INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 2, No 2 (2021)
ISSN 2695-6578

Desarrollo de una experiencia educativa con juguetes activos en una mesa de interacción tangible

Development of a learning experience with active toys on a tangible interaction tabletop

Mainor Cruz Alvarado
Informática Empresarial
Universidad de Costa Rica
Golfito, Puntarenas, Costa Rica
mainor.cruz@ucr.ac.cr

Cecilia Sanz
Facultad Informática
Universidad Nacional de La Plata
La Plata, Buenos Aires, Argentina
csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

Sandra Baldassarri
Dpto. Informática e Ingeniería de Sistemas
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, España
sandra@unizar.es

Recibido: 06.11.2021 | Aceptado: 16.12.2021
DOI: https://doi.org/10.65234/interaccion.48

Palabras Clave

Objetos activos
Interacción tangible
Actividades Educativas
Juguetes Interactivos

Resumen

En este trabajo se realizó una investigación con el objetivo de indagar las posibilidades de los objetos activos (con capacidad de actuación y *feedback* al interactuar con información digital) en actividades educativas basadas en Interacción Tangible (IT). Como parte del recorrido se elaboró un análisis de antecedentes, y se evidenció el escaso desarrollo de experiencias de IT con objetos activos en Latinoamérica. A partir de los hallazgos de la investigación teórica se abordó el diseño, desarrollo y evaluación de un juego serio con IT sobre una *tabletop* con juguetes activos. Los resultados permiten conocer que estudiantes y docentes valoran positivamente el uso de este tipo de juguetes, analizando cómo se perciben los diferentes tipos de *feedback* diseñados.

Keywords

Active objects
Tangible interaction
Educational activities
Interactive Toys

Abstract

In this work, a research was carried out with the aim of investigating the possibilities of active objects (with the ability to act and *feedback* when interacting with digital information) in educational activities based on Tangible Interaction (IT). During the course of the research, a background analysis was made that evidenced the scarce development of IT experiences with active objects in Latin America. Based on that findings, the design, development and evaluation of a serious game with IT on a tabletop with active toys was approached. The results show that students and teachers positively value the use of this kind of toys, analyzing how the different types of designed feedback are perceived by them.

1. Introducción

Los avances tecnológicos han impulsado las investigaciones en relación a mejorar las formas de interacción entre el ser humano y el ordenador. Como consecuencia, las Interfaces de

Usuario Tangibles (TUI) han obtenido una gran relevancia, dado que permite la interacción mediante el uso de objetos físicos, que se acoplan con la información digital. La investigación y el desarrollo de aplicaciones basadas en interacción tangible (IT), que da lugar a las TUI, han ido ganando espacio por sus posibilidades en diferentes ámbitos y disciplinas. En Artola, Sanz y Pesado (2020) se presenta una revisión de experiencias educativas con TUI, que abarcan áreas como la matemática, la química, las artes, la programación, entre otras. En este trabajo también se resalta que son numerosas las experiencias educativas que se desarrollan utilizando superficies horizontales aumentadas computacionalmente, conocidas como *tabletops* o mesas interactivas, ya que fomentan la colaboración y el desarrollo de habilidades sociales en un espacio de trabajo compartido. En Sanz et al. (2016) se analizan las posibilidades de la IT para el ámbito de la educación especial. En el trabajo de Rodić y Granić (2021), se realiza una revisión sistemática de 155 trabajos vinculados a la interacción tangible en educación con niños y niñas. También aquí se analizan experiencias en las que se utilizan *tabletops*. Además, en el trabajo se menciona el valor de los objetos físicos y su manipulación en el ámbito educativo y también se indica que, en los artículos revisados, mayormente los objetos tangibles usados guardan vinculación con el dominio de la aplicación.

En relación a los objetos tangibles (u objetivos físicos), estos se definen como entidades físicas y reales que pueden ser manipuladas, y forman parte de un proceso de interacción entre personas y ordenadores. Se las considera así un medio de representación y control de información digital (Ishii & Ullmer, 2003), un enlace entre el mundo virtual y físico, y constituyen un puente para generar una mayor transparencia y naturalidad en las interacciones.

Dentro de los objetos tangibles se pueden tener objetos activos y pasivos. Los pasivos solo se pueden utilizar como control de sus contrapartes digitales. Mientras que los objetos activos son los responsables de generar interacciones con alguna automatización robótica o locomoción (Inami et al., 2010; Richter et al., 2007). Del mismo modo, en Marshall et al. (2012) se menciona que los objetos activos contienen actuadores y sistemas de control que puede conceder al objeto diferentes acciones, por ejemplo, un desplazamiento encima de una *tabletop*. Esto también es afirmado por East, DeLong, Manshaei, Arif, & Mazalek (2016) que definen a los objetos activos como "dispositivos físicos que se pueden usar de manera independiente o en conjunto con otro hardware o software para aumentar de forma tangible la interacción con pantallas integradas, sensores o capacidades de actuación".

Estos objetos activos han dado lugar a la creación de juguetes inteligentes (Berriman & Mascheroni, 2019). Uno de los motivos radica en que las tecnologías personales, portátiles y de red inalámbrica se han generalizado en la vida de los estudiantes y dieron lugar a ampliar las posibilidades de generar una variedad de materiales que apoyen el aprendizaje y posibiliten una participación activa, y de carácter lúdico. Por lo anterior, los juguetes activos (algunos autores también los refieren como interactivos) o inteligentes se presentan como una posibilidad para apoyar objetivos que estén relacionados con los planes de estudio (Kara & Cagiltay, 2020; Zhang et al., 2020).

Este trabajo tiene como objetivo analizar las posibilidades de los objetos activos, específicamente juguetes, en actividades educativas basadas en IT. Para ello, en primer lugar, se elaboró una indagación y análisis de conceptos relacionados con objetos activos en IT y de experiencias educativas, considerando aquellas en la que los objetos activos son juguetes. Para llevar a cabo este proceso se utilizó el protocolo de revisión sistemática de literatura propuesto en (Kitchenham, 2004), aunque dado que no es el foco de este trabajo, aquí solo se presentará una síntesis de los antecedentes revisados. El principal aporte de este trabajo se centra en el desarrollo de una experiencia de actividad educativa que involucra el diseño y desarrollo de un juego de IT, con juguetes activos y los resultados de su aplicación con estudiantes de últimos años de primaria y primeros años de secundaria y sus docentes. De esta manera se ofrece una discusión, que permite reflexionar y echar luz sobre el diseño de este tipo de objetos activos en el marco de actividades educativas.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta una revisión de antecedentes que dan las bases para el diseño de una experiencia con un juego de IT con juguetes activos; en la sección 3 se describe el juego desarrollado, llamado El Conquistador, y los juguetes activos con su feedback; en la sección 4, se presenta la experiencia desarrollada con estudiantes de primaria, secundaria y sus docentes, en la que se aplica el juego y los juguetes. Finalmente, en la sección 5 se detallan y discuten los resultados alcanzados, y en la 6, se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

2. Revisión de antecedentes

Por medio del trabajo de revisión realizada y presentada en Cruz, Sanz y Baldassarri (2020), se analizaron 40 trabajos, de los cuales se seleccionaron 10 casos que cumplieron con los criterios planteados para la indagación: documentos de texto

completo, que abordan experiencias educativas con la integración de objetos activos. Se buscó además conocer cómo se evaluaron esas experiencias para analizar sus resultados, específicamente en relación al uso de juguetes activos.

El análisis presentado se realizó a partir de la definición de un total de 9 criterios, que se orientan a caracterizar los antecedentes en 4 categorías: (i) descripciones generales, tales como el nivel educativo al que se orienta, y el país en el que se lleva acabo; (ii) interacción tangible, que considera el tipo de objetos con los que se trabaja, y las estrategias y tecnologías usadas para implementar la IT; (iii) interfaces de usuario tangible: a través de esta categoría se busca analizar cómo se lleva adelante la relación entre objetos físicos y digitales; y (iv) metodológico educativo, en esta categoría se analiza el tipo de actividad educativa, se observa si es exploratoria (el estudiante explora una representación o modelo pre-existente) o si es expresiva (el estudiante crea una representación a partir de sus ideas) (Marshall et al., 2003). También se analizan los tipos de *feedback* que se utilizan en la TUI, y se sigue a Van Seters et al. (2012), para clasificar los *feedback*s de cada aplicación.

A partir del estudio de Cruz et al. (2020), se evidenció que las experiencias que integran IT con objetos activos seleccionadas se orientan principalmente al nivel educativo superior seguido del primario, la mitad se enfoca en tipos de actividades de aprendizaje exploratorias y la otra en expresivas, usando la mayoría objetos activos con *tabletops*.

En cuanto a los tipos de *feedback* utilizados, todos los antecedentes brindan *feedback* que se relacionan con la tarea, es decir, le indican al estudiante si sus acciones/respuestas fueron correctas o no. También, la mayoría ofrece *feedback* relacionado con la autorregulación, por ejemplo, para la gestión de tiempo, o la indicación de estrategias o sugerencias de uso. En cuanto a la dinámica, se trata en general de actividades grupales y colaborativas, y las evaluaciones se enfocan en la usabilidad, utilidad y algunos aspectos de experiencias de usuario. Finalmente, se identificó que la utilización de los juguetes activos, posibilita otorgar nuevas experiencias de juego y aprendizaje, y que aprovechan diferentes canales de *feedback*, como luces, sonidos y/o vibraciones Los trabajos de Van Huysduynen, De Valk y Bekker (2016) y Artola et al. (2020) confirman la importancia de los diferentes canales de *feedback* en este tipo interfaces.

Más recientemente, en la revisión presentada por Rodic y Granic (2021), los autores presentan trabajos actuales en los que se utilizan objetos activos. En particular, mencionan que se utilizan bloques de construcción aumentados computacionalmente para el trabajo con niños y que soportan el aprendizaje de temas abstractos, manteniendo sincronizada la entrada y la salida en el mismo espacio del objeto, y teniendo así alguna capacidad de actuación. Asimismo, en el trabajo de Cano et al. (2020), se menciona el uso de un juguete activo con capacidad de *feedback* sobre la tarea, a través de luces led, y orientado a la educación de niños con discapacidad auditiva.

Estos hallazgos se utilizan para diseñar un juego IT con la inclusión de juguetes activos, que se presenta en la próxima sección. La experiencia a desarrollar con el juego, tanto con alumnos de primaria como de primer año de secundaria, permitirá conocer la motivación de los estudiantes al trabajar con este tipo de juguetes, su opinión sobre las diferentes modalidades de *feedback* diseñados, en relación a su utilidad dentro de la actividad educativa, en particular, viendo si atienden a si tipo de *feedback* como parte de la actividad. La investigación busca echar luz entonces en estos aspectos, para poder luego, tener guías para su diseño.

3. El Conquistador: un caso de juego IT con juguetes activos

En esta sección se presenta el juego basado en IT que fue diseñado como parte de este trabajo. El juego integra una *tabletop*, y dos juguetes activos, que funcionan como control y como espacio de *feedback* de la aplicación. En el diseño se han considerado diferentes tipos de *feedback*: de la tarea, de autorregulación y afectivo (Van Seters et al., 2012), de acuerdo a lo revisado en los antecedentes, y con el uso de los canales auditivo, visual, y háptico.

En las dos subsecciones que integran esta sección, se explica en primer lugar diseño del juego, y posteriormente se detalla el diseño de los juguetes.

Juego de IT: El Conquistador

El Conquistador (Sanz et al., 2019) un juego basado en IT y que incluye el uso de dos juguetes interactivos. Se trata de un juego de preguntas y respuestas cuyo objetivo didáctico se orienta a la integración de temas trabajados en un proceso educativo. La dinámica del juego es una competencia entre dos jugadores o equipos.

Cada jugador recibe un juguete interactivo y una tarjeta con un objetivo a cumplir para ganar. Por ejemplo, conquistar 5 países de Sudamérica. En la Figura 1, se puede observar que el juego tiene como interfaz principal una ilustración de un

mapa con los países adquiridos y los que puede conquistar proyectado sobre la *tabletop*, sobre el cual se desarrollan las interacciones. La interacción con el juego se realiza a través de los juguetes activos y un lápiz que actúa como selector (aunque también se pueden utilizar los dedos para realizar las selecciones).



Figura 1: Juguetes interactivos del juego El Conquistador.

El juego recorre las siguientes etapas:

- Configuración: Se apoya el juguete sobre la mesa junto con el objetivo para que quede asociada en el juego esta relación. Además, se muestra qué color se asigna a cada uno. El juguete enciende 5 luces led que representan las 5 vidas que posee y vibra para indicar que está activo.
- Inicio del juego: Se muestra sobre la *tabletop* un mapa de América con los países distribuidos entre los dos jugadores. Los países están pintados del color correspondiente al jugador al que pertenecen. Se indica en la mesa con un mensaje quién comienza a jugar.
- Desarrollo del juego: Los jugadores deben cumplir su objetivo para ganar el juego. Para conquistar un país, el jugador lo ataca, y debe contestar a una pregunta. Si se contesta correctamente, el atacado puede defenderse contestando la misma pregunta. En caso de responder bien, el país no es conquistado. Pero si contesta mal, el atacado pierde el país y una vida. Si el atacante contesta mal la pregunta, pierde una vida y el atacado no debe defenderse. Si un jugador pierde sus 5 vidas, finaliza el juego y gana su contrincante.

Juguetes interactivos

En la Figura 2 se aprecia el diseño de los dos juguetes interactivos realizados, los cuales representan a los jugadores y funcionan como dispositivos de entrada y salida del juego.



Figura 2: Juguetes interactivos del juego El Conquistador.

Los dos juguetes activos fueron creados con una base fabricada de cartón duro donde se incrusta un envase metálico que trae la forma de un personaje. La base se diseñó en cartón duro para que no dañe la superficie de la *tabletop* cuando estos son apoyados y sea liviana para que aún niños muy pequeños puedan utilizarla. Los juguetes fueron pintados, de forma tal que se alinee con la estética de los personajes, y la base tiene dos agarraderas para facilitar su manipulación.

Cada juguete cuenta con tres pulsadores, que se utilizan para dar respuesta según las opciones presentadas en cada una de las preguntas realizadas desde el juego (A, B y C). Dentro de cada juguete se encuentra los dispositivos electrónicos. Además, incorporan un display LCD de 16x2 caracteres con I2c, cinco Leds RGB Neo Pixel que indican la cantidad de vidas, un módulo de WiFi ESP8266 de Arduino, que contiene el programa para administrar los módulos conectados, así como la comunicación de los juguetes con el juego. También, se ha integrado un motor de vibración, un zumbador (*buzzer*) pasivo, cables y bancos de energía para suministrar la energía.

Desde el punto de vista del diseño, se ha considerado que los juguetes representaran a dos personajes reconocidos por los estudiantes para que pudieran encontrarlos familiares. Se eligieron dos superhéroes, por el momento, ya que la estética de presentación del juego se vincula con los cómics de estos superhéroes. Estos juguetes están siendo modificados y evolucionados actualmente, para mejorar la manipulación, en particular en relación a la utilización de materiales no metálicos (ver Figura 3).



Figura 3: Juguete interactivo Hulk.

En la Figura 4, se presenta de forma gráfica el proceso de comunicación de los juguetes y el juego el Conquistador, que se realiza a través de una red WiFi con protocolo TCP/IP. La red está compuesta por tres nodos: los dos juguetes y una computadora sobre la que se ejecuta el juego y se proyecta su interfaz sobre la *tabletop*.

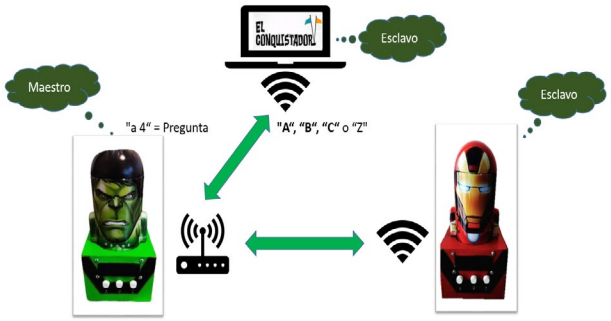


Figura 4: Protocolo de comunicación.

Cada dato que se envía desde los juguetes al programa o viceversa, es administrado por el juguete que oficia de maestro (master). El juguete master está configurado para reconocer cuáles son los mensajes propios y los de los esclavos. A partir de los mensajes, cada juguete reacciona de acuerdo con lo que se le indica, permitiendo así generar diferentes tipos de *feedback*. Se envían mensajes, por ejemplo, cada vez que un jugador acciona un pulsador. Estos mensajes son mandan al juego El Conquistador, que se ejecuta sobre una PC para ser procesados. El juego devuelve mensajes a los juguetes, quienes los procesan y ofrecen un *feedback* utilizando alguna de las modalidades de salida disponibles: luces, sonidos, mensajes de texto o vibraciones.

4. Aplicación del juego con estudiantes de primaria y secundaria

Este apartado presenta la experiencia de uso del juego El conquistador en entornos reales. A través de esta experiencia se tiene como objetivos: (1) identificar fortalezas y debilidades de los juguetes activos diseñados en una actividad educativa concreta, (2) conocer la opinión de los estudiantes sobre estos, y (3) conocer la valoración que realizan los participantes de diferentes tipos de *feedback*.

Para poder cumplir con los objetivos, se realizaron 3 sesiones de trabajo con 33 estudiantes (7 de primaria y 26 de secundaria) y 5 docentes. Las sesiones se organizaron de la siguiente manera:

- Presentación del juego: Se describió de qué se trata el juego, acompañando con un video que presenta cómo jugar.
- Desarrollo del juego: se realizó la dinámica del juego, en algunos casos más de una vez, ya que los estudiantes se mostraron motivados por hacerlo.
- Evaluación: se aplicaron los instrumentos de recogida de datos planificados y se administraron para su completamiento.

Las primeras dos sesiones se realizaron en la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata con una duración de aproximadamente 40 y 60 minutos, respectivamente. Se obtuvo una participación total de 7 estudiantes de primaria con edades entre los 8 y 9 años, y algunos padres. La tercera sesión fue realizada en el Colegio Nacional Rafael Hernández de La Plata, con una duración aproximada de 120 minutos, en la que participaron 26 estudiantes de primer año de la secundaria con edades entre 12 y 13 años, y un grupo de 5 docentes.

Para el primer objetivo, el cual consiste en identificar fortalezas y debilidades de los juguetes interactivos en la actividad educativa. Los instrumentos utilizados para realizar esta evaluación han sido un cuestionario de Escala de Usabilidad del Sistema (SUS) (Brooke, 1996) y un cuestionario de Inventario de Motivación Intrínseca (IMI) (Ryan & Deci, 2006).

El segundo objetivo, que contempla conocer la opinión de los estudiantes sobre la utilización de juguetes activos, se evalúa mediante la aplicación de una entrevista semiestructurada basada en Zuckerman & Gal-Oz (2013). Se indaga también sobre la percepción de la experiencia vivida y se pide que consideren si les gustaría tener más experiencias con juguetes

de este tipo, y finalmente, se solicita que manifiesten su agrado o no de utilizar dichos juguetes en relación con usar otros tipos de juegos basados en celular, Tablet o consola.

El tercer objetivo consiste en conocer la valoración que dan los estudiantes y docentes a los diferentes tipos de *feedback* que presentan los juguetes interactivos desarrollados para el caso de estudio. Para ello, se realiza una encuesta y una entrevista basadas en los trabajos de Anastasiou & Ras (2017) y Muijzer-witteveen, Sibum, Dijsseldonk, Keijsers, & Asseldonk (2018), que busca identificar la influencia de las diferentes modalidades de salida de los objetos activos en actividades educativas basadas en IT, y cuánto han atendido a cada uno de estos *feedback*.

En las Figuras 5 y 6 se puede observar diferentes momentos de la experiencia.

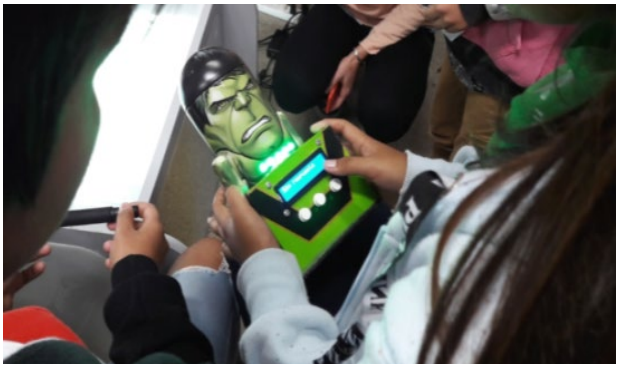


Figura 5: Respondiendo preguntas con el juguete Hulk.



Figura 6: Respondiendo preguntas con el juguete Iron Man.

Los investigadores y docentes siempre estuvieron atentos y disponibles en el caso de que los participantes necesitaran ayuda mientras realizaban la actividad. Al finalizar cada sesión se aplicaron los instrumentos de evaluación aplicado. Las observaciones fueron documentadas con material fotográfico.

En todas las sesiones hubo presencia de los docentes y/o padres a cargo de los niños. Todas las acciones realizadas fueron consensuadas y aprobadas entre los participantes, docentes y/o padres, y el equipo de investigación.

5. Resultados

En este apartado se analizan los resultados obtenidos en la experiencia educativa llevada a cabo con El Conquistador y los juguetes activos diseñados.

Para valorar la motivación de los estudiantes al realizar la actividad, se utilizaron cuestionarios Inventario de Motivación Intrínseca (IMI). En estos cuestionarios se establecieron tres subescalas diferentes de evaluación: (1) Interés y disfrute, (2) Competencia percibida y, (3) Presión y tensión. Cada subescala contiene una serie de afirmaciones que los participantes contestaban por medio de una escala Likert de cinco puntos basados en Smileyometer (Read et al., 2002), como se observa en la Figura 7.



Figura 7: Escala Smileyometer utilizada en los cuestionarios

A continuación, se presentan las afirmaciones empleadas en el cuestionario para cada subescala.

Interés y disfrute:

- Mientras jugaba, estaba pensando en cuánto lo disfrutaba.
- Me pareció agradable jugar el juego del Conquistador.
- Jugar el juego del Conquistador fue divertido.
- Disfruté mucho jugando el juego del Conquistador
- Pienso que el juego del Conquistador era aburrido (R)
- Yo describiría el juego del Conquistador como interesante.

Competencia percibida:

- Creo que soy bastante bueno jugando el juego del Conquistador.
- Estoy satisfecho con mi rendimiento en el juego.
- Me sentí bastante hábil en el juego.
- El conquistador fue un juego que me costo jugar. (R)

Presión y tensión:

- No me sentí nervioso mientras jugaba (R)
- Me sentí tenso mientras jugaba.

- Me sentí relajado jugando. (R)
- Me sentí presionado mientras jugaba.

Para analizar los resultados de la evaluación se sigue el protocolo propuesto en (Ryan & Deci, 2006). Se calcula la puntuación sumando las contribuciones de puntuación máxima que puede brindar cada afirmación. El puntaje corresponde al rango de 1 a 5, siendo 5 el puntaje máximo de cada elemento. Para las afirmaciones negativas (afirmaciones inversas, representada con una (R) en el ejemplo anterior) el puntaje se invierte; 5→1, 4→2, 3=3, 1→5, y 2→4.

Por tanto, el puntaje total de IMI se obtiene de multiplicar las 14 afirmaciones (6 para la primera subescala, 4 para la segunda y 4 para la última) por el puntaje máximo de cada una de ellas, lo que daría un total de 70 puntos. El puntaje total debe ser distribuido para cada subescala, según el número de afirmaciones que ésta contiene, resultando las siguientes puntuaciones máximas: Interés y disfrute (30), Competencia percibida (20) y Presión y tensión (20). Posteriormente, para obtener los resultados del IMI se subdivide el rango de puntuación de cada subescala en 5 categorías (Muy bajo, Bajo, Regular, Alto y Muy Alto), tal y como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1: Rangos de puntuación por subescala IMI por categorías

Subescala	Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto
Interés y disfrute	0→6	7→12	13→18	19→24	25→30
Competencia percibida	0→4	5→8	9→12	13→16	17→20
Presión y tensión	17→20	13→16	9→12	5→8	0→4

Una vez analizados los cuestionarios de motivación intrínseca completados por los estudiantes de primaria, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 2 para cada una de las tres subescalas.

Tabla 2: Estadísticos descriptivos de IMI en estudiantes de primaria

	Mínimo	Máximo	Media	Resultado
Interés y disfrute	24	29	26.43	Muy alto
Competencia percibida	14	17	15.43	Alto
Presión y tensión	9	19	15.14	Bajo

Estos resultados evidencian que los estudiantes de primaria tuvieron un muy alto interés y disfrute de los juguetes activos y el juego durante la actividad educativa. Se observó además una alta competencia percibida en el uso del juego, e indicaron tener una baja presión y tensión al utilizar los juguetes.

En la Tabla 3 se exponen los resultados para el caso de los estudiantes de secundaria. Se observa que estos tuvieron un alto interés y disfrute de los juguetes activos y el juego durante la actividad educativa, indicaron un nivel regular de competencia percibida durante la actividad y manifestaron tener una baja presión y tensión durante la actividad, mientras usaban los juguetes.

Tabla 3: Estadísticos descriptivos de IMI en estudiantes de secundaria

	Mínimo	Máximo	Media	Resultado
Interés y disfrute	11	30	23.65	Alto
Competencia percibida	6	18	12.73	Regular
Presión y tensión	6	20	13.08	Bajo

En general, los estudiantes tanto de primaria como secundaria tuvieron una buena motivación intrínseca utilizando el juego y los juguetes activos.

Por su parte, la evaluación de la usabilidad se realizó utilizando el cuestionario SUS, con la misma escala Likert de 5 puntos con los pictogramas de Smileyometer que se utilizó en el caso del IMI, y que se muestra en la Figura 7. A continuación se presentan las afirmaciones utilizadas en el SUS:

- Pienso que me gustaría jugar de nuevo con El conquistador.
- Pienso que el juego es fácil de usar.
- Creo que necesitaría el apoyo de un adulto para poder jugar el juego del Conquistador.
- Imagino que otros niños aprenderían a usar el juego rápidamente.
- Encontré el juego muy difícil de jugar.
- Me sentí muy seguro jugando.

En la Tabla 4 se detallan los valores mínimos y máximos alcanzados, así como las medias logradas, mismas que brindan resultados de acuerdo con el promedio de puntuación de (Lewis & Sauro, 2009). Como se observa en la tabla, tanto en primaria como secundaria se obtiene una media superior a 68, que es el valor referente como indicador de buena usabilidad en el test SUS. Al mismo tiempo, los grupos dieron un valor similar, levemente inferior en el caso de los estudiantes de secundaria.

Tabla 4: Estadísticos descriptivos del cuestionario SUS

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Resultado
E. Primaria	7	37.50	100.00	69.0476	21.76489	Bueno
E. Secundaria	26	37.50	95.83	68.2692	15.50434	Promedio

Respecto a las entrevistas y cuestionarios a los estudiantes llevados a cabo para conocer su opinión sobre el uso de los juguetes activos, se puede observar en la Figura 8 que la

mayoría pudo identificar y comprender los diferentes efectos de los juguetes, a través de los cuales se proveía *feedback*.

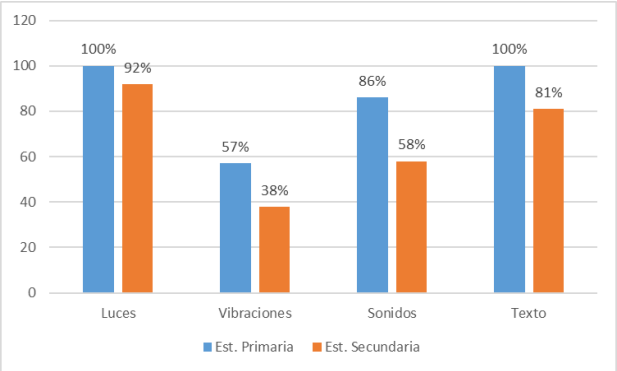


Figura 8: Comparación de resultados de tipos de feedback identificados los juguetes interactivos por los estudiantes

Tanto a los estudiantes de primaria como de secundaria les gustaron y divirtieron los juguetes activos, por presentar un diseño con personajes reconocidos, ser fáciles de usar e incluir diferentes componentes para generar *feedback*. Además, a todos les gustaría volver a jugar con otros juegos como El Conquistador. Cuando se les preguntó qué les gustaba de este juego, respecto de otros en *tablets*, consolas de videojuego o celular, respondieron mayormente que los juguetes y su manipulación. Algunos afirmaron: "Lo que me gusta más es usar los muñecos", "Los muñecos, sentir los juguetes y las vibraciones", y "conquistar países y hacer perder vidas".

La Figura 9 ilustra que, en general, les gustaron más los efectos de *feedback* visuales (luces) sobre otros como los de texto, audio y/o háptico. El feedback visual, a través de los leds que representaban las vidas, les sirvió para autorregular las estrategias a utilizar en el juego, por ejemplo, buscando recuperar vidas.

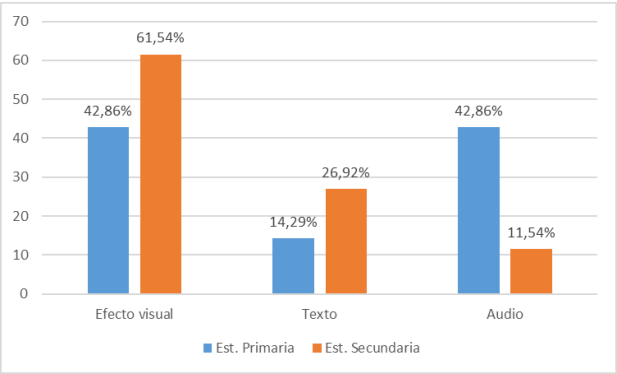


Figura 9: Comparación del agrado de los estudiantes acerca de los efectos de los juguetes interactivos.

Los estudiantes indicaron también que les había gustado la combinación de efectos audiovisuales y háptica, tal y como se puede ver en la Figura 10.

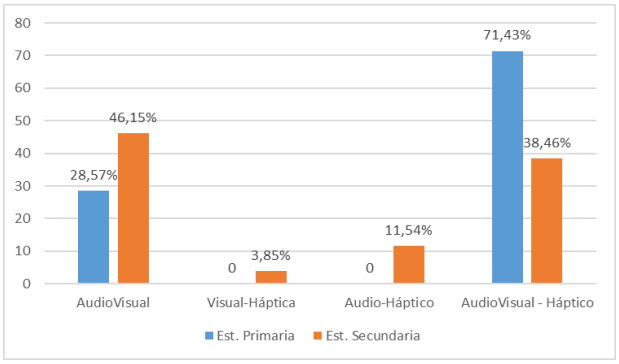


Figura 10: Comparación de la percepción de los estudiantes acerca de combinación de efectos de los juguetes interactivos.

En cuanto a las preguntas aplicadas a los docentes en el marco de la entrevista, éstas determinaron percepciones muy positivas sobre el uso de juguetes interactivos basados en IT para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los resultados exponen los gustos, tipos de actividades, tipos de *feedback* y beneficios de los juguetes interactivos desde la perspectiva de los docentes. La Tabla 5 muestra las preguntas y algunas de las respuestas alcanzadas.

Tabla 5: Cuestionario aplicado a los docentes posterior a la sesión con el juego

Preguntas	Respuestas
¿Les gustó la actividad? ¿Qué les gustó de la actividad?	- Me gustó el carácter de la propuesta para integrar contenidos con la tecnología. - Sí, la posibilidad de los alumnos de ver otra forma de comunicarse con la computadora.
¿Consideran que los objetos interactivos (Hulk e Iron Man) pueden ser atractivos y de interés para llevar adelantes actividades educativas?	- Sí, es una manera muy didáctica para el repaso de contenidos. - Sí, me parecen muy atractivos por los personajes, música, colores y novedosos.
¿En qué tipos de actividades educativas se podrían integrar juguetes interactivos?	- Para afianzar conocimientos previos. - En actividades de repaso para prepararse para evaluaciones.

Preguntas	Respuestas
¿Qué tipos de *feedback* le parecen más atractivos para sus alumnos en los objetos interactivos?	- *Display* y luces. - Las luces y las respuestas en el *display*. - Las luces que indican las vidas.
¿Qué aspectos encuentran beneficiosos en este tipo de tecnologías?	- Brinda la posibilidad de conocer/ampliar el área del conocimiento. - La interacción con elementos tangibles como juguetes que les resultan familiares y atractivos.
¿Si tuvieran la oportunidad de implementar juguetes interactivos para actividades educativas, lo harían? ¿Qué tipo de juguetes? ¿Fomentaría la participación de los estudiantes en las actividades educativas?	- Sí, lo hiciera con juguetes que fueran apropiados a la edad y en las cuales sientan admiración. Claramente fomentaría la participación de los estudiantes. - Sí, juguetes tipo deportivos y por supuesto fomentaría la participación.

En síntesis, los docentes indicaron que encuentran agradables las actividades educativas basadas en IT con juguetes activos, los consideraron atractivos y de interés, principalmente para el repaso de contenidos. Similarmente a los resultados obtenidos en Okerlund et al. (2016), los docentes consideran que podrían integrar juguetes activos en diferentes tipos de actividades, entre ellas actividades de repaso para recuperar conocimientos previos, siempre y cuando los juguetes sean acordes a las actividades. Además, opinan que los *feedbacks* audiovisuales son lo más atractivos para sus alumnos, y es aquí, donde según (Ribas, 2001; Soler-Adillon, 2012) se pueden captar, mantener y aumentar el interés de los estudiantes mientras se genera un proceso de transmisión de conocimientos.

Entre los beneficios indican la participación activa de los estudiantes, ven a los juguetes activos basados en IT como novedosos, capaces de generar curiosidad en los estudiantes y con la posibilidad de ampliar el área del conocimiento a través de la interacción. Debido a los beneficios presentados, todos los docentes indicaron que si tuvieran la oportunidad de implementar juguetes activos basadas en IT para actividades educativas lo harían, ya que claramente fomentaría la participación y el disfrute. Y es que cuando se extiende el disfrute de los estudiantes estos aumentan la motivación intrínseca y con ello la participación en las actividades (Karimi & Lim, 2010).

6. Conclusiones

Como conclusiones del trabajo, se ha podido determinar que los objetos activos permiten crear actividades educativas que fomenten el aprendizaje, la diversión y favorecen la participación activa y la mayor atención de los estudiantes en sus tareas. La experiencia llevada a cabo confirma que los estudiantes se encuentran motivados por la actividad desarrollada con El Conquistador y los juguetes activos. Los estudiantes han aprovechado tanto el *feedback* visual (fundamentalmente para el control de vidas), como el auditivo y el háptico, lo que los anima a estar activos, y a participar. El de mayor preferencia es el *feedback* visual, aunque se encontró que los participantes afirman que les gusta la combinación de los tres canales utilizados; esto aporta como guía para el diseño de nuevos juguetes activos, en los que el valor otorgado a la manipulación de los juguetes, el *feedback* por diferentes canales, la metáfora de las vidas a través de las luces led físicas del juguete, han sido aspectos destacados por los alumnos como de valor, y que pueden profundizarse en futuras experiencias. Al mismo tiempo la buena predisposición y las opiniones de los docentes, abren la puerta para continuar con este tipo de experiencias y la investigación en la temática.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. De Buenos Aires, a través del proyecto REFORTICCA, el Proyecto 11/F023 del III LIDI FI UNLP, y el proyecto RTI2018-096986-B-C31: "Pergamex: pervasive gaming experiences for all". Asimismo, se agradece a la Universidad de Costa Rica, Sede del Sur.

Referencias

Anastasiou, D., & Ras, E. (2017). A Questionnaire-based Case Study on Feedback by a Tangible Interface. SmartLearn, 39-42.

Artola, V., Sanz, C., & Pesado, P. (2020). Interacción Tangible en escenarios educativos. Diseño de una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en Interacción Tangible. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 25, e13. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120577

Berriman, L., & Mascheroni, G. (2019). Exploring the affordances of smart toys and connected play in practice. New Media and Society, 21(4), 797-814. https://doi.org/10.1177/1461444818807119

Brooke, J. (1996). SUS - A quick and dirty usability scale. En P. Jordan, B. Thomas, I. McClelland, & B. Weerdmeester (Eds.), Usability Evaluation In Industry (pp. 189-194). CRC Press. https://doi.org/10.1002/hbm.20701

Cano, S., Peñeñory, V., Collazos, C. A., & Albiol-Pérez, S. (2020). Designing internet of tangible things for children with hearing impairment. Information (Switzerland), 11(2), 1-13. https://doi.org/10.3390/info11020070

Cruz, M., Sanz, C., & Baldassarri, S. (2020). Análisis de experiencias con objetos activos en actividades educativas basadas en interacción tangible. INTERACCIÓN: Revista Digital de AIPO, 1(1).

East, B., DeLong, S., Manshaei, R., Arif, A. S., & Mazalek, A. (2016). Actibles: open source active tangibles. Proceedings of the 2016 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces, 469-472. https://doi.org/10.1145/2992154.2996874

Inami, M., Sugimoto, M., Thomas, B., & Richter, J. (2010). Active Tangible Interactions. En Tabletops - Horizontal Interactive Displays (pp. 171-187). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-84996-113-4_8

Ishii, H., & Ullmer, B. (2003). Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits, and atoms. Proceedings of the 8th international conference on Intelligent user interfaces, March, 234-241. https://doi.org/10.1145/604045.604048

Kara, N., & Cagiltay, K. (2020). Smart toys for preschool children: A design and development research. Electronic Commerce Research and Applications, 39(2). https://doi.org/10.1016/j.elerap.2019.100909

Karimi, A., & Lim, Y. (2010). Children , engagement and enjoyment in digital narrative. Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, January 2010, 475-483. https://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/

Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, 33(TR/SE-0401), 28. https://doi.org/10.1.1.122.3308

Lewis, J., & Sauro, J. (2009). The Factor Structure of the System Usability Scale. En M. Kurosu (Ed.), International Conference on Human Centered Design (Vol. 5619, pp. 94-103). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02806-9_12

Marshall, P., Price, S., & Rogers, Y. (2003). Conceptualising tangibles to support learning. Proceedings of the 2003 conference on Interaction design and children, 101-109. https://doi.org/10.1145/953536.953551

Muijzer-witteveen, H., Sibum, N., Dijsseldonk, R. Van, Keijsers, N., & Asseldonk, E. Van. (2018). Questionnaire results of user experiences with wearable exoskeletons and their preferences for sensory feedback. NeuroEngineering and Rehabilitation, 15(112), 1-8. https://doi.org/10.1186/s12984-018-0445-0

Okerlund, J., Segreto, E., Grote, C., Westendorf, L., Scholze, A., Littrell, R., & Shaer, O. (2016). SynFlo: A Tangible Museum Exhibit for Exploring Bio - Design. Proceedings of the TEI '16: Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, 141-149. https://doi.org/10.1145/2839462.2839488

Read, J., Macfarlane, S., & Casey, C. (2002). Endurability , Engagement and Expectations: Measuring Children´s Fun. Interaction Design and Children, May 2014, 1-23. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.100.9319

Ribas, J. (2001). Difusió cultural i comunicació audiovisual interactiva. revistes catalanes amb accés obert, 18, 170-181. https://www.raco.cat/index.php/Temes/article/view/29692

Richter, J., Thomas, B., Sugimoto, M., & Inami, M. (2007). Remote active tangible interactions. Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction, 39-42. https://doi.org/10.1145/1226969.1226977

Rodić, L. D., & Granić, A. (2021). Tangible interfaces in early years' education: a systematic review. Personal and Ubiquitous Computing. https://doi.org/10.1007/s00779-021-01556-x

Ryan, R., & Deci, E. (2006). Intrinsic Motivation Inventory (IMI).

Sanz, C., Cruz, M., Nordio, M., Artola, V., & Baldassarri, S. (2019). The Conqueror: An Educational Game Based On Tangible Interaction. International Conference of Education, Research and Innovation, 8498-8505.

Sanz, C., Moralejo, L., Artola, V., Salazar Mesía, N., Guisen, A., Baldassarri, S., Manresa Yee, C., & Pesado, P. M. (2016). Paradigmas de interacción persona-ordenador en el ámbito de la educación y la educación especial: avances del proyecto y resultados. Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (Entre Ríos, Argentina), 18, 1020-1025. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52766

Soler-Adillon, J. (2012). Principios de diseño de interacción para sistemas interactivos. http://repositori.upf.edu/handle/10230/21513

van Huysduynen, H., de Valk, L., & Bekker, T. (2016). Tangible Play Objects: Influence of Different Combinations of Feedback Modalities. Proceedings of the TEI '16: Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, 262-270. https://doi.org/10.1145/2839462.2839492

Van Seters, J. R., Ossevoort, M. A., Tramper, J., & Goedhart, M. J. (2012). The influence of student characteristics on the use of adaptive e-learning material. Computers and Education, 58(3), 942-952. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.11.002

Zhang, F., Sun, S., Liu, C., & Chang, V. (2020). Consumer innovativeness, product innovation and smart toys. Electronic Commerce Research and Applications, 41(February), 100974. https://doi.org/10.1016/j.elerap.2020.100974

Zuckerman, O., & Gal-Oz, A. (2013). To TUI or not to TUI: Evaluating performance and preference in tangible vs. graphical user interfaces. International Journal of Human Computer Studies, 71(7-8), 803-820. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2013.04.003