

## **Adaptación y creación de videojuegos educativos y terapéuticos para niños y jóvenes con discapacidad**

Mariel Contreras<sup>1</sup>, Carolina Valdez Gándara<sup>2</sup>, Virginia Cifuentes<sup>3</sup>, Cristian García Bauza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PLADEMA, CONICET, Fac. Cs. Exactas, UNCPBA,  
Paraje Arroyo Seco S/N, Tandil, Argentina  
{mcontreras, crgarcia}@exa.unicen.edu.ar

<sup>2</sup>PLADEMA, Fac. Cs. Exactas, UNCPBA,  
Paraje Arroyo Seco S/N, Tandil, Argentina  
cvaldezgandara@alumnos.exa.unicen.edu.ar

<sup>3</sup>PLADEMA, CICPBA, Fac. Cs. Exactas, UNCPBA,  
Paraje Arroyo Seco S/N, Tandil, Argentina  
cifunte@exa.unicen.edu.ar

**Resumen.** Este trabajo presenta la plataforma de desarrollo de videojuegos basados en Kinect denominada Simón, junto a un conjunto de adaptaciones y extensiones de accesibilidad, logrando como resultado una herramienta educativa y terapéutica para el entrenamiento de habilidades cognitivas y motoras de niños y jóvenes con distintos tipos y grados de discapacidad.

Las adaptaciones consistieron en adecuar varios videojuegos existentes a las necesidades y características físicas de alumnos de ATAD (Asociación Tandilense de Ayuda al Discapacitado). Para ello se modificó la plataforma agregando modos de juego para distintos tipos de usuario agrupados de acuerdo a sus características físicas. Además, se creó la aplicación Simón Editor desde la cual los profesionales pueden personalizar los niveles de los videojuegos y los modos antes mencionados. También se definió funcionalidad para usar contenido multimedia en los videojuegos a pedido del equipo docente para reforzar los conceptos vistos en clase.

Además, se diseñaron nuevos videojuegos que surgen de la imaginación, el interés y el aporte de los profesionales de la Institución. Estos fueron diseñados con la finalidad de motivar la motricidad y ofrecer contenido didáctico para reforzar conocimientos abordados en clase.

**PALABRAS CLAVE:** VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS, ACCESIBILIDAD,, DISCAPACIDAD

### **1 Motivación**

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), un 15% de la población mundial padece alguna forma de discapacidad (OMS, 2011) y según una estimación realizada en el año 2004, alrededor de 93 millones de niños (1 de cada 20

niños menores de 14 años) vive con alguna discapacidad moderada o grave (UNICEF, 2013).

Algunas discapacidades dificultan la participación social de quienes las padecen. Para integrar la discapacidad en la sociedad hay que cambiar la mentalidad. Por ejemplo, la integración exitosa y equitativa de los niños con discapacidad en escuelas comunes se logra con una adecuación conveniente de los planes de estudio, los métodos, los materiales de enseñanza y los sistemas de evaluación (OMS, 2011).

El software aplicado también es una tecnología actual de inclusión, pues promueve y fortalece la participación social de las personas mayores o con algún tipo de discapacidad (UNESCO, 2009). Son ejemplos de uso, las aplicaciones móviles colaborativas aplicadas a la inclusión digital (Warschauer, 2004) y los videojuegos con fines pedagógicos y terapéuticos para niños y adultos que padecen de dispraxia, autismo, síndrome de asperger y/o déficits de atención (Altanis *et al.*, 2013), entre otras.

La idea es aplicar técnicas y metodologías en ingeniería requisitos y elicitación de requerimientos para la implementación de videojuegos adaptables y accesibles que permitan entrenar habilidades cognitivas y motoras de niños y jóvenes con distintos tipos de discapacidad, dando especial importancia a la personalización adecuada que surge de las necesidades y características físicas de los usuarios.

Con este objetivo se adapta la plataforma de desarrollo de videojuegos Simón que utiliza el sensor Kinect de Microsoft (Abhijit, 2012) como dispositivo de interacción. Simón ha sido implementada por el grupo Media.Lab del Instituto Pladema, con el objeto de facilitarle a los programadores la implementación de videojuegos personalizados que utilizan contenido multimedia e interacción natural; ofreciéndoles, además, una guía para definir la mecánica propia del juego (Piccolo *et al.*, 2014).

Este trabajo describe la adaptación y extensión de la plataforma Simón realizada en base a las necesidades que presentan los alumnos de ATAD. ATAD es una asociación educativa para niños y jóvenes con discapacidad que brinda apoyo escolar, talleres, integración y atención temprana a sus alumnos a través de un equipo multidisciplinario de profesionales que incluye psicólogos, terapeutas ocupacionales, kinesiólogos, trabajadores sociales y docentes. En particular, Simón se utiliza regularmente como actividad de recreación y estímulo cognitivo. En el diseño de los videojuegos implementados colaboraron otros investigadores de la UNCPBA (grupo ECienTec) y los profesionales (docentes y terapeutas) que los asisten.

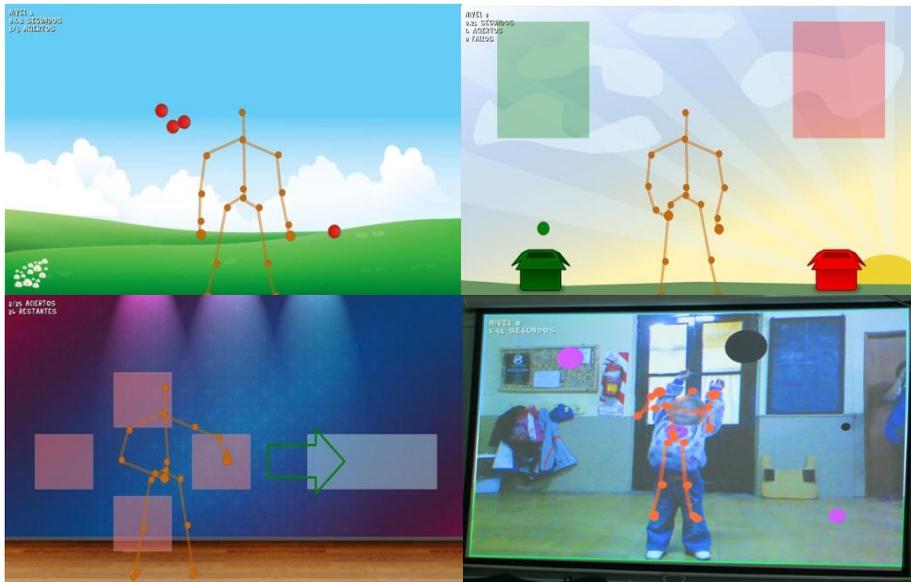
El presente artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se describe la plataforma de desarrollo Simón en su versión inicial y la metodología de trabajo utilizada durante este proyecto. En la sección 3 se especifican las funcionalidades introducidas a Simón para obtener videojuegos con las características detalladas al inicio de esta sección y los nuevos juegos desarrollados. En la sección 4 se detalla la experiencia de uso de la plataforma y los beneficios asociados y, por último, la sección 5 contiene las conclusiones.

## 2 Descripción de la metodología de trabajo

### 2.1 Plataforma Simón

Simón es una plataforma de desarrollo de videojuegos que utiliza el sensor Kinect como dispositivo de interacción, permitiendo a sus usuarios interactuar con los elementos de juego utilizando únicamente su cuerpo. Esta herramienta posibilita la implementación ágil y simple de videojuegos que utilicen contenido multimedia e interacción natural.

La plataforma Simón incluye cuatro juegos interactivos: *Círculos*, *Clasificador*, *Flechas* y *Modo Libre*. En la figura 1 se pueden observar las capturas de pantalla de los juegos.



**Fig. 1.** Capturas de pantalla de los juegos *Círculos*, *Clasificador*, *Flechas* y *Modo Libre*.

A continuación se describe brevemente la funcionalidad de cada videojuego:

*Círculos*: otorga un intervalo de tiempo donde el jugador debe alcanzar los círculos animados que se muestran en la pantalla.

*Clasificador*: el jugador debe clasificar los círculos según su color.

*Flechas*: el jugador debe señalar uno de los cuatro rectángulos en pantalla para indicar la dirección de la fecha actual en la secuencia de aparición.

*Modo Libre:* similar al juego *Círculos*, con la diferencia de que se le pueden incorporar nuevos objetos en tiempo real y no hay un tiempo límite para concluir el juego. Adicionalmente, se puede proyectar la imagen de video capturada por el sensor para que el jugador se pueda reconocer en la pantalla.

## 2.2 Elicitación de requisitos

Una vez implantada la plataforma Simón en ATAD, se realizó *in situ* la elicitación de requisitos. Esta modalidad permite identificar las dificultades de los niños al utilizar los videojuegos, observar la interacción entre ellos y los profesionales, así como también la familiarización con la tecnología y el uso de las computadoras.

Esto se realizó de manera conjunta con distintos actores: docentes y terapeutas de ATAD, investigadores del grupo ECienTec e integrantes de la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas, especialmente en la etapa de evaluación de funcionalidad y usabilidad de la herramienta; resultando el uso de Simón una novedad que entusiasmó no sólo a los alumnos sino también a otros profesionales que compartieron las sesiones de juego.

Simón se utilizó en ambos turnos, mañana y tarde, con grupos de alumnos con diferentes habilidades y necesidades. Las sesiones tuvieron una duración aproximada de 90 minutos y durante el transcurso de la actividad se observó jugar a todos los alumnos por turnos. Los maestros y terapeutas a cargo de estos grupos contaron diferentes puntos de vista de acuerdo a su especialidad. Esto frecuentemente genera requerimientos contradictorios que se resuelven en reuniones conjuntas posteriores donde se priorizan las actividades a realizar en futuras actualizaciones del software.

En la figura 2 se muestran las etapas del proceso y las distintas secuencias de actividades realizadas para la adaptación de la plataforma Simón. Se observa que una reunión o sesión de juego puede ocurrir en cualquier punto del proceso y que por esta razón ambas etapas no tienen flechas entrantes. Por otro lado, al momento de instalar las actualizaciones de Simón, se entrenó a las docentes en el uso de las nuevas características. En este punto, surgieron inquietudes que fueron plasmadas en nuevos requerimientos.

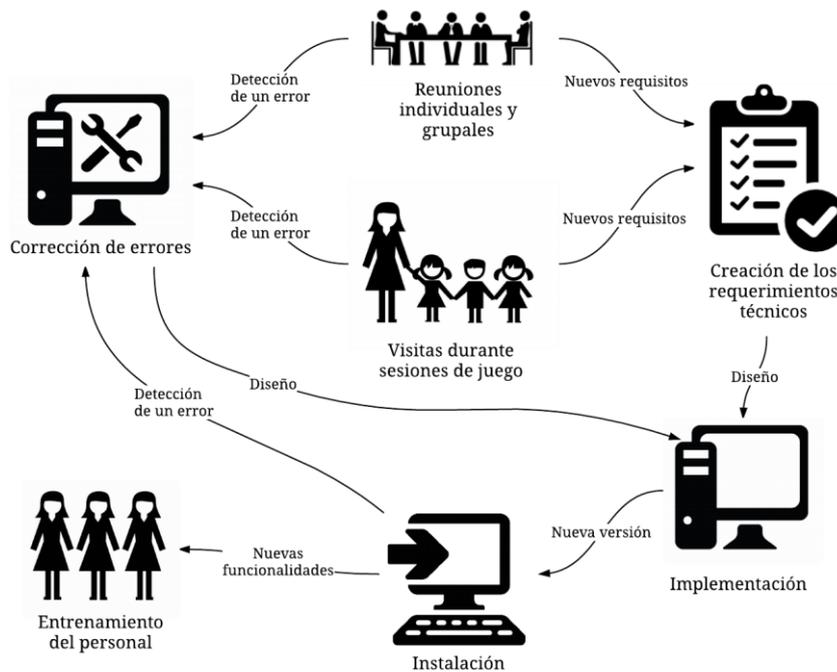


Fig. 2. Etapas del proceso de desarrollo de Simón.

### 3 Adaptación de la plataforma Simón para desarrollar videojuegos educativos y terapéuticos

#### 3.1 Mejoras y adaptaciones en Simón

A partir del proceso de elicitación se extendió la funcionalidad de la plataforma desarrollando una herramienta de edición de juegos llamada *Simón Editor*. Por medio de este editor las docentes pueden configurar los modos, atributos de niveles y dificultades en cada juego. De esta manera, se facilita entre otras cosas configurar la disposición de elementos estáticos de cada juego considerando distintos grupos de usuarios con características físicas similares. Esto es lo que denominamos “modo de juego”.

Los modos de juego equiparan el esfuerzo de los usuarios para alcanzar los objetos estáticos en pantalla. Se implementaron cuatro modos: pequeño, mediano, alto y sentado. Los modos pequeño, mediano y alto están pensados para los alumnos con estatura baja, media y alta respectivamente y el modo sentado está pensado para aquellos alumnos que no pueden desplazarse sin la ayuda de una silla de ruedas.

En la figura 3 se muestra la solapa de configuración de los modos y niveles del juego *Flechas*. La sección de configuración seleccionada permite modificar los modos del juego *Flechas*. La parte izquierda del panel muestra la vista previa del modo correspondiente a la pestaña seleccionada. Mientras que, a la derecha se pueden observar los controles que modifican el tamaño de los rectángulos, su separación horizontal y vertical y la altura a la que se ubican.

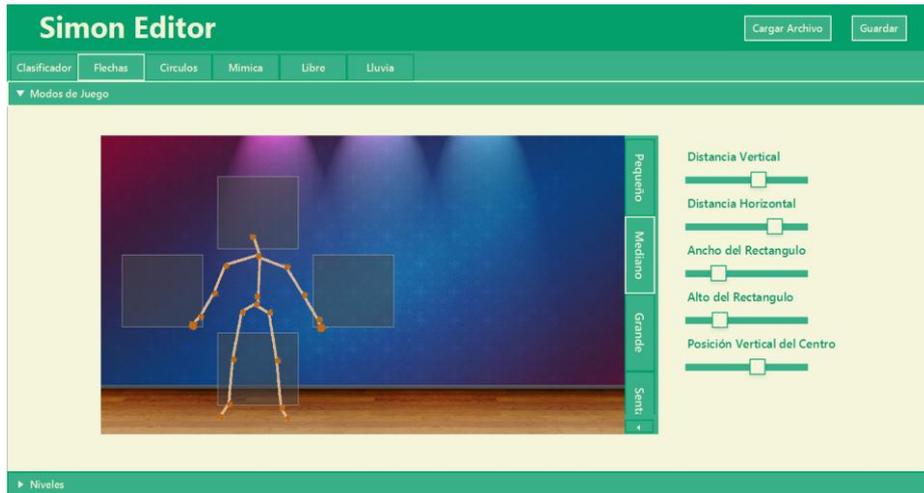


Fig. 3. Sección de edición de los modos del juego *Flechas*.

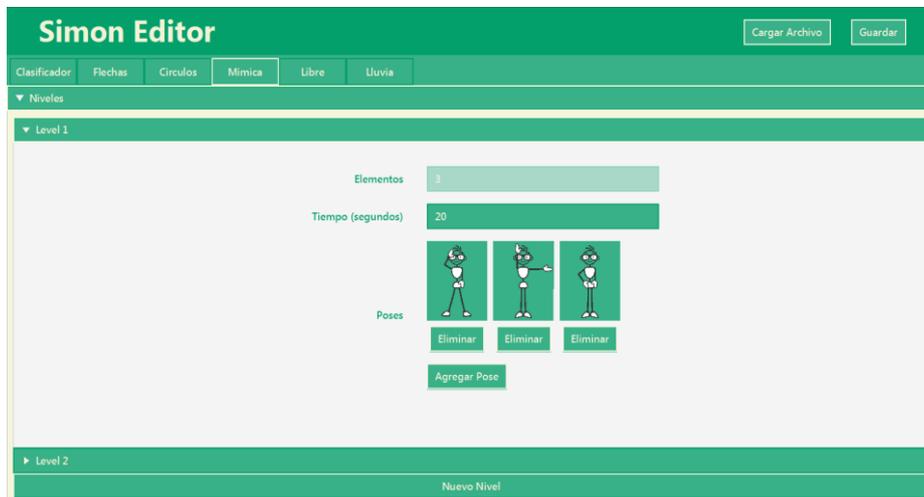


Fig. 4. Sección de *Simón Editor* donde se pueden configurar los niveles del juego *Mimica*.

Como muestra la figura 4, *Simón Editor* también presenta una sección de configuración de niveles de juego. En esta sección, se configuran las características de

los objetos dinámicos que pertenecen a cada juego. Estos objetos tienen tamaño variable y se despliegan en la pantalla siguiendo una dirección. Por ejemplo, cuando los objetos son esferas y colisionan entre sí, cada una toma direcciones opuestas manteniendo la física del movimiento. La cantidad de objetos, la secuencia de aparición, el color o la velocidad con la que se desplazan en la pantalla y el intervalo de tiempo límite en cada nivel se configura desde el editor como un atributo del nivel. La configuración de los atributos que se realice en el editor para cada nivel determina la dificultad del juego, dando gran flexibilidad al videojuego y a los casos en clase.

En particular, la figura 4 muestra la sección de configuración de niveles del juego “Mimica” a través de la cual se pueden definir las poses a imitar por el jugador, configurando la posición de las extremidades de cada una y el tiempo disponible para imitarlas.

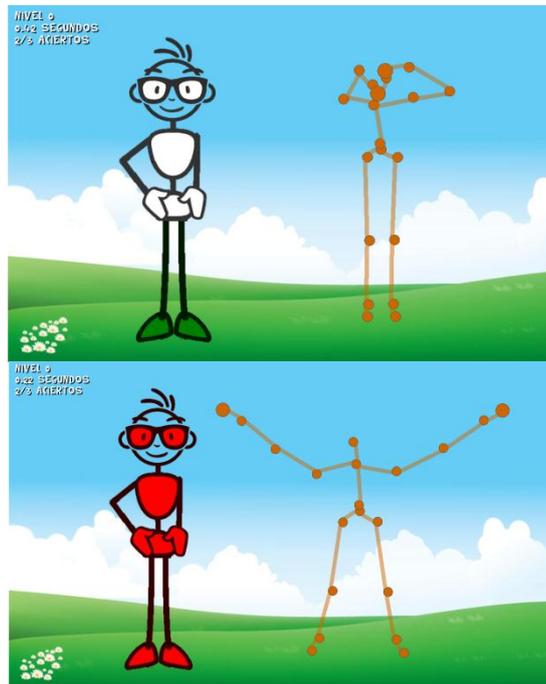
Finalmente, se focalizó la atención en modificar la visualización del esqueleto que presenta originalmente el sensor Kinect para aquellos alumnos que juegan sentados (o en sillas de ruedas). El sensor Kinect tiene dos modos de seguimiento del jugador: el estándar, en el cual se obtienen las 20 articulaciones, y el modo sentado, que considera sólo las extremidades superiores y la cabeza. Para unificar ambos modos e integrar las diferencias que podrían existir entre un jugador parado y uno sentado, se dibujó el esqueleto completo en ambos modos. Estas simples modificaciones ayudan a que el jugador perciba que todos tienen las mismas posibilidades y son tenidos en cuenta por el videojuego de la misma manera.

### 3.2 Videojuegos para entrenar habilidades motoras y cognitivas

Con el objetivo de diseñar nuevos videojuegos se organizó una sesión de brainstorming (Wilson, 2013) con los docentes. Previo a la misma, se los orientó para que pudieran explotar su imaginación ya que al no estar familiarizados con el contexto informático, desconocen el proceso de desarrollo y la factibilidad para construir nuevas soluciones de software. Como resultado, se diseñaron e implementaron los videojuegos *Mimica* y *Lluvia*.

*Videojuego Mimica*: el objetivo de este juego es imitar las diferentes poses propuestas por un personaje en pantalla en un periodo de tiempo definido. El propósito de diseñar este videojuego es entrenar la motricidad gruesa de los jugadores a través de la interpretación de diferentes poses que los estimulen a utilizar todo su cuerpo durante el juego.

El personaje en pantalla informa al jugador como está imitando la pose actual a través del color de sus extremidades. Cuando el usuario adopta la posición correcta con alguna de sus extremidades (brazos o piernas), el personaje se pinta de color verde en la sección acertada y de color blanco en aquellas que aún faltan resolver (ver Fig. 5 arriba).



**Fig. 5.** Captura de pantalla del juego *Mimica* donde el personaje muestra que el jugador posiciono correctamente sus piernas (arriba) y que se acabó el tiempo disponible para imitar la pose actual (abajo).

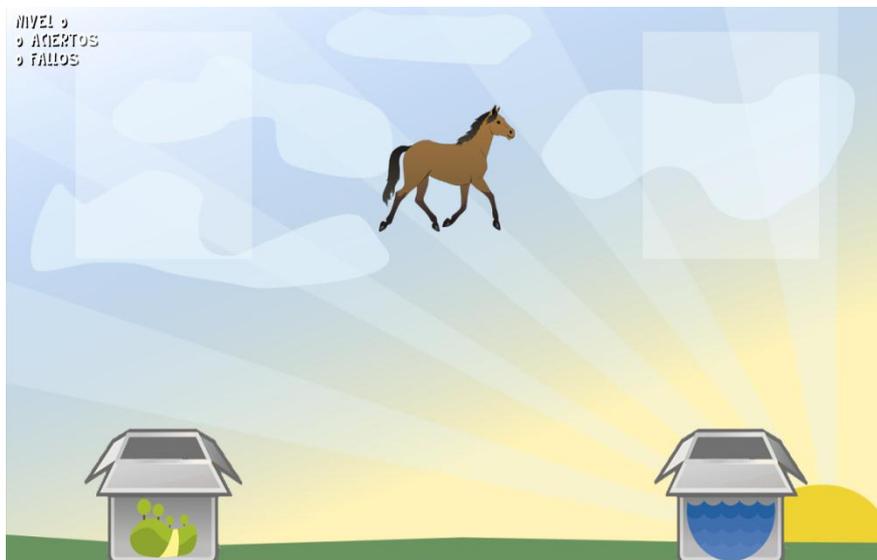
La figura 5 también muestra el comportamiento del personaje cuando se acaba el tiempo disponible para imitar la pose, en esa situación el personaje se pinta de color rojo y se suma un fallo. Por otro lado, cuando se imita la pose completa, el personaje se pinta de color verde. En ambos casos, luego de unos segundos el personaje adopta la siguiente pose en la secuencia establecida para el juego.

*Videojuego Lluvia:* propone recolectar elementos que caen en forma de lluvia. Los elementos siguen cierto patrón de clasificación, por ejemplo letras y números, donde el usuario debe recolectar únicamente elementos de una de estas categorías.

Si el jugador recolecta un elemento de la categoría equivocada o deja caer uno de los que debe recolectar se suma un fallo, en caso contrario se suma un acierto.

Adicionalmente, en las reuniones surgió la idea de que se puedan clasificar elementos de diferentes categorías además de los colores del juego *Clasificador*. Para agregar esta funcionalidad, se extendió la plataforma para incluir el concepto de categorías de objetos. A través de esta nueva funcionalidad se diversifica el contenido y el potencial educativo de los videojuegos, dando soporte a distintas áreas en las que los docentes trabajan frecuentemente con material impreso.

Como ejemplo de uso de estos conceptos se agregó la posibilidad de clasificar animales acuáticos y terrestres o cifras mayores y menores que un número determinado en el juego *Clasificador*. De la misma manera, en el juego *Lluvia* se pueden recolectar dígitos numéricos o alfabéticos y frutas o verduras. En las figuras 6 y 7 se pueden observar capturas de ambos juegos.



**Fig. 6.** Captura del juego *Clasificador* donde se deben clasificar animales terrestres y acuáticos en sus respectivas cajas.

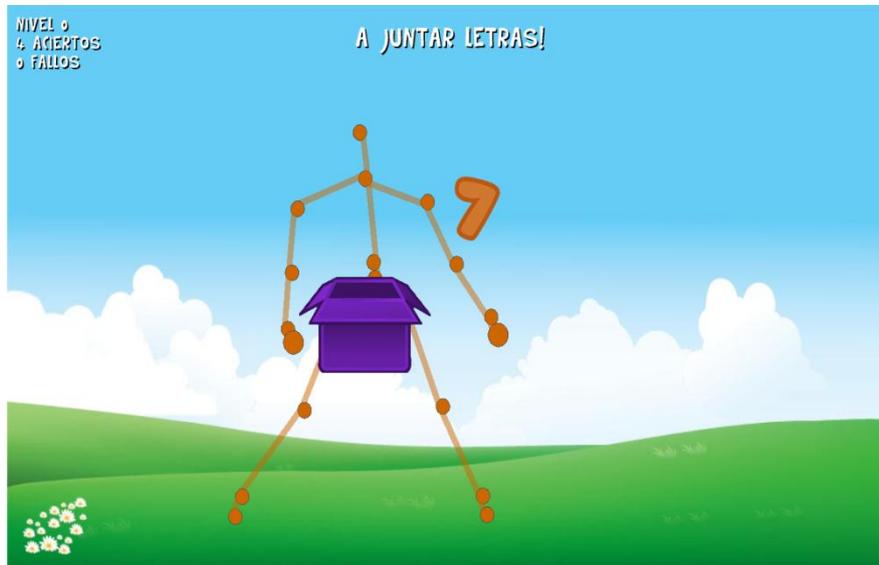


Fig. 7. Captura del juego *Lluvia* donde se deben recolectar las letras y dejar caer los números.

#### 4 Resultados y experiencias de uso

Para familiarizarse con el sistema, los niños pasaron por un proceso de aprendizaje libre en el cual no tenían un gran compromiso con las reglas u objetivos del juego. Durante este período, los alumnos se enfocaron en crear y llevar a cabo su propia estrategia para comprender que el *skeleton* en pantalla es una representación de ellos mismos y no simplemente un personaje moviéndose de forma aleatoria.

En las primeras sesiones de juego, la mayoría de los niños se movían sin comprender qué era lo que sucedía siguiendo las indicaciones de las docentes mientras que los demás se limitaban a mirar las animaciones de los juegos sin realizar ningún movimiento.

Resultó de gran ayuda utilizar la cámara del sensor para mostrar en el monitor la imagen capturada de los niños con el *skeleton* sobre ellos. De este modo, comenzaron a moverse mientras se veían proyectados en pantalla, tomando conciencia que el *skeleton* se movía junto con ellos y podían interactuar con los elementos en pantalla a través del mismo.

Una de las estrategias que creó uno de los niños fue escapar del área visible del sensor. De este modo, este niño logró entender el concepto de abstracción de la realidad realizando esta prueba varias veces, volviendo a entrar al área visible con distintos movimientos y enseñando lo que había descubierto al resto de sus

compañeros. Con este ejemplo, los niños comenzaron a relacionar el *skeleton* con su propio cuerpo y a tener un mayor compromiso con las reglas y objetivos de juego.

Mediante la repetición de las sesiones de juego, los niños se acostumbraron al modo de interacción, mejorando su rendimiento en cada uno de los juegos.

#### 4.1 Beneficios observados

Los videojuegos posibilitaron el entrenamiento de las habilidades motrices, cognitivas y sociales de los alumnos de ATAD, en la tabla 4.1 se detallan los beneficios obtenidos.

Aspecto	Valor Aportado
Motriz	Los niños mejoraron la ubicación espacial y temporal y trabajaron en la percepción o conocimiento corporal (Ballesteros, 1982).
Cognitivo	En el transcurso del ciclo lectivo, los niños desarrollaron un mayor compromiso con las reglas y objetivos de juego, además de ganar confianza solicitando jugar a aquellos juegos en los que tenían mayores habilidades. A través del contenido de los juegos se aprendieron o reforzaron conceptos tales como lateralidad, direcciones, colores y tamaño.
Social	Los niños mejoraron la colaboración entre ellos, ayudando a cumplir los objetivos de juego de quien estaba participando, dándose ánimo o indicando los movimientos a realizar por el jugador de turno, mejorando de esta forma la interacción social entre ellos. Por otra parte, desarrollaron la paciencia en el proceso de espera de instalación de la computadora y proyector en la sala común y mejoraron las cuestiones de respeto mutuas comprendiendo que la modalidad de juego permite que únicamente una persona esté utilizando Simón, mientras que las demás deben esperar su turno.

**Tabla 1.** Beneficios motrices, cognitivos y sociales del uso de los videojuegos desarrollados con Simón.

Cabe mencionar que en el caso de los maestros y profesionales de la Institución, mientras más contacto tenían con las herramientas desarrolladas más mejoraba la elicitación de requerimientos. El uso de Simón facilitó los ajustes y simplificó el proceso creativo para que pudieran imaginar los aspectos a mejorar o juegos a implementar.

## 4.2 Testimonios

Después de un año de trabajo conjunto, los profesionales aportaron los testimonios que se detallan a continuación.

*“La conexión con el espacio de juego donde no hay elementos tangibles ayuda a tener un mayor control de la motricidad cuando se trabaja con objetos reales, es un proceso interesante y enriquecedor.”* Marcelo, Profesor de educación física.

*“Muy pocos chicos habían tenido la posibilidad de utilizar tecnología interactiva. Este tipo de acceso a la tecnología es el que les abrió una nueva puerta a los niños que tal vez, no tienen otra posibilidad de tener esta experiencia fuera de la institución.”* Belen, Terapista ocupacional.

*“En el caso de los niños que juegan frecuentemente con computadoras o consolas, el entusiasmo es el mismo que presentan aquellos que no tienen esta posibilidad ya que jugar en grupo es lo que hace a la experiencia del uso de Simón”.* Laura, docente de la institución.

*“Con los juegos de Simón, los niños aprendieron evaluar de manera sutil sus movimientos ya que al principio se movían sin control alguno. El modo de interacción con la plataforma facilitó el entrenamiento de las relaciones temporo-espaciales tan necesarias para nuestros alumnos. Sin embargo, hay que tener en cuenta la dificultad de realizar movimientos sin un límite concreto o sin elementos que regulen desde el exterior el movimiento.”* Marcelo, Profesor de educación física.

*“Con el uso de Simón se logra una participación colectiva colaborativa entre los chicos y las maestras que no es posible con el material didáctico convencional”.* Laura, docente de la institución.

*“La sistematización del trabajo con el Juego nos permitió a todos, adultos y alumnos una mejor aproximación a las consignas y a la organización de la actividad.”* Jesus y Laura, docentes de la institución.

*“Los chicos más grandes han logrado darse cuenta oralmente de las acciones que hay que ejecutar para cumplir con las consignas del juego. Previo a una nueva sesión de juego, pueden explicarle a otros que deben hacer, lo que implica que interiorizaron las acciones pertinentes que se deben ejecutar durante el juego.”* Jesus y Laura, docentes de la institución.

## 5 Conclusiones

Se presentó la plataforma de desarrollo de videojuegos Simón y diversas adaptaciones surgidas a partir de una metodología de trabajo basada en la elicitación de requisitos *in-situ* para el desarrollo de videojuegos educativos y terapéuticos para

niños y jóvenes con discapacidad. Específicamente se trabajó en ATAD, donde se recolectaron inquietudes e ideas para entrenar las habilidades motoras, cognitivas y sociales, adaptando los juegos a las necesidades de sus alumnos.

La extensión realizada en Simón ofrece la posibilidad de diseñar nuevos videojuegos, personalizar los existentes y agregarles funcionalidad a pedido del docente o terapeuta basados en las temáticas que se trate durante las jornadas de trabajo en clase. El editor ajusta aspectos de accesibilidad, equidad y nivel de exigencia acorde a las habilidades que se deseen fortalecer en el desempeño de los alumnos.

## Referencias

1. Abhijit, J.: Kinect for Windows SDK Programming Guide: Build motion-sensing applications with Microsoft's Kinect for Windows SDK quickly and easily, (2012)
2. Altanis, G., Boloudakis, M., Retalis, S., Nikou, N.: Children with Motor Impairments Play a Kinect Learning Game: First Findings from a Pilot Case in an Authentic Classroom Environment. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, N.19, (2013), pp. 91-104.
3. Ballesteros, S: El esquema corporal. Madrid, Tea (1982).
4. UNICEF: Niñas y niños con discapacidad (2013)
5. Organización mundial de la salud (OMS): Reporte mundial de discapacidad, Informe de la OMS (2011).
6. Organización mundial de la salud (OMS): Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF) (2011).
7. Piccolo, M., Fabián, M.: Propuesta de trabajo final: Implementación de videojuegos como herramienta para el desarrollo motor y cognitivo de niños (2014).
8. UNESCO. Empowering Persons with Disabilities through ICTs, ITU Telecom World, Geneva, Switzerland (2009).
9. UNESCO's Communication and Information Sector, Knowledge Societies Division and Microsoft Corporation. Accessible ICTs and Personalized Learning for Students with Disabilities, Paris, Francia (2011).
10. Warschauer, M: Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide (2004).
11. Wilson, C.: Brainstorming and Beyond: A User-Centered Design Method (2013).