se han encontrado ventajas para la adquisición del concepto de número (Desoete, Praet, Van de Velde, De Craene, & Hantson, 2016) que están en línea con los resultados de nuestro equipo (Pires et al. 2019a).

Ventajas de la interacción tangible para la apropiación de la tecnología

Por otra parte, la combinación entre los manipulables y los sistemas informáticos posibilitada a través de la interacción tangible favorece la apropiación de la tecnología por parte de los usuario (Almukadi & Boy, 2016; Hornecker & Buur, 2006, Fernaeus, Tholander & Jonsson, 2008, Mavroudi et al. 2017).

Creemos que una cuestión clave en este sentido es cómo integrar las tecnología a las prácticas de enseñanza existentes (Roberts, 2019).

Entre las cuestiones que quedan abiertas están: ¿cómo se articulan estos conocimientos con los trabajados en clase? ¿cómo se incorporan las actividades informatizadas a la dinámica de aula? ¿cómo podemos salir de la pantalla sin perder las ventajas de las soluciones informáticas?

Proponemos responder estas preguntas a través del Diseño Participativo. Mediante la participación de los usuarios beneficiarios de CETA en el proceso de diseño, se esperan resultados más cercanos a su contexto, necesidades y capacidades.

Diseño Participativo para el diseño de TUI adecuadas al aula y las dinámicas educativas

A pesar del creciente interés de las aplicaciones informáticas educativas basadas en interacción tangible, se ha detectado que los enfoques de diseño actuales presentan dos limitaciones principales: (a) la participación inadecuada de los educadores en el proceso de diseño, y (b) el desarrollo de aplicaciones que no atienden de forma suficiente los requisitos del contexto específico al que se dirigen.

El diseño participativo, como enfoque de abajo hacia arriba, permite el co-diseño de tecnologías con la participación de los profesores, y otros usuarios, incorporando de forma temprana preferencias, necesidades y restricciones del ámbito de uso final.

Re-contextualizando esta práctica en educación, el co-diseño de tecnologías educativas puede permitir productos finales más efectivos, ya que permite una mejor comprensión de la relación entre la pedagogía subyacente y los objetivos educativos.

En el presente proyecto aplicamos el método de diseño participativo (DP) para detectar oportunidades de ampliación de

actividades educativas para CETA.

Para esta fase el equipo detectó los siguientes intereses.

Detectar demandas reconocidas por el público a nivel de temas a trabajar y actividades exitosas, que involucren material concreto y que puedan ser incorporadas en aplicaciones TUI.

Realizar talleres de co-creación en los que los usuarios puedan sugerir las mecánicas de interacción.

Crear aplicaciones que puedan ser evaluadas en los contextos de aula.

Metodología/diseño del estudio

El diseño de investigación de esta propuesta estuvo orientado a la evaluación y expansión de CETA y consta de 3 partes.

1. Revisión bibliográfica y ajuste de plan de trabajo y cronograma
2. Mejora de CETA y creación de nuevas aplicaciones por medio de Diseño Participativo.
3. Divulgación de productos a través de plataforma de difusión y apoyo (basada en www.ceta.edu.uy)

1. Revisión bibliográfica. Ajuste de plan de trabajo y cronograma

1.1.1. Revisión bibliográfica. El inicio del proyecto comienza con una revisión bibliográfica general y la redacción de informes esquemáticos para compartir, en una primera instancia con el resto del equipo participantes.

1.1.2. Ajuste de Plan de Trabajo. En esta etapa se acordaron los contratos de trabajo con el equipo de diseñadoras y desarrolladores de videojuegos y sonido. También se realizaron gestiones con ANEP y se contactaron los centros educativos que participarían en la propuesta.

2. Mejora de CETA y creación de nuevas aplicaciones por medio de Diseño Participativo.

La evaluación y mejora de CETA comenzó con los análisis por parte de los/as técnicos/as que se incorporaron al proyecto. En este sentido hubo ajustes en el diseño del aparato CETA incorporando actualizaciones en las que se venía trabajando. Además se realizó una adecuación del espejo que se coloca en la cámara frontal para adaptar la interacción a las nuevas tablets que distribuye Ceibal en la escuela.

A partir de aquí se trabajó en tres ejes principales.

Promoción y ajustes de Logarín

Actividades en el aula con Bruno

Talleres participativos para la creación de nuevos juegos.

Promoción y ajustes de Logarín

El juego Logarín está destinado a niños ciegos y con baja visión. El mismo se juega con un set de manipulables específicamente diseñados para ser explorados hápticamente, que además contienen una impresión en braille para aquellos niños que pueden leerla. Considerando a los niños con baja visión los manipulables son de distintos colores vivos con el fin de que sea más fácil distinguirlos.

El audiojuego presenta una narrativa a partir de la cual se plantean una serie de desafíos a los niños, que en todos los casos tienen que ver con detectar cantidades en los sonidos escuchados, y componer números con los manipulables.

A lo largo del proyecto el juego fue evaluado para detectar oportunidades de mejora. Además se trabajó en promover su empleo en la escuela especial 279. Para esto se fabricaron 10 sets para dejar a disposición en la escuela. Por otra parte se detectó la dificultad en las maestras para instalar el juego en las notebooks que distribuye CEIBAL. Por esta razón se

creó un manual de instalación evaluado por las maestras de la escuela. De esta actividad participaron estudiantes de la Escuela Universitaria Centro de Diseño de FADU. Actualmente se están coordinando talleres para promover el uso del juego, mientras se colabora en la creación de una nueva aplicación para lectoescritura. Por otra parte, el equipo del proyecto tiene previsto incorporar más ajustes en el juego a partir de las evaluaciones que resultan de los talleres.

Actividades en el aula con Bruno

El videojuego Bruno fue creado para estimular la adquisición de la numerosidad al inicio de la escuela a partir de la realización de tareas de composición aditiva inmersas en un juego. Para esto se emplean manipulables especialmente creados para favorecer el conteo y la composición (las piezas cuentan con imanes).

Durante el proyecto el equipo se propuso trabajar en las posibilidades de mejora del juego y en particular explorar el potencial para su empleo en el aula. Durante las distintas actividades de entrevistas y talleres con maestras se realizaron evaluaciones en este sentido. Además se realizaron visitas a clases de primer año de escuela en las que los/as niños/as pudieron probar el juego y se entrevistaron maestras para testear posibles actividades de aula. Actualmente nos encontramos componiendo guías de actividades de clase, para lo que está previsto realizar nuevos talleres en los próximos meses.

Talleres participativos para la creación de nuevos juegos

A lo largo del proyecto se realizaron distintas actividades de diseño participativo con niños/as maestras y otros educadores y expertos en educación. Estos talleres sirvieron para la mejora de CETA.

FASE 1: Acercamiento a los públicos (diseñadores, educadores, alumnos).

Durante el ajuste del plan de trabajo, se determinó que el primer público a consultar debían ser las maestras. Se entendió que el primer paso del proceso de diseño participativo debía ser detectar las necesidades y oportunidades de la interacción tangible para la enseñanza en el aula. Asimismo comprendimos que era importante atender a las barreras al empleo de tecnología que podría haber entre las maestras. Por estas razones la primera actividad fue una serie de entrevistas individuales a maestras (17) de primer año de escuela. En estas entrevistas semiestructuradas se empleó un cuestionario guía que repasaba aspectos del empleo de tecnología, pero fundamentalmente se preguntaba por los contenidos de mayor preocupación para las maestras y las estrategias que empleaban para abordarlos.

Intencionalmente no se mencionaba la propuesta de CETA hasta el final de la entrevista. Tampoco se sugería por parte de los investigadores ningún tema a trabajar.

De estas entrevistas surgió que las maestras están en general interesadas en la tecnología pero muchas veces no tienen claro cómo emplearla en clase. Además las averías en los dispositivos de los niños también aparecen como un fuerte obstáculo.

En relación a los temas más importantes a trabajar en primer año, estos son matemáticas y lectoescritura. Al momento de abordar estos temas, se trabaja la práctica continua, se emplea el juego y es frecuente utilización de material concreto.

Las entrevistas sirvieron también para invitar a las maestras a los talleres que organizamos a continuación.

FASE 2: Talleres de co-diseño con los agentes implicados (alumnos, educadores, diseñadores).

Los primeros talleres organizados estuvieron dirigidos a maestras, incluyendo maestras de educación especial. Dado que las actividades participativas comenzaron con entrevistas se diseñó una serie de talleres más cortos de lo originalmente previstos. Esto es porque las entrevistas permitieron avanzar en decisiones importantes, como ser el tema a trabajar que a partir de los análisis se decidió que fuera lectoescritura.

Del primer taller participaron 4 maestras. Conviene aclarar que se organizó a comienzos de 2021, año en el que se retomaba la presencialidad en las escuelas (luego de los parates ocasionados por la pandemia), lo que dificultó la convocatoria de las educadoras que se encontraban muy demandadas.

El primer taller sirvió para validar la elección de lectoescritura como tema para el desarrollo de una nueva aplicación

educativa para CETA, basada en interacción tangible. Además se profundizó en posibles métodos de enseñanza dentro de esta modalidad.

En un segundo taller se probaron distintas aplicaciones de interacción tangible (CETA y OSMO) y se discutió en concreto acerca de posibles mecánicas para los juegos didácticos. También se discutieron las posibilidades de hacer el juego accesible.

En esta fase se utilizaron métodos propios del diseño (brainstorming, dibujo, prototipo low-tech).

Las entrevistas y las diferentes sesiones de los talleres fueron analizadas a partir de metodologías propias de la investigación cualitativa (análisis de contenidos, análisis multimodal) con el fin de identificar: las estrategias de diseño de juegos propuestas por los participantes, sus intereses, los valores asociados al uso de dicha herramienta y sus posibilidades de uso en el contexto escolar y doméstico.

Para el caso de los niños se llevó adelante la metodología de talleres gamificados en los que las actividades propuestas fueron presentadas en forma de juegos y desafíos (Doderó & Melonio 2016).

En un primer taller con niños de primer año de escuela, se les explicó que eran parte de nuestro equipo de I+D y se les pidió que realizarán algunos talleres. En el primer taller debieron evaluar distintos dispositivos de interacción tangible (CETA y BRUNO). Para ello se dividieron en equipos de cuatro integrantes. Cada equipo a su vez formó dos duplas. Cada dupla debía evaluar un videojuego para los que contaban con escalas para distintas variables: facilidad de juego, diversión, estética, etc. La mecánica de la actividad implicaba que un niño jugaba mientras otro evaluaba y luego intercambiaban roles. Así fueron evaluados 7 juegos incluyendo a Bruno.

En un segundo taller, los niños debieron crear un personaje, su mundo y una desafío para un juego de lectoescritura. Cada uno de estos componentes formaba parte de una tarea que debían hacer en equipo con la facilitación de un investigador. Cada vez que terminaban una tarea recibían un premio y al finalizar obtenían sus diplomas de investigadores.

Esta actividad brindó un montón de ideas acerca de la estética, la narrativa y las mecánicas de juego a explorar para el desarrollo del juego.

Las propuestas elaboradas por el equipo pasaron por un proceso de validación teórica. Para esto se consultó a expertas en aprendizaje de la lectoescritura: Dra. Camila Zugarramurdi, Psicopedagoga Magdalena González y Magister María Guidali, Coordinadora Académica del Programa de Lectura y Escritura en Español ANEP).

También se realizaron visitas a la escuela especial 279 para presentar el prototipo de juego y discutir su adecuación a niños/as ciego y con baja visión.

FASE 3: Desarrollo y evaluación participativa.

Durante 2021 y 2022 se realizaron avances en la creación y desarrollo del juego dedicado a lecto-escritura.

En primer lugar se diagramó una mecánica de juego que fue validada con el grupo de maestras, educadoras y expertas consultadas.

A partir de aquí se comenzó a desarrollar una narrativa para lo que se incorporó al equipo una experta en contenidos infantiles. Esta narrativa también fue validada en instancias participativas.

Una de las decisiones clave para la propuesta de interacción era que los manipulables fueran creados con objetos reciclados. Por esto, se decidió emplear tapas de refrescos con una letra impresa en su cara. A partir de aquí el equipo técnico comenzó a trabajar en la implementación de sistema de visión por computadora capaz de reconocer letras. Con este fin se comenzó a trabajar con docentes del Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería, expertos en detección de señales. Gracias a esto se creó un algoritmo muy potente cuya implementación en tablets Android se encuentra perfeccionando en este momento.

Actualmente nos encontramos coordinando actividades de evaluación con Maestras, niños/as y expertos de cara a ajustar las versiones finales del juego.

Además estamos intercambiando con la escuela especial 278 para definir la versión para niños ciegos y con baja visión que será ajustada durante 2023.

Por otra parte, producto de las actividades participativas, se generó un prototipo de juego de pensamiento computacional que está pendiente de ser desarrollado a partir de nuevas actividades participativas.

3. Divulgación de productos

La última etapa del proyecto implica la divulgación de las aplicaciones creadas así como la experiencia de diseño participativo.

3.1. Diseño plataforma informática

Recientemente se lanzó la nueva web del proyecto que tiene los siguientes objetivos: (A) la apropiación y reproducción del sistema y que permita la difusión de CETA y sus aplicaciones (B).

Apoyo a apropiación y reproducción del sistema

Se ponen a disposición de los usuarios:

los archivos para la instalación del juego en los dispositivos Android (tanto en su versión touch-screen como en la de interacción tangible). Accesibles a través de repositorio GitHub.

Los archivos con los modelos que permiten la impresión 3D de las piezas para adaptar la tablet y las fichas para jugar.

Los archivos para la impresión en papel de los marcadores reconocidos por el sistema de visión por computadora.

Se creará un foro para participantes y un espacio wiki para la creación colectiva de aplicaciones basadas en CETA

Difusión de CETA y sus aplicaciones.

Resultados, análisis y discusión

El proyecto ha brindado como resultado algunos productos muy concretos como lo son las nuevas aplicaciones desarrolladas, pero también contribuciones importantes relativas a las capacidades de investigación en diseño participativo de tecnologías educativas.

A continuación repasamos los logros alcanzados en estos dos ejes.

Productos

CETA

Llamamos dispositivo CETA a todo el aparataje que permite la adaptación de las tablets distribuidas por Ceibal a la interacción tangible. En este caso se trata del soporte que permite a la tablet disponerla de forma vertical y la pieza provista con un espejo que habilita que la cámara frontal apunte hacia abajo para detectar manipulables operados sobre una superficie horizontal. Todos estos componentes fueron actualizados durante el presente proyecto. De este modo se generó un soporte más liviano, barato y fácil de armar. Por otra parte, se rediseñó la pieza con el espejo para poder adaptarla a los nuevos dispositivos que distribuye CEIBAL. La nueva pieza cuenta con un espejo más grande que ayuda a la detección de las piezas y permite la adaptación a dispositivos de tamaños variados.

Bruno

Las actividades de diseño participativo permitieron detectar los temas de mayor preocupación por parte de las maestras de primer año. Estos fueron matemáticas y lectoescritura. Nuestro equipo ya desarrolló una aplicación para estimular matemáticas en proyectos anteriores (Bruno), por lo que se decidió que a lo largo del proyecto se trabajara en ajustar el juego y generar actividades de aula. Para esto se consultó a Maestras por medio de entrevistas y visitas a escuelas. Se generaron borradores de actividades de aula y se detectó la necesidad de dotar a la aplicación de menús configurables para que las educadoras pudiesen definir los niveles de las tareas así como la velocidad de la progresión. Estos cambios implican el cambio del lenguaje de programación empleado hasta ahora (ya que requiere extensiones que se han ido

desactualizando) por lo que se está trabajando en la migración a Unity (una plataforma más práctica para videojuegos). Por otra parte, los diseñadores de sonido han contribuido con mejoras al juego que se encuentran implementando.

Aplicación de lectoescritura

En el marco de los talleres participativos con maestras se definió el desarrollo de una nueva aplicación orientada a apoyar el aprendizaje de la lectoescritura. Este es un problema serio en primer año de escuela donde existe mucha heterogeneidad en los procesos de aprendizaje de los niños/as. Típicamente las maestras emplean mucho tiempo buscando consolidar el aprendizaje de la asociación entre sonido y letras (asociación fonema - grafema). A partir de las discusiones con las educadoras y también la consulta con expertas se definió crear una aplicación que estimulara el aprendizaje de la lectoescritura en varias fases. En una primera "pantalla", los niños juegan a elegir la letra correspondiente a un sonido escuchado. En una segunda instancia deben componer sílabas de dos letras y en una tercera pantalla componen palabras de 4 letras conformadas por dos sílabas.

En todos los casos los niños emplearán manipulables para brindar las respuestas. Se determinó que la primera versión del juego incluyera solo 10 letras: las 5 vocales y 5 consonantes frecuentes. Las sílabas se arman con estas letras en estructura consonante vocal. En la última pantalla las palabras se arman con las sílabas que los niños/as ya aprendieron en la pantalla anterior. De este modo nos aseguramos que en los desafíos que se van presentando se empleen elementos consolidados en etapas anteriores.

Nuestra intención es más adelante incorporar más letras.

Actualmente se cuentan con todas las ilustraciones para el juego; las que fueron creadas por una ilustradora de la carrera de desarrollo de videojuegos de la Facultad de Artes.

Estas se basaron en los resultados de los talleres de diseño llevados a cabo por los niños. De aquí se tomaron los personajes y los entornos así como los desafíos que tenía que resolver el personaje en su aventura de aprender a leer.

La narrativa también estuvo inspirada en estos talleres y fue desarrollada por una experta en contenidos infantiles que coordinó con la ilustradora el desarrollo de la propuesta visual.

Por su parte, los diseñadores de sonido del equipo crearon bandas sonoras originales y sonidos diegéticos. Se creó una introducción sonora basada en una narración que también es válida para la versión de discapacidad visual. A su vez una locutora y un locutor han grabado todos los audios necesarios.

El desarrollo de un módulo de visión por computadora para la detección de letras dio más problemas de lo originalmente previsto. Se incorporó para esto a un equipo del Instituto de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, quienes desarrollaron un sistema muy rápido y robusto. Sin embargo, surgieron algunas dificultades al momento de incorporarlo a la plataforma de desarrollo de videojuegos.

Como parte del trabajo pendiente los nuevos juegos serán sometidos a pruebas de experiencia de usuario y de desempeño en el aula.

Aplicación de lecto-escritura para niños ciegos y con baja visión

A partir de la misma estructura creada para el juego de lectoescritura se está desarrollando una versión para niños ciegos o con baja visión. Para esto se realizaron visitas a la escuela 279 donde se conversó sobre las distintas posibilidades de adaptación del juego. En estas instancias fue importante la participación de un diseñador de sonido quien diagramó un posible juego accesible. A partir de aquí se realizaron grabaciones de voces y se crearon narraciones de apoyo. Este juego se encuentra en implementación y será llevado a la escuela para realizar los ajustes necesarios.

Logarín

Logarín es el audiojuego para niños ciegos y con baja visión dedicado a apoyar la adquisición de la numerosidad desarrollado por nuestro equipo en ediciones anteriores. A lo largo del presente proyecto se realizaron actividades participativas destinadas a detectar posibles ajustes así como para promover su utilización. En este marco se identificaron una serie de ajustes posibles, entre estos la necesidad de contar con un menú de configuración para las educadoras. Se creó un manual de instalación para que las educadoras tuvieran autonomía a la hora de incorporar el

juego a los dispositivos disponibles. Además se produjeron sets de juego que quedaron a disposición de la escuela.

Juego de Programación

A partir de las distintas actividades participativas emergió la posibilidad de crear un juego que estimulase el pensamiento computacional. Este tema no tuvo la misma prioridad que los tópicos antes mencionados y por esa razón no contó con la misma dedicación. Igualmente se desarrolló un prototipo basado en los bloques programables de Scratch. Este juego de "programación tangible" permite armar secuencias de acciones con piezas manipulables, incluyendo bucles. El juego tiene potencial para desarrollar más operaciones (por ejemplo, condicionales) a través de actividades participativas. El equipo de proyecto entró en contacto con el área de pensamiento computacional de Ceibal desde donde hay interés en apoyar la propuesta. Se entiende que la modalidad tangible tiene potencial para su empleo en educación inicial.

Plataforma de difusión y colaboración

Una nueva web de CETA (ceta.edu.uy) fue lanzada recientemente actualizando su estética y su arquitectura de información. Se busca con ella posibilitar a los interesados un acceso más rápido a la propuesta del proyecto.

De especial interés se está desarrollando una sección de actividades de aula para ser nutrida con las experiencias recogidas en el proyecto -que todavía se encuentran sistematizando- así como nuevas contribuciones que se esperan recibir próximamente.

Al mismo tiempo se ha estado trabajando en las redes de proyecto, a ser utilizadas para la difusión del proyecto y la captación de interesados en contribuir.

Difusión académica

En Agosto de 2021 se realizó un intercambio con investigadores de la Universidad de Tampere en Finlandia. Este equipo, al igual que el nuestro, desarrolla videojuegos con interacción tangible para el aprendizaje. Ellos compartieron con nosotros los resultados de su último estudio sobre un producto enfocado en la resolución de ecuaciones y nosotros les mostramos y entregamos un equipo de CETA y los links de descarga para que puedan usar el videojuego BrUno.

En Noviembre de 2021, el equipo presentó los productos ya desarrollados y los pasos que tomaríamos en el desarrollo de los siguientes juegos en el "I Congreso Uruguayo de Ciencias Cognitivas y II Simposio en Educación, Cognición y Neurociencias", en Montevideo.

En Junio de 2022 fuimos seleccionados para participar del workshop "Co-designing with Mixed-ability Groups of Children to Promote Inclusive Education" en el congreso IDC (Interaction Design and Children) en Braga, Portugal. Durante el workshop, presentamos los resultados de uno de los talleres de co-diseño con niños en el paper "Co-designing Game Narratives and Dynamics with First Grade Children".

En el mes de Enero, se envió al congreso IDC una nueva publicación con los resultados de las entrevistas y talleres con maestras. La publicación estará en etapa de evaluación hasta Abril 2023

Fortalecimiento académico

Al tratarse de un proyecto académico parte importante de los resultados obtenidos tienen que ver con el desarrollo de capacidades en las instituciones desde las que se impulsa.

El presente fue el primer gran proyecto dedicado al diseño participativo llevado adelante por nuestro colectivo interdisciplinario -si bien ya se habían realizado experiencias de Diseño Centrado en el Usuario.

En este sentido se pusieron en práctica diferentes métodos que pudieron probarse en el ámbito local, los que involucraron la negociación con distintos actores (maestras, niños, expertos). Fueron probadas distintas metodologías para el trabajo de campo y se implementaron métodos de análisis cualitativo. A partir de aquí hubo interesantes discusiones acerca de la aplicación de los datos obtenidos en los desarrollos en curso. Lo cual nos llevó a problematizar el rol de los distintos informantes en el proceso de diseño.

Las investigaciones permitieron establecer el interés de las educadoras por emplear tecnología en el aula y las dificultades que encuentran para la implementación. En ese sentido pudimos confirmar el hábito de emplear el juego y el material concreto en sus actividades educativas lo que sugiere el potencial de la interacción tangible como medio de apropiación de aplicaciones informáticas con fines educativos.

Por otra parte, el equipo técnico se fortaleció con la incorporación de campos disciplinares que hasta este proyecto no habían sido incluidos como investigadoras. Se sumaron una ilustradora, una experta en narrativas y dos desarrolladores de videojuegos, además de las diseñadoras y expertos en sonido que ya habían colaborado. Lo interesante es que todos fueron invitados a participar de las actividades participativas. De este modo las decisiones de diseño y desarrollo estuvieron fundadas en las actividades de campo a partir de discusiones colectivas interdisciplinarias.

Estos aprendizajes dieron lugar a una serie de publicaciones que fueron presentados en congresos nacionales e internacionales. Resultando estas comunicaciones síntesis valiosas de las discusiones procesadas a la interna del equipo. Es de destacar que el fortalecimiento de nuestro equipo alentó la consolidación académica en nuestras instituciones. En la Facultad de Información y Comunicación se creó una línea de trabajo en Diseño de Interacción Participativo en el marco de las actividades preparatorias de la nueva Licenciatura en Ingeniería de Medios, en la cual actualmente hay 3 docentes trabajando. Además varios integrantes del grupo quedaron al frente de un Grupo I+D financiado por CSIC UdelaR a partir de 2023, un proyecto de 4 años de duración que apuntalará las actividades de investigación del grupo

Conclusiones y recomendaciones

En nuestro recorrido con el proyecto CETA hemos realizado un proceso de integración disciplinar y de ampliación de nuestro campo epistemológico. Entendemos que esto es un deber desde nuestro rol como investigadores pero también vislumbramos aquí una importante oportunidad para el desarrollo académico.

En este sentido creemos importante detenernos en la situación particular en la que nos encontramos los investigadores latinoamericanos dedicados al desarrollo de tecnología educativa. La regla es trabajar en una comunidad en la que la mayoría de los/as niños/as asisten a escuelas públicas con menos recursos de los necesarios. Enfrentamos además situaciones de rezago en las que la misma socialización se encuentra amenazada. Todo esto nos pone ante una enorme responsabilidad y desafíos de cara a realizar una contribución responsable, más allá de la producción académica, que de alguna manera u otra es fácil asegurar. Esto nos obliga a entrar en contacto con la comunidad y anidar allí nuestros desarrollos.

Nuestra particular situación, nos distingue de las experiencias que se desarrollan en los países del primer mundo, donde si bien la investigación y la innovación suelen partir de la academia, la implementación frecuentemente acaba quedando en manos del sector privado. Creemos que esto tiene como efecto una reducción del campo epistemológico en el que los proyectos se desarrollan. Es decir, el aterrizaje en el campo toma un papel secundario.

Además de un artefacto tecnológico y cognitivo, CETA también puede ser comprendido como un artefacto sociotécnico (Upadhyaya, & Mallik, 2013), es decir, como parte de un sistema mayor que involucra instituciones, recursos materiales y comunidades de personas con distintos roles. Como propuesta educativa pretende ser una herramienta que asista en el aprendizaje de un objetivo pedagógico principal en el primer año de la escuela, a partir de la utilización de dispositivos distribuidos por Ceibal en las escuelas públicas uruguayas, proponiendo una metodología inspirada en teoría cognitiva y empleando estrategias tradicionales en el ámbito local (material concreto). En este sentido, CETA también se puede concebir como un nodo técnico-político, en el que confluyen recursos, hábitos y competencias. Desde esta perspectiva, para que la propuesta sea eficaz no alcanza con que esté técnicamente bien resuelta y sea teóricamente informada. Todos los componentes relevantes del sistema en el que este se inserta deben ser tenidos en cuenta. De hecho, la experiencia del proyecto CETA en los últimos cinco años está marcada por el reconocimiento de la necesidad de acceder a una perspectiva integral a la hora de proponer un recurso tecnológico al sistema educativo.

Entendemos que los investigadores tenemos a partir de estas dificultades verdaderas fortalezas ya que incluimos en el propio diseño todas las ventajas y amenazas que tarde o temprano afectarán la viabilidad de la propuesta. Creemos que esto nos pone en situación de realizar contribuciones importantes al campo global en la medida en que tengamos posibilidades de seguir investigando.

Referencias bibliográficas

- Antle, A. N. (2012, October). Knowledge gaps in hands-on tangible interaction research. In Proceedings of the 14th ACM international conference on Multimodal interaction (pp. 233-240). ACM.
- Antle, A. N., & Wise, A. F. (2013). Getting down to details: Using learning theory to inform tangibles research and design for children. *Interacting with Computers*, 25(1), 1-20. education. Science, 340(6130), 305–308.
- Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological bulletin*, 117(3), 497.
- Bødker, S., & Kyng, M. (2018). Participatory design that matters—Facing the big issues. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 25(1), 1-31.
- Burgess, P. W., & Simons, J. S. (2005). 18 Theories of frontal lobe executive function: clinical applications. The effectiveness of rehabilitation for cognitive deficits, 211.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1995). Human autonomy. In *Efficacy, agency, and self-esteem* (pp. 31-49). Springer US.
- Desoete, A., Praet, M., Van de Velde, C., De Craene, B., & Hantson, E. (2016). Enhancing mathematical skills through interventions with virtual manipulatives. In *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives* (pp. 171-187). Springer International Publishing.
- Dodero, G., & Melonio, A. (2016). Guidelines for participatory design of digital games in primary school. In *Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning: 6th International Conference* (pp. 41-49). Springer International Publishing.
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental neuropsychology*, 26(1), 465-486.
- Feigenson, L., Libertus, M. E., & Halberda, J. (2013). Links between the intuitive sense of number and formal mathematics ability. *Child development perspectives*, 7(2), 74-79.
- Flanagan, R. (2013). Effects of learning from interaction with physical or mediated devices. *Cognitive Processing*, 14, 213–215.
- Fernaesus, Y., Tholander, J., & Jonsson, M. (2008, February). Towards a new set of ideals: consequences of the practice turn in tangible interaction. In Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction (pp. 223-230). ACM.
- Goldin?Meadow, S. (2000). Beyond words: The importance of gesture to researchers and learners. *Child development*, 71(1), 231-239.;
- Hornecker, E., & Buur, J. (2006, April). Getting a grip on tangible interaction: a framework on physical space and social interaction. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems (pp. 437-446). ACM.
- Lakoff, G., & Núñez, R. E. (2000). Where mathematics comes from: How the embodied mind brings mathematics into being. *AMC*, 10, 12.
- Larkin, J. H., & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive science*, 11(1), 65-100.
- Manches, A., & O'Malley, C. (2012). Tangibles for learning: a representational analysis of physical manipulation. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16(4), 405-419.

Mavroudi, A., Economides, A. A., Fragkou, O., Nikou, S. A., Divitini, M., Giannakos, M., & Kameas, A. (2017, April). Motivating students with Mobiles, Ubiquitous applications and the Internet of Things for STEM (MUMI4STEM). In Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2017 IEEE (pp. 37-38). IEEE.

Marichal, S., Rosales, A., González Perilli, F., Pires, A. C., Bakala, E., Sansone, G., & Blat, J. (2017). CETA: designing mixed-reality tangible interaction to enhance mathematical learning. In *MobileHCI 2017. 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services; 2017 Sep 4-7; Vienna, Austria.*. ACM Association for Computer Machinery.

Marichal, S., Rosales, A., Sansone, G., Pires, A. C., Bakala, E., Perilli, F. G., & Blat, J. (2017, September). CETA: open, affordable and portable mixed-reality environment for low-cost tablets. In *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (p. 47). ACM.

Martin, T., & Schwartz, D. L. (2005). Physically distributed learning: Adapting and reinterpreting physical environments in the development of fraction concepts. *Cognitive science*, 29(4), 587-625.

Montessori, M. (1964). *Reconstruction in education*. Theosophical Publishing House.

Miller, S. P., & Mercer, C. D. (1993). Using data to learn concrete-semiconcrete-abstract instruction for students with math disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*.

Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*, 24(1), 167-202.

Pires, A. C., Rocha, F., Barros Neto, A.J., Simão, H., Nicolau, H., Guerreiro, T. (2020). Exploring Accessible Programming with Educators and Visually Impaired Children. *Proceedings of ACM Interaction Design and Children conference (IDC'20)*. ACM, London, UK. <https://doi.org/10.1145/3392063.3394437>

Pires, A. C., González-Perilli, F., Bakala, E., Fleischer, B., Sansone, G. & Marichal, S. (2019). Building blocks of mathematical learning: digital and tangible manipulatives lead to different strategies in number composition. *Front. Educ.* 4:81. doi: 10.3389/feduc.2019.00081

Pires, A. C., Marichal, S., González-Perilli, F., Bakala, E., Fleischer, B., Sansone, G. & Guerreiro, T. (2019). A Tangible Math Game for Visually Impaired Children. *21th International Conference on Computers and Accessibility*. Pittsburgh, PA, USA. October, 2019

Pittaluga, L., & Rivoir, A. (2012). Proyectos 1 a 1 y Reducción de la Brecha Digital: El Caso del Plan CEIBAL en Uruguay (Español). *Information Technologies & International Development*, 8(4), pp-161.

Roberts, P. (2019). Selecting apps for young learners: What should be considered?.

Ramírez, M. S., & Burgos, J. V. (2012). Recursos educativos abiertos y móviles para la formación de investigadores: Investigaciones y experiencias prácticas. eBook]. México: Lulú editorial digital. Disponible en: catedra.ruv.itesm.mx/handle/987654321/565.

Upadhyaya, K. T., & Mallik, D. (2013). E-learning as a socio-technical system: An insight into factors influencing its effectiveness. *Business Perspectives and Research*, 2(1), 1-12.

Licenciamiento

Reconocimiento-Compartir Igual 4.0 Internacional. (CC BY-SA)