

# MARCO DE REFERENCIA PARA EL DESARROLLO Y EMPLEO DE VIDEOJUEGOS EN LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE VINCULADOS A NÚMEROS ENTEROS, SUMA Y PRODUCTO

Especialista y Profesor Esteban Rolón (prof.rolon@gmail.com)

Investigadores: Lic. Claudio Biale, Gastón Caminiti, Alejandra Martínez y José Nahuel Días

## Resumen

*Este artículo pretende poner un marco de referencia (Framework) acerca del desarrollo y empleo del videojuego como intervención docente para la enseñanza de la matemática. El mismo está basado en un Trabajo de Investigación acreditado por la Universidad Nacional de Misiones (2017-2019) en pleno proceso de desarrollo en una población de primer año del nivel educativo secundario de la República Argentina. El estudio está centrado en el aprendizaje de los Números Enteros utilizando como medio el desarrollo y empleo del videojuego "Spider tec", que está disponibles libremente en el Play-Store para móviles, computadores personales y tabletas. Los resultados más destacados son, por ejemplo, que se ha logrado mayor porcentaje de aprobación en matemática, la identificación de los números negativos, junto con la significativa comprensión, análisis y uso de las reglas de la suma y producto ( $p < 0,10$ ) comparado con otro grupo control que desarrolló un proceso de aprendizaje tradicional*

## Palabras clave

*Framework para video juegos educativos, videojuego para enseñar los números enteros, didáctica de la matemática, innovación educativa*

## Abstract

*The purpose of this article is to propose a framework for the development and use of video games as a teaching intervention for the teaching of mathematics. This proposal is based on a Research accredited by the National University of Misiones (2017-2019), which is currently ongoing for first-year highschool students in Argentina. The study is focused on learning Whole Numbers by using the video game called "Spider tec" that was develop for this purpose and is freely available in Play-Store for mobile phones, computers, and tablets The most relevant results show that a higher passing rate has been achieved in mathematics through the recognition of negative numbers, and the ability to internalize and apply the rules of addition and multiplication ( $p < 0.10$ ) compared to a control group, in which the teaching-learning process was done in the traditional way.*

## Keywords

*Framework for educational video games, video games to teach whole numbers, mathematics teaching, educational innovation.*

## Introducción

El siguiente artículo tiene 5 secciones que se nutren de un trabajo de investigación acreditado y apoyado por la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones denominado:

*“Desarrollo y empleo de videojuegos como intervención docente para lograr mejores aprendizajes en alumnos del nivel secundario vinculados a los números enteros, la suma y el producto”*

Actualmente me desempeño como docente adjunto, responsable de las cátedras de Estadística I y II de la carrera de Licenciatura en Sistema. Por otro lado, ejerzo la docencia en el nivel secundario. Esto me ha permitido estar en contacto directo con la compleja trama de enseñanza y aprendizaje de la matemática, sus docentes y estudiantes de ambos niveles y delimitar mejor el problema a investigar.

En este sentido, es indispensable antes de empezar considerar el desarrollo de un videojuego vinculado a la enseñanza de la matemática, reflexionar respecto a dos cuestiones. Primero, tener contacto directo con los docentes que actualmente están trabajando en el aula y especialistas en el área para lograr así identificar el tema o saberes matemáticos que son difíciles de aprender por los y las estudiantes; y de ellos cuales son troncales para temas correlativos. En segundo lugar, es clave la realización de un buen diagnóstico del problema, lo más descriptivo posible, con datos tales como tasa de desaprobación, deserción y errores más recurrentes, para justificar el desarrollo y el impacto que podría tener la investigación y posterior diseño y desarrollo del videojuego.

En relación con la estructura del texto, en cada capítulo se irá mostrando las diferentes etapas de investigación aplicada, así como el proceso de desarrollo y empleo del videojuego, sus alcances, primeros resultados, ventajas y desventajas al utilizarlo en una institución particular por parte de docentes de matemática.

## 1. Fundamentación: Diagnóstico del Problema e Impacto

### 1.1. Diagnóstico del Problema

Partiendo de la propia experiencia como docente de matemática de 1° año, charlas con colegas, entrevistas y talleres formativos, se delimitó el Conjunto de los Enteros, la suma y el producto como una problemática común que afecta a los y las estudiantes cuando deben relacionar y usar conocimiento matemático en cursos superiores. A continuación, se presenta la fundamentación y diagnóstico del problema a modo de caso concreto.

Los Números Enteros, la suma y el producto en los primeros años del secundario, como ampliación del conjunto de los Números Naturales, se convierten en un gran problema para los y las estudiantes de este nivel secundario, especialmente los negativos. Esto **genera desmotivación, abandono, bajos rendimientos y aprendizajes no significativos.**

Esta problemática repercute en los docentes quienes se ven decepcionados a la hora de abordar otros aprendizajes más complejos en los años siguientes del secundario y en el Nivel Superior tales como **ecuaciones, sistema de ecuaciones, polinomios, funciones, el cuerpo de los reales**, entre otros, donde un gran porcentaje de estudiantes fracasa. Con el equipo de investigadores hemos emprendido varios estudios preliminares descriptivos para identificar y obtener datos concretos acerca de esta problemática de 1° y 2° año de una escuela secundaria del departamento capital de la provincia de Misiones, de la República Argentina durante los años 2014 al 2016. En términos generales podemos señalar dos ejes que justifican el esfuerzo del proyecto.

#### a) Desaprobados y abandono en matemática de primer año del secundario

Un alto porcentaje de estudiantes no logra aprobar matemática principalmente porque no posee conocimientos significativos y solventes sobre los Números Enteros ( $\mathbb{Z}$ ). Por más esfuerzo que realice el docente el alumno no logra incorporar a los Números Negativos ( $\mathbb{Z}^-$ ) al conjunto de los Naturales, ni alcanza a manejar con solvencia las operaciones, reglas y propiedades.

En la siguiente tabla se ve los resultados al finalizar el tercer trimestre de 1º año en el área de matemática en la cual se observa que tan solo en promedio el 51 % de los inscriptos en primer año logra aprobar matemática en el período escolar.

Situación final	2014	2015	2016	Promedio
aprobados	55%	50%	49 %	51%
desaprobados	30 %	20%	30 %	27%
Libres	25 %	30%	21%	25%

**Tabla 1:** Distribución Porcentual según el resultado final en matemática de los alumnos de 1º año del secundario del Centro Educativo Polimodal N°6 del 2014 al 2016.

### b) Baja calidad de los aprendizajes alcanzados en el primer año.

En base a una evaluación semiestructurada, que se administró a los ingresantes de 2º año donde se mide del 0 al 100 la efectividad en cuanto al manejo y comprensión del conjunto de los números enteros se obtuvo en promedio que el 27% sacó menos de 30 puntos y un 55% entre 30 y 59 y tan solo un 6% obtiene altos puntajes.

Efectividad (%)	2014	2015	2016	Promedio
0 – 30	28%	25%	30%	27%
31 – 59,9	52%	58%	54%	55%
60 – 74,9	15%	10%	11%	12%
75 – 100	5%	7%	5%	6%

**Tabla 2:** Distribución Porcentual según el resultado de una evaluación estándar a los ingresantes de 2º año del Centro Educativo Polimodal N°6 del 2014 al 2016.

Por otra parte, considerando las puntuaciones brutas la media aritmética de efectividad las tres cohortes es igual a  $36 \pm 6$  puntos.

Este mal desempeño en los primeros años es persistente incluso hasta quinto año en el área de matemática, esto se evidencia en los resultados de Misiones de la Evaluación Aprender Censal del Ministerio de Educación (2018) donde, por ejemplo, se observa que el 53,6 % de los estudiantes de 5to año está por debajo del nivel básico y tan solo el 16 % alcanzan el nivel satisfactorio o alto.

Si bien los resultados no especifican la relación de estos con los conceptos de los Números enteros, sí son indicadores negativos que nos interpelan a realizar algo en esta área problemática.

## 1.2. Impacto científico-tecnológico y socioeducativo

Incluir videojuegos en el aprendizaje de la matemática es estratégico por tres razones. En primer lugar integra tres áreas de conocimientos afines a la labor del docente: la matemática, la informática y la didáctica. En segundo lugar, integra en el aprendizaje los cambios socioculturales a los que se ven enfrentados los y las estudiantes, y, en tercer lugar, el potencial económico y productivo que significa el desarrollo comercial de los videos juegos. Se estima que a fines 2018 la producción y venta de videojuego superará los 118 mil millones de dólares, lo cual la convierte en la industria del entretenimiento más rentable de todo el mundo, por encima del cine e incluso de la TV según la agencia Newzoo (2017). En este sentido, postulamos que en términos de lo social-educativo, los videojuegos podrían fomentar que un mayor porcentaje de estudiantes alcancen aprendizajes matemáticos basales, a la vez de incrementar sus posibilidades de seguir avanzando en conceptos más abstractos vinculados al álgebra, geometría y cálculo que se requieren para carreras vinculadas a las Ingenierías, Informática y Ciencias Básicas.

En consecuencia, a estos datos desfavorables del nivel medio, entendemos que es necesario desarrollar videojuegos que los docentes puedan utilizar de manera didáctica (Rosales, 2016). Para ello proponemos un marco teórico para el diseño y desarrollo de videojuegos educativos y una propuesta de investigación situada en la escuela que permita probar la efectividad de estos últimos en la comprensión de los conceptos y procedimientos matemáticos antes señalados.

## 2. Objetivos y metodología de la investigación

### 2.1. Introducción

Nuestra hipótesis de investigación es que los videojuegos son de gran utilidad para alcanzar aprendizajes más significativos y consistentes. No obstante, queremos probar su eficacia y explorar sus ventajas y desventajas. En esta búsqueda de comprobación de la hipótesis desarrollamos objetivos

generales y específicos que nos sirven de guía la investigación.

### 2.1.1. Objetivos Generales

- a. Comprobar que con el empleo de videojuegos se puede incrementar el porcentaje de alumnos que logren aprobar matemática de 1° año y en las instancias de recuperación.
- b. Demostrar que con este tipo de intervención se puede alcanzar aprendizajes más consistentes y significativos en el manejo del Conjunto de los Números Enteros y las operaciones básicas.

### 2.1.2. Objetivos Específicos e Hipótesis de Trabajo en el Aula

1. Identificar los principales conceptos previos que son necesarios para el manejo de los números.
2. Evaluar a los alumnos de 2° año en cuanto a los Números Enteros, para conocer la calidad de sus aprendizajes.
3. Caracterizar los principales errores en las evaluaciones regulares prueba estandarizada realizada a segundo año.
4. Analizar los diferentes Videojuegos ya desarrollados a nivel local, nacional e internacional, sus ventajas y desventajas para ser aplicados en esta población.
5. Desarrollar un videojuego acorde a la realidad y atendiendo a lo anteriormente identificado.
6. Evaluar los resultados del empleo del videojuego comparando esta población con un grupo control que no ha tenido contacto con los videos Juegos.

Por la naturaleza del problema y para probar esta hipótesis creemos pertinente desarrollar la investigación longitudinal utilizando un enfoque cuantitativo de doble contrastación comparando en una primera etapa los resultados obtenidos en el grupo de alumnos (Población1) donde se emplearon los videojuegos, con otro grupo control (Población2) que no ha sido intervenido con estas estrategias.

En segundo lugar, será necesario comparar resultados por medio de una evaluación semiestructurada que debería ser aplicada al inicio del segundo año de secundaria entre esta nueva cohorte (Población1) y los datos obtenidos de las últimas tres cohorte (población 3). Por ello, se debería realizar una evaluación al inicio de 2° año, a fin de medir la efectividad (puntaje de

0-100) en cuanto a la comprensión y manejo de los números enteros, comparándolos a luz de los resultados de los tres años anteriores.

## 2.2. Metodología de trabajo

A partir de lo expuesto y los objetivos deseados se propuso desarrollar la siguiente estrategia de comprobación y verificación estadística.

Realizar tres pruebas estadísticas vinculadas a diferencia de proporciones y de medias con la metodología de Prueba de Hipótesis con una significancia del 5 %.

**a) Hipótesis de investigación:** A partir del empleo de videos juegos se logra aumentar el porcentaje de aprobados en matemática de 1° año del secundario.

### Hipótesis estadísticas

**Ho:** La proporción de aprobados de la población 1 es igual o menor que la de la población 2.

**H1:** La proporción de aprobados de la población 1 es mayor que la de la población 2.

**b) Hipótesis de investigación** "Se puede alcanzar aprendizajes más consistentes y significativos en el manejo del Conjunto de los Números Enteros y las operaciones básicas con el empleo de videojuegos"

### Hipótesis estadísticas

**b1). Ho:** La media de efectividad de la población 1 es igual o menor que la de la población 3.

**H1:** La media de efectividad de la población 1 es igual o menor que la de la población 3.

**b2). Ho:** La proporción de desaprobados en cuanto a la efectividad de la población 1 es igual o mayor que la de la población 3.

**H1:** La proporción de desaprobados en cuanto a la efectividad de la población 1 es menor que la de la población 3.

### 3. Antecedentes del Framework y marco teórico

En esta sección se presentarán algunas antecedentes, avances y conclusiones de autores que explican las virtudes del empleo de los videojuegos para lograr mejores aprendizajes.

#### 3.1. Los videojuegos como recursos didácticos:

En el libro "El juego como estrategia didáctica" (Vida y Hernández, 2008: 194) se ofrecen algunos lineamientos sobre las razones por las que los jóvenes y niños eligen videojuegos, referenciando algunos motivos para llevar estas herramientas al aula:

1. La atracción por el mundo mágico de la tecnología y las máquinas.
  2. La acción constante, la superación de retos.
  3. La obtención de resultados y respuestas inmediatas a las acciones realizadas. El valor de la inmediatez.
  4. La calidad y variedad estética de los escenarios, las personas, los efectos.
  5. La originalidad de las historias.
  6. La posibilidad de entrar en acción de forma inmediata (se puede empezar a jugar sin leer instrucciones, explorando el entorno).
  7. La «cultura propia» que generan (lenguajes, símbolos, marcas, revistas, clubes, comunidades).
- Hernández y Vida (2008) presentan una síntesis de estas formas señalando funciones que se pueden generalizar y utilizar para el diseño de videojuegos educativos.

Estas son:

#### Funciones personales/emocionales:

- Motivan.
- Proporcionan placer y satisfacción.
- Estimulan la superación personal y la capacidad para enfrentarse a retos.
- Promocionan la autoconfianza
- Son una oportunidad para la expresión de sentimientos.

#### Funciones sociales:

- Favorecen la internalización de normas y pautas de comportamiento social.
- Facilitan la aproximación y comprensión de la tecnología y el lenguaje audiovisual.
- Posibilitan la comunicación directa e indirecta.
- Fomentan la cooperación, la colaboración y el trabajo en equipo.

#### Funciones psicomotrices:

- Desarrollan la coordinación viso-manual.
- Estimulan la orientación espacial.
- Potencian habilidades motrices como la rapidez, la puntería, la precisión.
- Promueven la coordinación de movimientos, en el caso de la nueva línea de videojuegos motrices, en los que la interacción del usuario con el programa implica un movimiento corporal.

#### Funciones cognitivas:

- Estimulan la curiosidad, motor de todo aprendizaje.
- Potencian la percepción visual y auditiva.
- Favorecen la adquisición de habilidades organizativas, analíticas, de exploración y observación, creativas.
- Potencian la adquisición de estrategias para la toma de decisiones y la resolución de problemas.
- Desarrollan aprendizajes significativos y transferibles.
- Fomentan el análisis y contraste de valores y actitudes.

En referencia al rol de los videojuegos en la enseñanza se destaca lo señalado por Buckingham (2007: 135) citando a Carr (2006):

*"Los niños aprenden a usar estos medios sobre todo a través del ensayo y el error –a través de la exploración, la experimentación y el juego–; la colaboración con otros –tanto cara a cara como virtual– constituye un elemento esencial del proceso. Jugar un videojuego, por ejemplo, puede implicar una amplia serie de operaciones cognitivas: recordar, poner a prueba hipótesis, predecir y planificar estratégicamente".*

*"[...] buena parte de este aprendizaje se hace sin que haya enseñanza explícita: es el resultado de la exploración activa, del aprendizaje a través de la*

*práctica, una situación en la que quien aprende no es un alumno recibiendo instrucciones sino un aprendiz. Por, sobre todo, esta forma de aprendizaje es social en grado sumo: se trata de colaborar e interactuar con otros, y de participar de una comunidad de usuarios" (Buckingham, 2007: 135).*

Este investigador afirma que cuando introducimos los juegos en el aula, los profesores pueden desempeñar un papel vital a la hora de ayudar a los alumnos a hacerse más conscientes de los presupuestos que condicionan sus simulaciones (Buckingham, 2007: 135).

*[...] "los buenos juegos aceptan soluciones múltiples a los problemas que ofrecen diferentes estilos de aprendizaje: a medida que los niños sondean el mundo del juego, desarrollan hipótesis y estrategias que vuelven a sondear y a repensar, desarrollan también la capacidad de reconocer patrones más abstractos".*

### 3.2. Aportes de la Didáctica de la Matemática

Si bien es cierto, existes diversos posicionamientos teóricos respecto a cómo se forma el conocimiento matemático, el teórico y educador Guy Brousseau (2007) señala que estos no se generan de manera espontánea, por ello es necesario desarrollar situaciones didácticas a fin de generar condiciones para que, de manera guiada y planificada, originen el aprendizaje relacionado a esta área del conocimiento y su consecuente progreso.

Se entiende como situación didáctica el proceso en que el docente, de manera intencionada, enseña a los y las estudiantes un saber. Cuando la interacción es entre un estudiante y un medio o recurso didáctico, en este caso un videojuego, la relación de enseñanza y aprendizaje se denomina a-didáctica. Por consiguiente, se deduce que, para que se origine el aprendizaje de la matemática, se necesita de la colaboración entre sujetos, y entre sujetos y medios. Es en la interacción ente sujetos, medios y saberes matemáticos donde emerge el conocimiento de este.

En nuestra investigación sostenemos que el docente se vale de la experiencia adquirida por los y las estudiantes jugando el videojuego y compartiendo con sus compañeros para problematizar el contenido matemático y compartir con el grupo-curso, las distintas estrategias que se fueron generando. De esta manera, luego de la puesta en común, el docente podrá profundizar conceptos, y procedimientos; desarrollando situaciones didácticas donde la interacción sujetos-medios favorezcan el aprendizaje significativo.

Es necesario señalar que la situación a-didáctica es parte del proceso en el cual se genera el aprendizaje (y no la enseñanza), puesto que los y las estudiantes son invitados a resolver por sí mismos problemas desarrollados previamente por el o la docente. En nuestro caso, el videojuego debe fomentar que relacionen conocimientos previos, de manera que puedan resolver y hacer suyo el problema dado

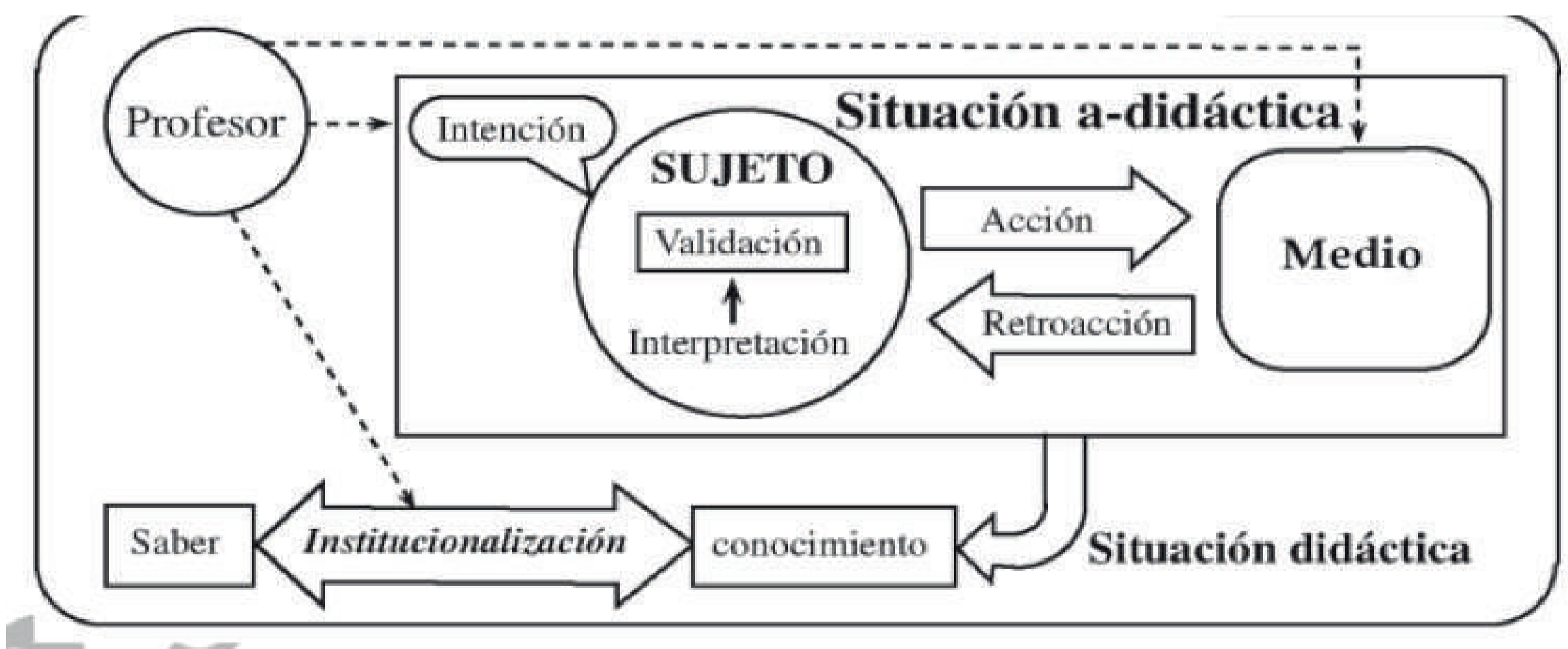


Figura 1: Relación entre situación didáctica y situación a-didáctica

actuando, probando, hablando, reflexionando y solucionando la incógnita que este supone. En este sentido, Brousseau (2007) es enfático en señalar que el docente no debe intervenir en el proceso de resolución del problema que los y las estudiantes están llevando a cabo mientras se enfrentan a la incógnita que se presenta en la situación a-didáctica, pero si debe desarrollar situaciones que los aprendices puedan resolver por medio de los conocimientos que disponen.

### 3.3. Otros conceptos claves

**Necesidad de los conocimientos previos:** la incógnita o problema no debe estar sobre los conocimientos previos que poseen los y las estudiantes, al intentar resolver el problema dado estos irán construyendo nuevos conocimientos.

**La sanción y la motivación:** el error es parte del proceso de aprendizaje, la experimentación y la búsqueda de soluciones innovadoras, propician procesos de auto y coevaluación en la acción misma de la relación, sujeto-medio-saber, por ello no es el docente quién evalúa que es correcto o incorrecto en esa relación, más bien guía el proceso y da retroalimentación para que los y las estudiante continúen su proceso de búsqueda de soluciones. Esto también genera motivación.

**Institucionalización:** el docente debe fomentar vínculos entre el conocimiento matemático y el uso del medio, en este caso el videojuego, más allá de la experiencia de juego mismo, es decir, el juego no debe entenderse como una anécdota aislada, sino como parte de un proceso donde él o la estudiante tiene la sensación de progreso, de que puede aprender si requerir al docente en todo momento.

Estos tres elementos son claves, puesto que consideran una comprensión didáctica del contenido matemático, así como de los procesos de aprendizaje, por cuanto debe existir canales de diálogo claro entre estudiantes, diseñadores-desarrolladores de videojuegos y docentes de matemática, así como de la institución donde se utilizará el videojuego, entendiendo cuáles son los contenidos y procedimientos matemáticos que presentan mayor dificultad de aprendizaje, para luego fin desarrollar mecánicas, narrativas e interfaces que se vinculen de manera directa a esos contenidos y procedimientos,

entendiendo que la evaluación de los medios es importante puesto que ellos son catalizadores de aprendizaje si están diseñados con un enfoque formativo (Santos Guerra, 2013).

Aclarando estos puntos vamos a presentar ya los aspectos para tener en cuenta:

**Confección del Documento de Concepto:**

aproximación al concepto inicial, definición de características principales y características destacables del gameplay (experiencia de juego).

**Definición del GDD (Game Design Document):**

documento de referencia, renovado y actualizado a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

En función al método de trabajo del equipo para el desarrollo se establece un proceso iterativo de diseño y desarrollo por niveles que contara con los siguientes ciclos:

1. Desing rationale: Identificar un contenido matemático que tenga un grado de dificultad mayor para los y las estudiantes.
2. Definir una mecánica de juego vinculado al contenido matemático (la mecánica es el contenido).
3. Desarrollo de un prototipo y verificar la experiencia de juego con los y las estudiantes del nivel por medio de Playtesting.
4. Análisis de datos de playtesting, descarte y mejora de mecánicas
5. Level Design: diseño de elementos relacionados a grados de dificultad del juego, características de escenario, personajes interfaz.
6. Desarrollo de prototipo en relación con el Level Desing
7. Playtesting del Level Desing y mecánicas asociadas

### 3.4. Etapas del desarrollo y fases sugeridas:

**I) PRIMER ETAPA:** Desing Rationale para el desarrollo del videojuego educativo, empleo y evaluación de los primeros resultados

**1° FASE : De exploración y recopilación de datos sobre el problema**

- Análisis de bibliografías sobre los Enteros y videojuegos
- Administración de diagnóstico inicial sobre conceptos previos
- Prueba piloto de algunos videojuegos a fines a la temática en el aula y análisis
- Desarrollo de Game Design Document (GDD)
- Análisis de la prueba Piloto y trabajo de campo (cantidad y calidad de netbooks y respuesta de los alumnos)
- Estudio de conceptos claves a desarrollarse, errores, variables didácticas y constantes y secuencias.

**2° FASE: Mecánica Desarrollo del prototipo del videojuego y Playtesting**

- Análisis de bibliografías sobre los Enteros y videojuegos
- Administración de diagnóstico inicial sobre conceptos previos
- Prueba piloto de algunos videojuegos a fines a la temática en el aula y análisis
- Desarrollo de Game Design Document (GDD)
- Análisis de la prueba Piloto y trabajo de campo (cantidad y calidad de netbooks y respuesta de los alumnos)
- Estudio de conceptos claves a desarrollarse, errores, variables didácticas y constantes y secuencias.

**3° FASE: Evaluación de resultados Primera etapa**

- Administración de Evaluación Estándar 1er año
- Análisis de los resultados luego de los recuperatorios
- Entrevistas a alumnos aprobados
- Conclusión primera etapa, informe preliminar

**Evaluación de resultados Segunda etapa**

- Administración de Evaluación Estándar 2º año
- Análisis de los resultados comparando las cohortes anteriores
- Aplicación del video juego mejorado
- Entrevistas a alumnos aprobados
- Informe Final

**4. Avances del trabajo realizado**

**4.1.** En la primera etapa ya se diseñó y desarrolló el videojuego: "Spider tec", disponible en PlayStore. Luego, los y las estudiantes lo usaron en el aula y fuera de ella por un tiempo determinado según a medida que se avanzaba en la enseñanza de los números entero.

Se utilizó la engine LibGDX para el desarrollo del video juego, esta es una multiplataforma, que soporta Windows, Linux, Mac OS, Android, IOS y HTML5 Respecto al avance de la investigación se finalizó la etapa con la contrastación del grupo de aplicación con el grupo control para poner a pruebas la hipótesis "a": "A partir del empleo de videojuegos se logra aumentar el porcentaje de aprobados en matemática de 1° año del secundario".

Se puede adelantar que, a partir de las pruebas realizadas, el porcentaje de aprobación en relación a los números naturales ha aumentado de 51% a 58 % en 2018.

En una segunda etapa, se están aplicando pruebas estandarizadas y entrevistas, para así poder ratificar la hipótesis "b" que afirmaba: "Se puede alcanzar aprendizajes más consistentes y significativos en el manejo del Conjunto de los Números Enteros y las operaciones básicas con el empleo de video juegos". En este sentido aún estamos trabajando en el análisis de los resultados de las pruebas estandarizadas que ya han sido administradas.

Si bien es cierto, el enfoque de estas pruebas tienen carácter cuantitativo, nos ha sido de gran utilidad el análisis cualitativo de las respuestas en las pruebas estandarizada, sobre todo vinculados a errores conceptuales frecuentes, consultas y entrevistas en profundidad a los y las estudiantes que han jugado "Spider tec". Sobre todo, cuando explican, argumentan y entregan sus puntos de vista en concordancia a las estrategias que utilizaron para superar cada nivel y el reconocimiento de conceptos y procedimientos matemáticos utilizados para cumplir los objetivos del juego.

**4.2. Descripción del desarrollo y empleo del juego**

Se ideó el juego titulado "Spider tec", araña tecnológica, un videojuego de simulación 2D, donde el jugador (programa) y mueve un mini robot araña



utilizando las referencias horizontales y verticales (ejes cartesianos) con el objetivo de comer todos los mosquitos con menos de tres errores.

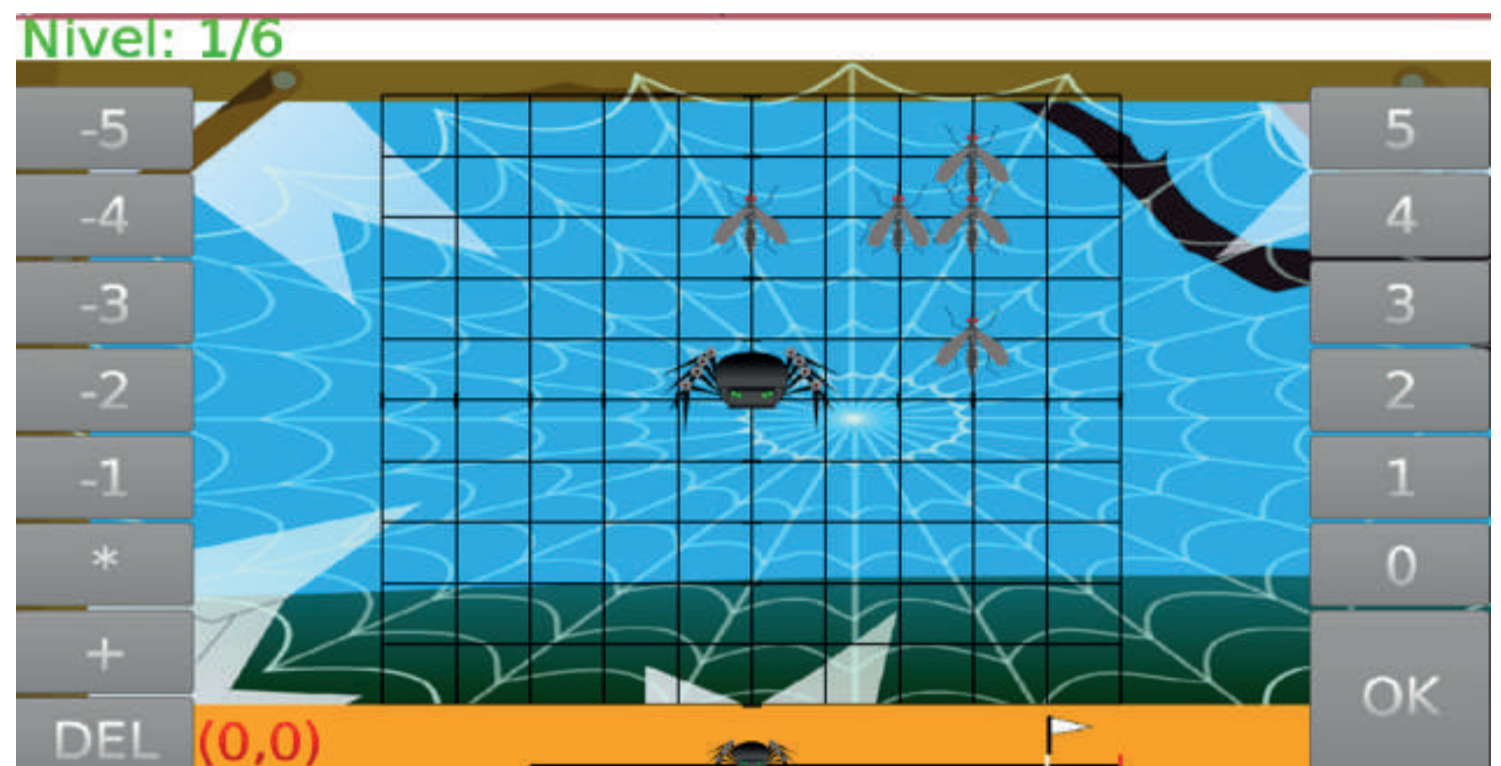
Apuntando a las estéticas fantasía, desafío y descubrimiento el jugador superará los retos comiendo los mosquitos a fin de alcanzar un nivel bueno de efectividad para ubicarlos en las

coordenadas cartesianas utilizando sus propias estrategias, con prueba y error, y en algunos niveles encontrando una nueva, dejando atrás la anterior y, sobre todo, fomentar procesos de cooperación puesto que a partir de la discusión con otros no solo se desarrollan habilidades académicas, también de compromiso con el otro, la autoestima y la reflexión. (Llavín, 1995).

### 1° NIVEL: Mosquitos en el 1° cuadrante

El jugador superará los retos (comiendo los mosquitos y llegando a un nivel bueno de efectividad para ubicarlos en las coordenadas cartesianas utilizando sus propias estrategias, con prueba y error, y en algunos niveles encontrando una nueva y dejando atrás la anterior.

**Objetivo didáctico:** Que el alumno construya el concepto de las coordenadas cartesianas con los números enteros positivos y el del par ordenado. Primero el valor horizontal y luego el vertical.

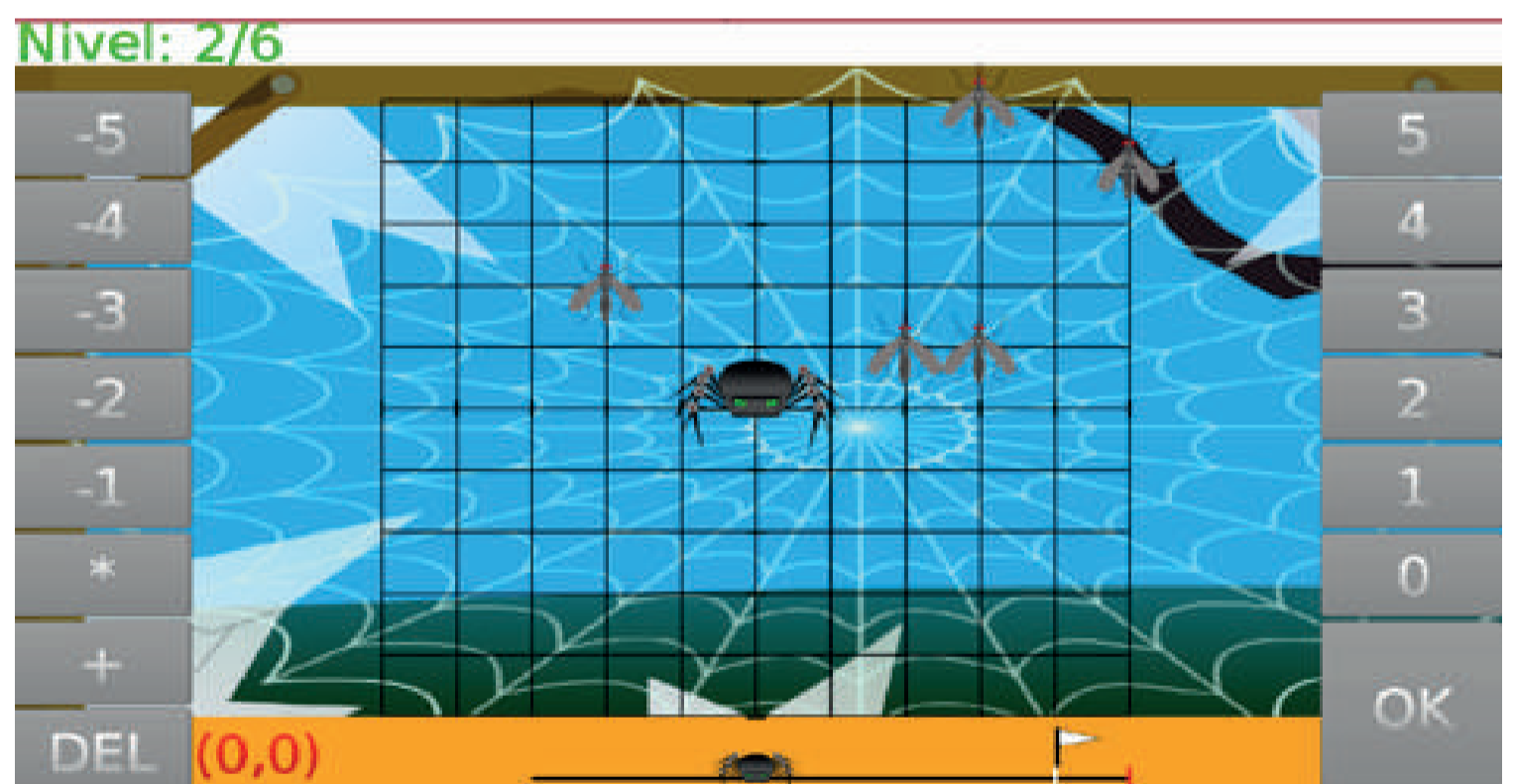


**Resultados preliminares:** Los alumnos se apropiaron del problema tanto individual como en parejas realizando diferentes intentos. Aspectos que mejorar es que los y las estudiantes no identifican de manera intuitiva qué botones deben apretar para pasar de la coordenada X a la Y. Además, les cuesta colocar las coordenadas sobre los ejes cuando deben usar el 0.

### 2° NIVEL: Mosquitos en el 1° y 2° cuadrante

**Objetivo didáctico:** Que él o la estudiante use los números negativos, distinga la diferencia (signo) y las similitudes entre ellos (valor absoluto), siga reforzando las coordenadas cartesianas con el par ordenado. Primero el valor horizontal y luego el vertical

**Resultados preliminares:** En este nivel los alumnos rápidamente reconocen la necesidad de usar otros números, los positivos no alcanzan. Excelentes resultados.

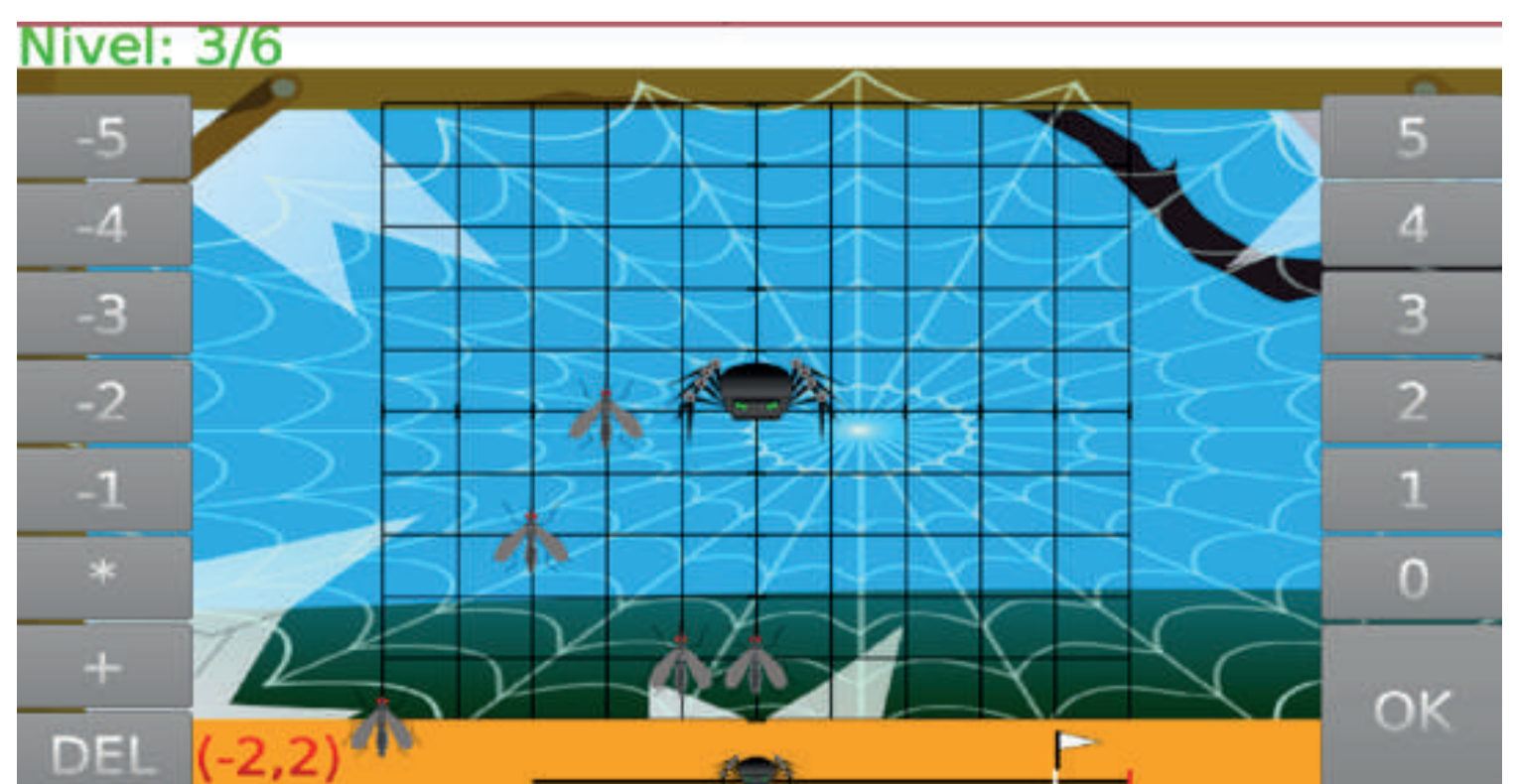


El alumno si se equivoca dos veces inicia de nuevo el nivel, hasta tres intentos, sino regresa nuevamente al primero.

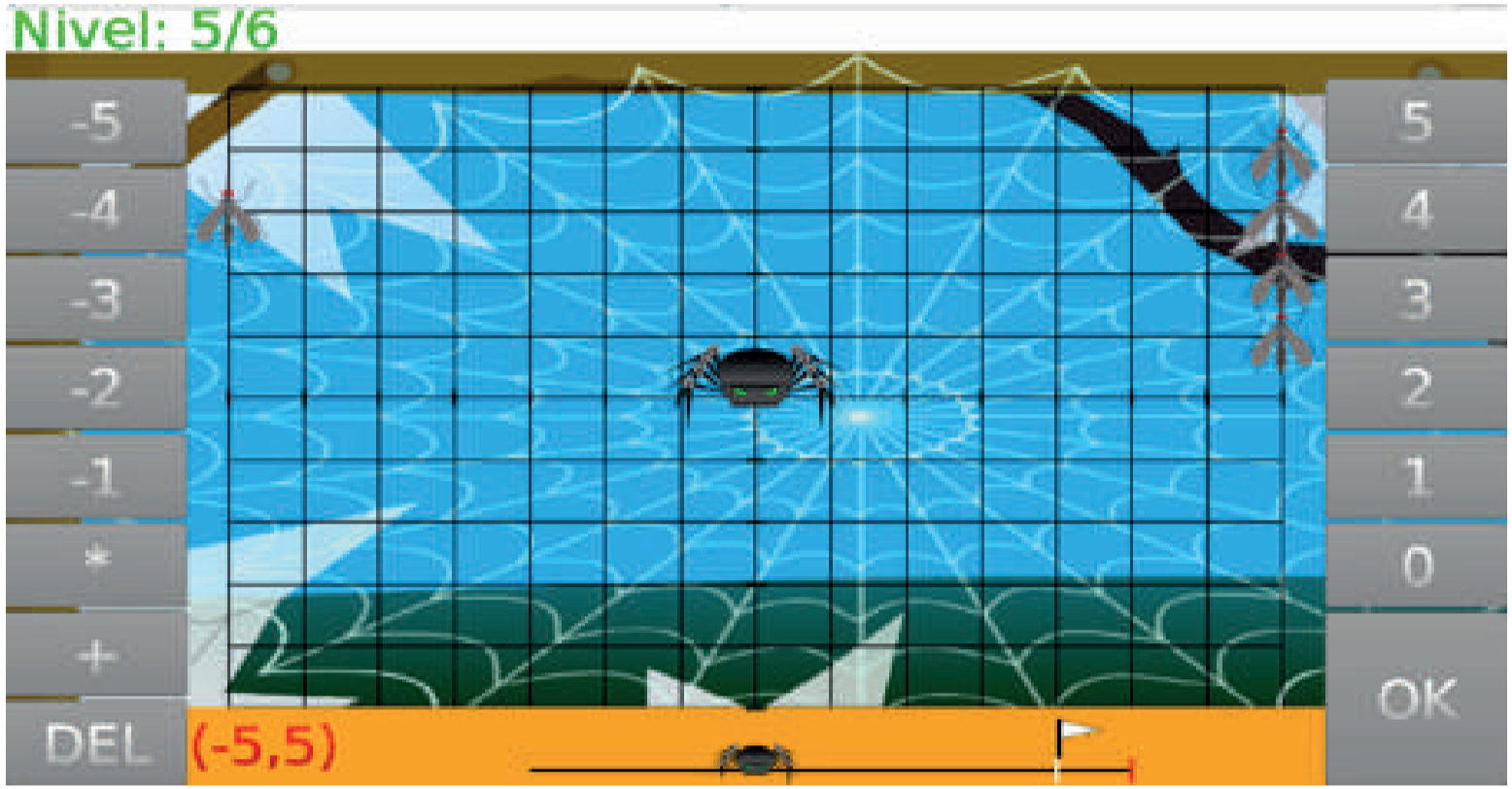
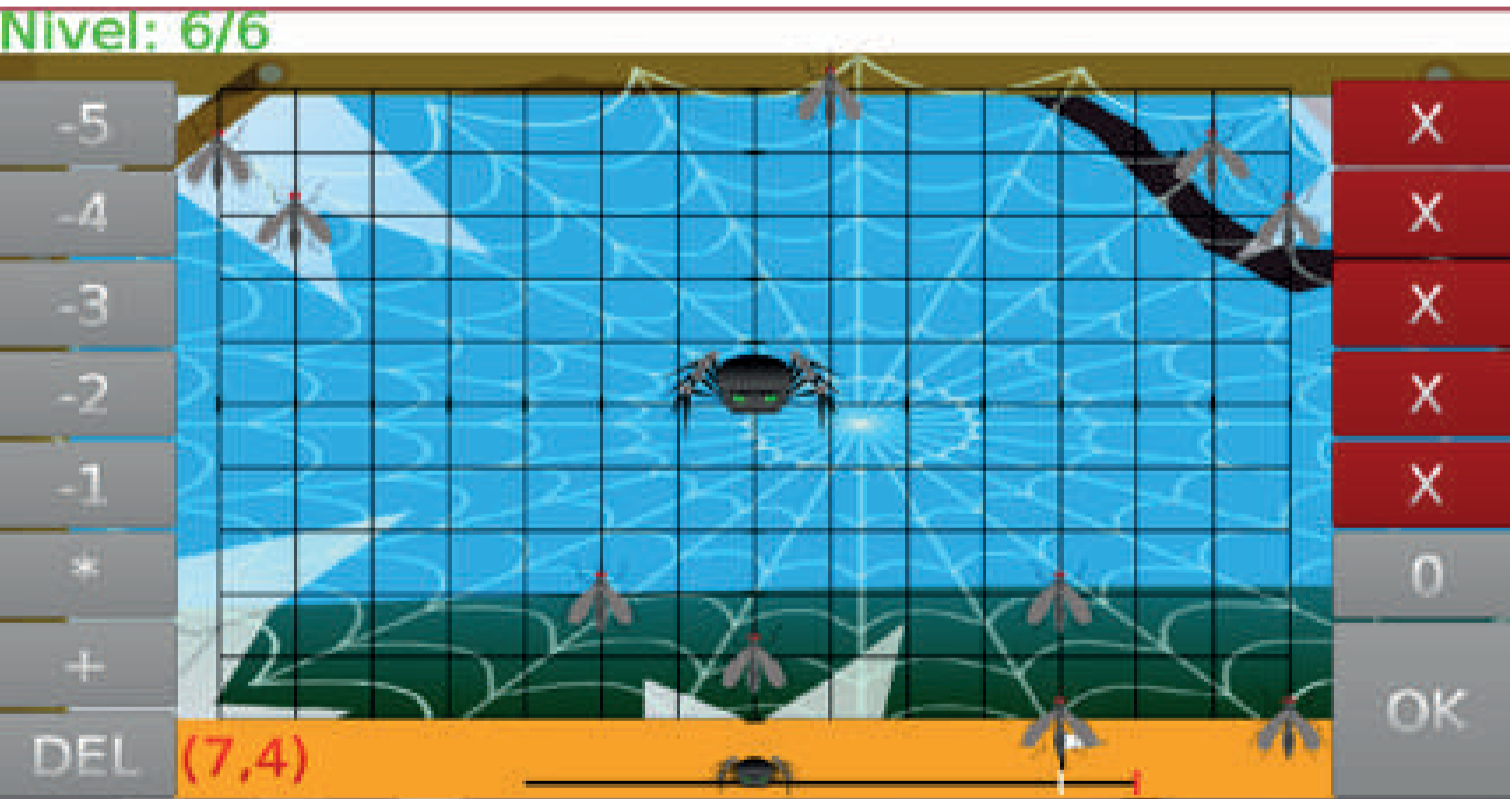
### 3° NIVEL: Mosquitos en el 3° cuadrante

**Objetivo didáctico:** Que el alumno use los números negativos dos veces, retroceso y descenso, valore el uso del signo negativo, siga reforzando las coordenadas cartesianas.

**Resultados preliminares:** En este nivel los alumnos se adaptan y reconocen la necesidad de usar los números negativos significativamente, los positivos no sirven. Excelentes resultados.



Aparecen 5 mosquitos de manera aleatoria se ubican en el solo en el tercer cuadrante

<p><b>4° NIVEL Mosquitos en el los cuatro cuadrantes</b></p> <p>Se refuerzan todo lo aprendido hasta el momento</p>	<p>10 mosquitos están en todos los cuadrantes, de manera aleatoria con los ejes de -5 a 5.</p>
<p><b>5° NIVEL: Mosquitos en el 1° y 2° pero la escala de 5 y -5.e</b></p> <p><b>Objetivo didáctico:</b> Como variable didáctica se utilizó el aumento de la escala de - 7 a 7, y el alumno deberá utilizar la suma de dos negativos o dos positivos, y reconocerá que en la suma no cambian los signos.</p> <p><b>Resultados preliminares:</b> El alumno en general logra los objetivos y en clase se evaluó su formulación y validación de sus procedimientos. Reconocen la regla de la suma e incluso la resta como solución de este nivel, y en gran medida lo identifican.</p>	 <p>Los mosquitos se ubican en número que superan al -5 y 5, el alumno no tiene esos números debe construirlos.</p> <p>Por ejemplo, pueden realizar <math>-3 + (-4) = -7</math> o <math>-4 - 4 + 1 = -7</math> También <math>(-5)*2 + 3 = -7</math></p>
<p><b>6° NIVEL: Mosquitos en los cuatro cuadrantes sin los números positivos</b></p> <p><b>Objetivo didáctico:</b> Que él o la estudiante utilice el producto de dos números negativos para lograr números positivos, reconozca la diferencia entre sumar y multiplicar negativos.</p> <p><b>Resultados preliminares:</b> En general este obstáculo, si lo hacen de manera individual, les produce un gran malestar, por ello, muchos se quejan y dejan el juego, especialmente luego del tercer intento regresan al primer nivel (sanción). Contrariamente cuando lo realizan en pares o con paciencia identifican el asterisco (*) para multiplicar los negativos. En la Institucionalización (trabajo en clase) se les explica la diferencia entre sumar y multiplicar negativos; se ha visto que varios estudiantes no identificaron al asterisco como producto, es necesario introducir con anterioridad el sistema simbólico (en clases o mediante un tutorial), puesto que así el jugador o jugadora tendrá el concepto previo para poder apropiarse del problema y no abandonarlo. Al finalizar le da una pantalla con su nombre y le da una especie de certificado que en el docente le puede pedir en el caso que lo no lo resuelva en el aula.</p>	 <p>El alumno se encuentra solo con los números positivos y 10 mosquitos en todo el plano cartesiano. Cuenta con los botones negativos, el producto y la suma.</p>

## 5. Resultados y discusión.

En cuanto a los resultados finales aún estamos en etapas de entrevista, pruebas estandarizadas y procesamiento de datos, no obstante los resultados obtenidos hasta el momento han sido muy favorables, por ejemplo, se logró aumentar el porcentaje de alumnos aprobados en la cohorte 2018 en un 7% respecto al promedio de los tres años anteriores y se ha encontrado una diferencia significativa ( $p < 0,10$ ) entre las medias de las pruebas estandarizadas de los alumnos que han jugado el video juego respecto a los que no lo han utilizado.

En cuanto a resultados cualitativos se logró:

- Incremento de la curiosidad sobre los videojuegos como herramienta para mejorar el aprendizaje de matemática.
- Aumento del compromiso para lograr aprobar en el cierre de la materia.
- Mejora en el manejo de las coordenadas cartesianas y su aplicación para geometría en R2
- Creación de espacios y momentos de validación, formulación y validación.
- Debate y reflexión sobre la ampliación de los campos numéricos
- Aceptación de los negativos como un nuevo conjunto
- Aplicación significativa de la suma algebraica de los negativos y positivos

En términos de discusión reflexiva y con fines a futuro, aún no se ha logrado superar el 60% de alumnos que aprueben matemática durante el cursado, en los años anteriores aprobaron 55%, 51% y 49%. Si bien se logró una mejora, no se observó si existen otras variables que intervienen en ello y aún faltaría reducir la tasa ya sea con una mejora en la interfaz del video juego, junto con el momento de aplicación del mismo, ya que se utilizó hacia el final del año académico. También es necesario identificar qué elementos de la vida escolar y juvenil y de contexto pueden intervenir en la efectividad del videojuego.

Un análisis más detallado de los resultados según diferentes variables se está realizando en esta etapa de la investigación y por otra parte se está implementando nuevamente el videojuego en la segunda cohorte (1° año, 2019) desde el inicio del año

para que él o la estudiante comprenda la mecánica y usabilidad del juego, así como su pertinencia como medio de aprendizaje. Nuestro objetivo es que estos y estas lo compartan con sus compañeros y compañeras, y que los y las docentes hagan lo mismo en sus instituciones educativas, con ello podremos aumentar los momentos de iteración e investigación.

## Bibliografía

- Brousseau., G. (2007). Iniciación al estudio de la teoría de situaciones didácticas. Zorzal.
- Bukingham, D. (2008). Más allá de la tecnología. Aprendizaje infantil en la era de la cultura digital. Manatíal, Buenos Aires.
- Gee, J P. (2004) Situated Language and Learning. Routledge, Londres.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. y Holubec, E. J. (1999). El Aprendizaje en el Aula. Paidós, Buenos Aires 1999.
- Pozo, J. y Gómez C. (2001). Aprender y Enseñar Ciencia. Ediciones Morata, Madrid.
- Rosales, M. (2016). Los Videojuegos como recursos didácticos. Unidad 3. Videojuego y Sociedad. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe
- Santos Guerra, M. (2013). Evaluación Educativa 2: un enfoque práctico de la evaluación de alumnos, profesores, centros educativos y materiales didácticos. Editorial. Magisterio del Río De la Plata. Buenos Aires. Argentina
- Vida, T., y Hernández, T. (2008) El juego como estrategia didáctica. Graó, Caracas.
- Sanjurjo, L., y Rodríguez, X. (2003). Volver a pensar la clase: las formas básicas de enseñar. Homo Sapiens Ediciones. Rosario
- Ministerio de Cultura, Educación, Ciencia y Tecnología. (2018). Aprender. Misiones Provincia. 2018 Recuperado de <https://edu.misiones.gob.ar/aprender-2018-misiones-mejoro-los-aprendizajes-en-lengua-y-matematica/>